vossloh
Electrical Systems

Elektrische Ausrüstung für
Niederflur-Straßenbahn NGT6 der

Städtischen Verkehrsbetriebe MPK Krakau

Electrical Equipment for
Low Floor Tramcar NGT6 of the

Authority MPK Kraków

Elektryczne wyposażenie
Niskopodłogowych wagonów tramwajowych NGT6

Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Krakowie

Druckschrift-Nr.
Leaflet No.
Pismo nr.

Kiepe 00 KP 3 DEPl

Die städtischen Verkehrsbetriebe MPK Kraków in Polen betreiben ein etwa 85 km langes Straßenbahnnetz in der Stadt Krakau und ihrer Vorstadt Nowa Huta. Die Straßenbahn bildet hierbei das Rückgrat des städtischen Nahverkehrs.

Die 1999/2000 mit einer elektrischen Ausrüstung von Kiepe gelieferten 14 Niederflur-Straßenbahnen des Typs NGT6 waren der Beginn einer umfassenden Erneuerung des vorhandenen Fahrzeugparks. Aufgrund der guten Erfahrungen mit diesem sehr zuverlässigen Fahrzeugtyp wurden Anfang 2003 zunächst weitere 12 Fahrzeuge nach Krakau geliefert, eine Option auf 18 zusätzliche Fahrzeuge besteht bereits.

Der Einbau der elektrischen Ausrüstung in das Fahrzeug erfolgt vor Ort in Krakau (local content). Das Fahrzeugkonzept garantiert einen hohen Komfort für die Fahrgäste und für den Betreiber einen zuverlässigen und wartungsarmen Betrieb. Dies wird neben dem leistungsfähigen, PC-basierten Kiepe-Diagnosesystem mit ausführlicher Betriebs- und Ereignisdatenerfassung dadurch erreicht, dass jeder der vier Fahrmotoren von einem eigenen Traktionsumrichter mit Steuerung betrieben wird. Die Schlüsselkomponente für dieses Konzept bilden die beiden Kiepe-Dachgerätegehäuse, die sich über den beiden Triebdrehgestellen auf dem Dach befinden. Jedes der beiden Dachgerätegehäuse beinhaltet einen Bordnetzumrichter, zwei komplette Traktionsumrichter samt Umrichtersteuermodul sowie weitere Funktionseinheiten. Die Dachgerätegehäuse wurden komplett verdrahtet und funktionsgeprüft zur Fahrzeugmontagestelle geliefert.

Jeder der vier vollselektiven Antriebsstränge besteht funktionell aus einem separaten IGBT-Traktionsumrichter mit eigener Antriebssteuerung, eigenem Bremswiderstand und einer Motor-Getriebeeinheit. Dieses Konzept, bei dem großer Wert auf optimale Redundanz der Systeme gelegt wurde, gewährleistet eine hohe technische Verfügbarkeit.

Ein hoher Fahrkomfort wird durch eine digitale Fahr-Brems-Regelung erreicht, die ruckfreies Anfahren und Abbremsen ermöglicht. Die beim Bremsen zurückgewonnene Energie kann in das Oberleitungsnetz gespeist werden, was sich positiv auf den Energieverbrauch auswirkt.

Weitere Vorteile des NGT6 sind die bequeme Einstiegshöhe, das moderne Fahrgastinformationssystem mit Elektroakustikanlage und diversen Anzeigegeräten sowie das für Fahrgast- und Fahrerraum getrennte Heizungs- und Lüftungssystem.

The Metropolitan Transit Authority MPK Kraków in Poland operates a tramway network with a length of approx. 85 km in the city of Cracow and its suburb Nowa Huta. The tramway system plays an important role for the urban public transport in Cracow.

The first 14 low floor tramcar vehicles of type NGT6 which were delivered with the electrical equipment of Kiepe in 1999/2000 represented the beginning of an extensive modernization of the existing fleet. On account of the very good results with this extremely reliable vehicle type, Kiepe was placed with the order for the supply of further 12 vehicles to Cracow early in 2003, and there is an option of another 18 vehicles.

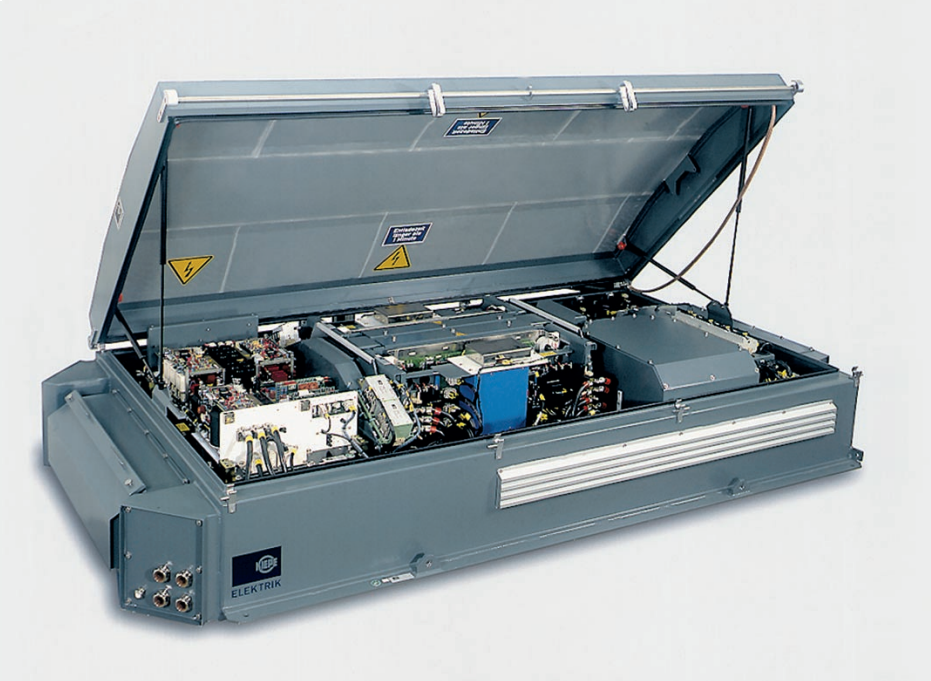
The installation of the electrical equipment will be realized on local content in Cracow. The concept of the NGT6 tramcars features high passenger comfort. In addition, the operators benefit from high reliability and low maintenance due to this sophisticated design. Besides the use of the high-performance PC-based Kiepe diagnosis software with detailed service data recording and fault analysis, this is achieved by the fact that each of the four traction motors is operated by a separate traction converter with individual control. The key component of this design are the two Kiepe roof equipment containers which are located over both motor boogies on the roof. Each of the two roof containers contains an auxiliary static converter, two complete traction inverters including inverter control module as well as further functional units. The roof containers are supplied to the car builder completed wired and function-tested.

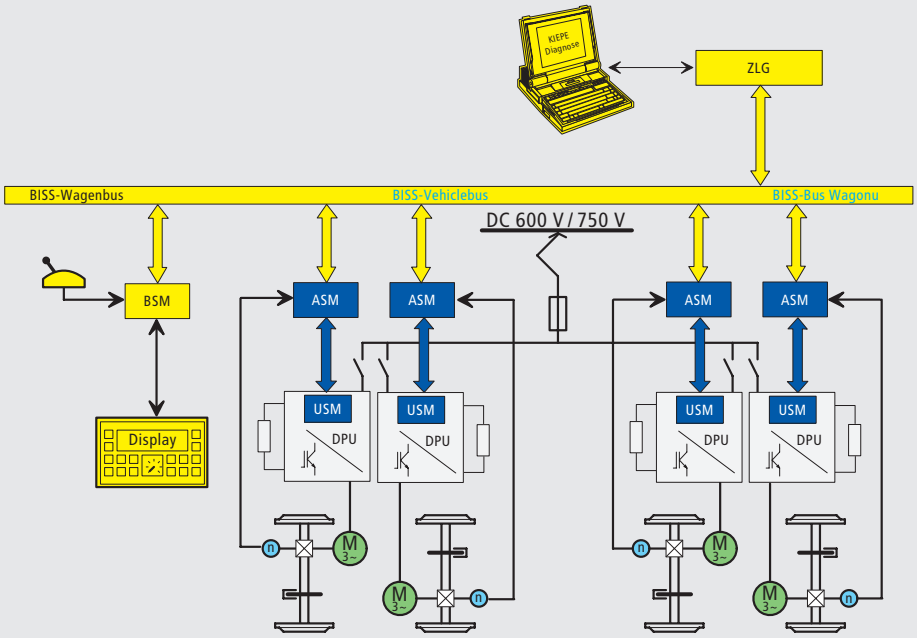
Each of the four selective propulsion units consists of a microprocessor controlled IGBT traction inverter with individual drive control, and its braking resistor and motor-gear unit. This concept offers high vehicle availability as special interest was focused on optimum system redundancy.

A high traveling comfort is achieved by a digital drive/brake control enabling jerk-free starting and braking. The recuperated energy by regenerative braking can be fed back to the line which positively influences the energy consumption.

Further advantages of the NGT6 type are the comfortable boarding height, the modern passenger information system with electric acoustics device and various display screens as well as separate heating and ventilation systems for the passenger compartment and driver's cab.

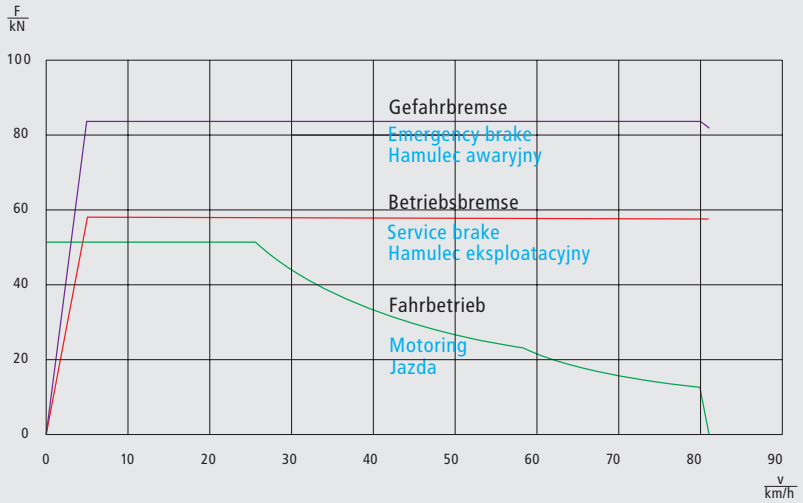
Dachgerätegehäuse
Roof equipment container
Kontener dachowy

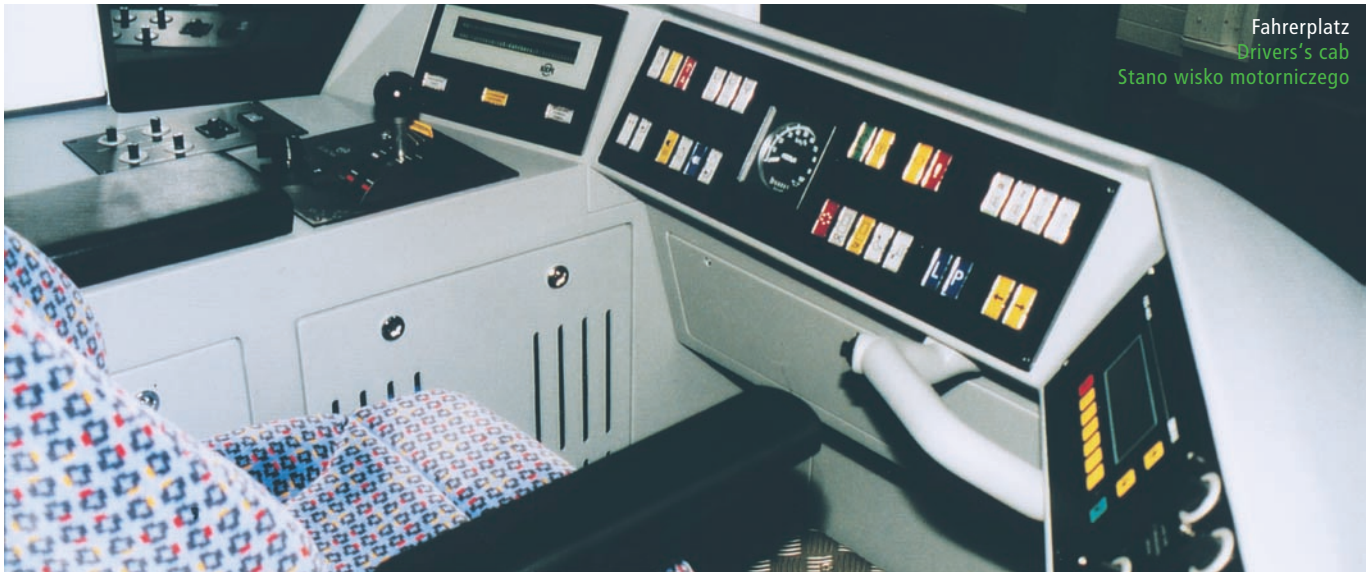




ASM	Antriebssteuermodul	Drive Control Module	Moduł sterowania napędu
BISS	Bord-Informations- und Steuersystem (CANopen)	On-board Information and Control System (CANopen)	System sterowania i informacji pokładowej (CANopen)
BSM	BISS-Steuermodul	Vehicle Bus Control Module	Moduł sterowania BISS
DPU	Direkt-Pulsumrichter	Direct Pulse Inverter	Przetwornica impulsów dezpośrednich
M 3~	Drehstromasynchronmotor	3-phase AC Asynchronous Motor	Asynchroniczny silnik prądu trójtuzowego
n	Drehzahlerfassung	Speed Sensor	Obvotomierz kontrola szybhości obvotowej
USM	Umrichtersteuermodul	Inverter Control Module	Moduł sterowania przetwornicy
ZLG	Zentrales Leitgerät	Main Control Unit	Centralny zadajnik

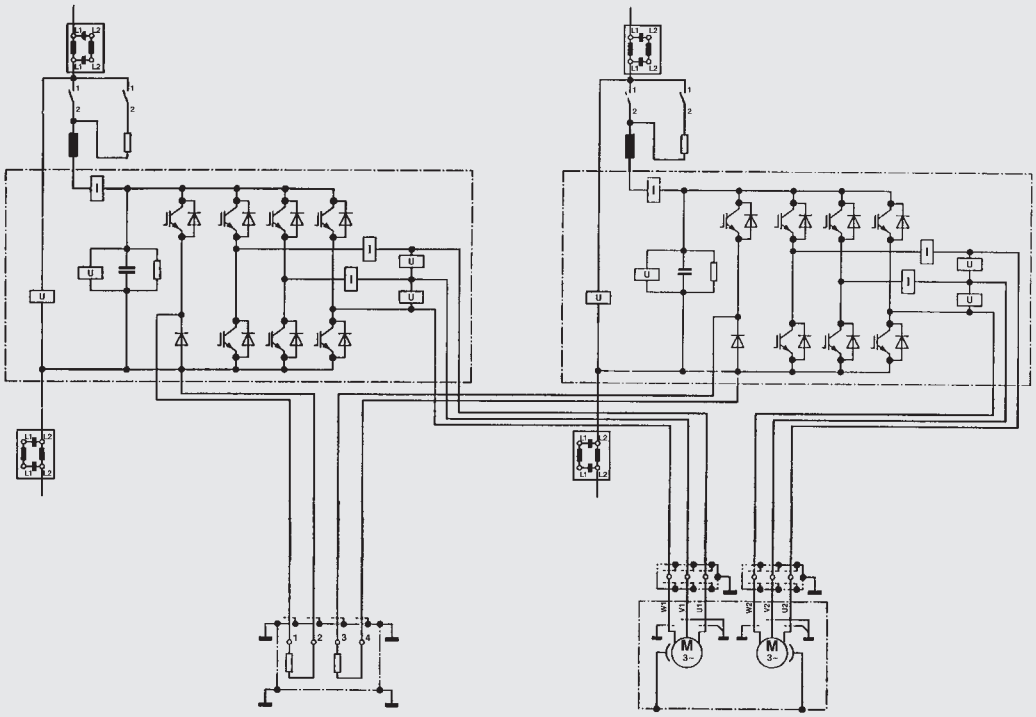
Zug- und Bremskraftverlauf
Tractive and braking effort
Diagram siły pociągowej





Fahrerplatz
Drivers's cab
Stano wisko motorniczego

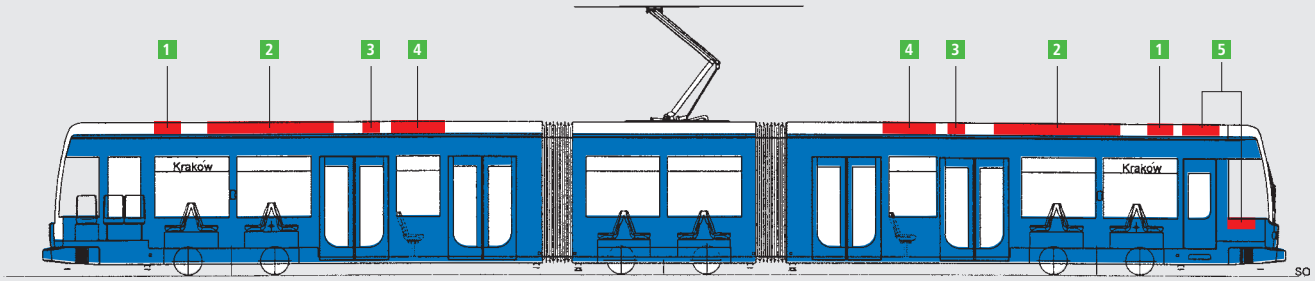
Hauptstromlaufplan
General circuit diagram
Główny schemat prądowy



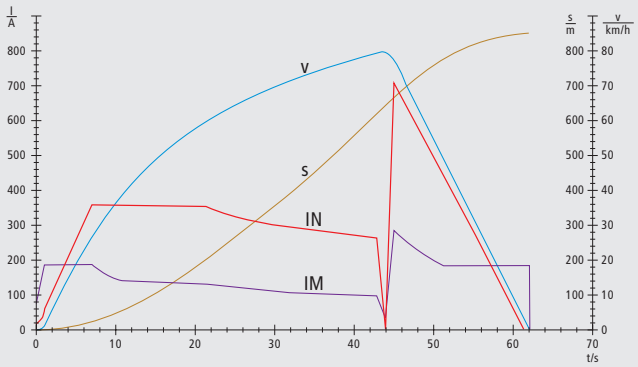
1 Bremswiderstand
2 Dachgerätegehäuse
3 Batteriekasten
4 Dachheiz- und Lüftungsgerät
5 Fahrerstandheiz- und Lüftungsgerät

1 Braking resistor
2 Roof equipment container
3 Battery
4 Heating and ventilation unit
5 Driver's cab air-conditioning unit

1 Opornik chamowania
2 Kontener dachowy
3 Skrzynia akumulatorów
4 Dachowe urządzenie ogrzewawczo wentylacyjne
5 Urządzenie ogrzewawczo wentylacyjne dla kabiny motorniczego



Fahrschaubild für besetztes Fahrzeug
Running curves of laden vehicle
Charakterystyka dynamiczna



IN	Netzstrom	IN	Line current	IN	Prąd wejściowy
IM	Motorstrom	IM	Motor current	IM	Prąd motoru
s	Weg	s	Distance	s	Droga
t	Zeit	t	Time	t	Czas
v	Geschwindigkeit	v	Speed	v	Szybkość

Niederflur-Straßenbahn NGT6
Low Floor Tramcar NGT6
Niskopodłogowego tramwaju NGT6

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne MPK Kraków w Polsce eksploatuje sieć tramwajową o długości około 85 km, obejmującą miasto Kraków wraz z dzielnicą Nowa Huta. Tramwaj jest przy tym podstawowym środkiem komunikacji miejskiej. 14 niskopodłogowych wagonów tramwajowych typu NGT6, dostarczonych w latach 1999/2000, stanowiło początek szeroko zakrojonej odnowy istniejącego parku pojazdów. Ze względu na dobre doświadczenia z tym niezawodnym typem pojazdu, na początku 2003 roku do Krakowa dostarczonych zostanie 12 pojazdów, z istniejącą opcją na dostawę dodatkowych 18 pojazdów.

Zabudowa wyposażenia elektrycznego tramwaju przeprowadzana jest na miejscu w Krakowie (local content). Koncepcja pojazdu gwarantuje wysoki komfort jazdy dla pasażerów oraz niezawodną i nie wymagającą dużych nakładów konserwacyjnych eksploatację dla użytkownika. Obok wydajnego, komputerowego systemu diagnostycznego řrmy Kiepe, rejestrującego duży zakres danych eksploatacyjnych i wydarzeń, do niezawodności i komfortu tramwaju przyczynia się fakt, że każdy z czterech silników napędowych zasilany jest przez oddzielną, własną przetwornicę trakcyjną z urządzeniem sterującym. Kluczowym podzespołem tej koncepcji są dwie dachowe obudowy urządzeń Kiepe DGG 321, znajdujące się na dachu pojazdu nad oboma wózkami napędnymi. W każdej z tych dwóch dachowych obudów urządzeń umieszczona jest jedna przetwornica sieci pokładowej, dwie kompletne przetwornice trakcyjne wraz z modułem sterującym przetwornic oraz inne moduły funkcyjne. Dachowe obudowy urządzeń dostarczane są do punktu montażu pojazdów w stanie kompletnie okablowanym i po przeprowadzeniu kontroli działania.

Każdy z czterech całkowicie selektywnych ciągów napędowych składa się funkcjonalnie z oddzielnej przetwornicy trakcyjnej, wykonanej w technologii IGBT, z własnym sterownikiem napędu, własnym opornikiem hamowania, oraz z zespołu silnika i przekładni. Taka koncepcja, przy której duży nacisk położono na uzyskanie optymalnej redundancji systemów, zapewnia wysoką dyspozycyjność techniczną.

Wysoki komfort jazdy uzyskiwany jest dzięki elektronicznej regulacji jazdy i hamowania, zapewniającej ruszanie i hamowanie bez szarpania. Energia odzyskiwana podczas hamowania może być rekuperowana do sieci trakcyjnej, co ma pozytywny wpływ na zużycie energii.

Dalszymi zaletami pojazdów typu NGT6 jest wygodna do wsiadania wysokość podłogi, nowoczesny system informacji dla pasażerów z instalacją elektroakustyczną i różnymi urządzeniami wskaźnikowymi oraz system wentylacji i ogrzewania, oddzielny dla kabiny motorniczego i pomieszczenia dla pasażerów.

DANE TECHNICZNE

Rodzaj konstrukcji	sześcioosiowy, trzyczęściowy, niskopodłogowy, (udział niskiej podłogi 65%) przegubowy wagon z własnym napędem, do ruchu jednokierunkowego
Typ	NGT 6
Rozstaw kół	1.435 mm
Szybkość maksymalna	80 km/h
Przyspieszenie (z obciążeniem)	1,10 ms^{-2}
Hamowanie (z obciążeniem)	1,14 ms^{-2}
Hamulec bezpieczeństwa w/g przepisów polskich	3,00 ms^{-2}
Napięcie sieci zasilającej	600 V prądu stałego (+20 %, -30 %)
Warunki ruchu	wg BOStrab i przepisów polskich
Kolejność osi (w/g DIN 30052)	Bo' + 2' + Bo' wózek toczny z kołami wolnobieżnymi
Długość pojazdu	26.000 mm
Szerokość pojazdu	2.400 mm
Wysokość pojazdu ponad	3.165 mm (do górnej krawędzi dachu)
główką szyny	2.915 mm (do górnej krawędzi ściany bocznej)
Odległość między środkami wózków jezdnych	9.040 mm
Rozstaw osi trakcyjnych wózków jezdnych	1.800 mm
Wysokość podłogi ponad główką szyny	290 mm
Ciężar pojazdu (w/g DIN 25008)	około 31 t
Ilość miejsc siedzących	76 + 2 miejsca dla wózków inwalidzkich + 1
Ilość miejsc stojących (5 osób/m^2)	100
średnica kół (nowe/zużyte)	590/510 mm
Przełożenie przekładni	5,06 : 1
Kontener dachowy	Kiepe DGG 321
wymiary	3.000 x 1.550 x 550 mm
Trakcyjne przemienniki częstotliwoęsci	4 IGBT bezpośrednie przemienniki pulsacyjne częstotliwości DPU 404
Napięcie wejściowe	600 V prądu stałego (+25%, -30%)
Moc wyjściowa	4 x 160 kW (ED 100%) 4 x 400 kW (max.)
Rodzaj wykonania	przemiennik pulsacyjny częstotliwości, przyłączony bezpośrednio do sieci
Chłodzenie	wspomagane chłodzenie powietrzne
Cechy szczególne	· układ Kiepe IGBT, sterowanie stopni napędowych poprzez światłowody, formowanie wzoru impulsu przez człon sterujący przemiennika częstotliwości (Kiepe USM) · łagodne ruszanie i hamowanie pojazdu · hamowanie z oddawaniem energii do sieci aż do zatrzymania pojazdu · kombinowany hamulec oporowy i rekuperacyjny · bezstykowe przełączanie jazdy, hamowania i zmiany kierunku
Regulacja	decentralna regulacja napędu za pomocą modułu regulacji napędu Kiepe ASM i modułu sterującym przemiennik częstotliwości Kiepe USM
Rodzaj wykonania	· sterowanie przebiegu czynności pojazdu przy pomocy mikroprocesora · zabezpieczenie przed poślizgiem i buksowaniem kół · zabezpieczenie przed niekontrolowanym ruchem wstecznym · ograniczenie poboru prądu z sieci · rekuperacja energii ze stałą kontrolą możliwości odbioru energii przez sieć · pamięć przebiegu czynności i błędów · rejestracja parametrów pracy/diagnostyka/analiza błędów przy pomocy komputera (PC) · złącze (interfejs) Kiepe BISS
Silniki trakcyjne	4 jednoosiowe napędy poprzeczne z okapturzonymi asynchronicznymi silnikami prądu zmiennego z własną wentylacją
Typ	MLU 3443 K/4
Moc znamionowa	125 kW
Napięcie sieci	570 V/330 V
Prąd znamionowy	163 A
Częstotliwość znamionowa	60 Hz
Obroty znamionowe	1.775 min^{-1}
Ciężar silnika	370 kg
System przenoszenia danych	Pokładowy system przenoszenia informacji i sterowania Kiepe BISS (CANopen)
Sieęc potrzeb wlasnych	2 niezależne przetwornice statyczne Kiepe BNU 414 zapewniające wysokie bezpieczeństwo zasilania
Napięcie znamionowe	600 V/750 V prądu stałego (+25 %, -30 %)
Moc całkowita (w ruchu ciągłym)	15,6 kVA
Wyjśca DC	DC 24 V, 150 A Wyłączenie napięcia ładowania 24 V do 28,8 V
Wyjśca AC	3 AC 400/230 V, 8,5 kVA

Z zastrzeżeniem zmian.

TECHNISCHE DATEN

Bauart	sechsachsiger dreiteiliger 65%-Niederflurgelenktriebwagen für Einrichtungsbetrieb
Typ	NGT6
Spurweite	1.435 mm
Höchstgeschwindigkeit	80 km/h
Beschleunigung (beladen)	1,1 ms^{-2}
Bremsverzögerung (beladen)	1,14 ms^{-2}
Gefahrbremse (Polnische Vorschrift)	3,0 ms^{-2}
Netzspannung	DC 600 V (+20%, -30%)
Einsatzart	gemäß BO Strab und Polnischen Vorschriften
Radsatzfolge (nach DIN 300 52):	Bo' + 2' + Bo' Laufgestell mit Losrädern
Wagenkastenlänge über Blech	26.000 mm
Wagenbreite über Blech	2.400 mm
Wagenkastenhöhe über SO	3.165 mm (bis OK Dachblende) 2.915 mm (bis OK Seitenwand)
Fahrwerk-Mittenabstand	9.040 mm
Triebdrehgestell-Achsabstand	1.800 mm
Einstiegshöhe über SO	290 mm
Fahrzeugmasse (nach DIN 25 008)	ca. 31 t
Sitzplätze	76 + 2 Rollstuhlplätze + 1
Stehplätze (5 Personen/m^2)	100
Raddurchmesser (neu/abgenutzt)	590 mm/510 mm
Getriebeübersetzung	5.06 : 1
Dachgerätegehäuse	Kiepe DGG 321
Abmessungen	3.000 x 1.550 x 550 mm (L x B x H)
Traktionsumrichter	4 IGBT Direkt-Pulsumrichter Kiepe DPU 404
Eingangsspannung	DC 600 V (+25 %, -30 %)
Ausgangsleistung	4 x 160 kW (ED 100%), 4 x 400 kW (max.)
Ausführung	direkt am Netz betriebener Pulswechselrichter
Kühlung	forcierte Luftkühlung
Merkmale	· IGBT-Technik, Ansteuerung der Treiberstufen über Lichtleiter, Vorgabe der Pulsmuster durch Umrichtersteuermodul · ruckfreies Anfahr- und Bremsverhalten · generatorische Bremse bis zum Anhalten des Fahrzeugs · kombinierte Nutz- und Widerstandsbremse · kontaktfreie Fahr-/Brems-/Richtungsumschaltung
Steuerung	Dezentralisierte Traktionsregelung mit Antriebssteuermodul Kiepe ASM und Umrichtersteuermodul Kiepe USM
Ausführung	· Betriebsablaufsteuerung über Mikroprozessor · Schleuder-/Gleitschutz · Rückrollsicherung · Netzstrombegrenzung · Netzrückspeisung mit kontinuierlicher Überwachung der Netzaufnahmefähigkeit · Ereignis-/Fehlerspeicher · Betriebsdatenerfassung/Diagnose/Fehleranalyse mittels PC · BISS-Schnittstelle
Fahrmotoren	4 Einzelachs-Querantriebe mit gekapselten, eigenbelüfteten Drehstromasynchronmotoren
Typ	MLU 3443 K/4
Bemessungsleistung	125 kW
Bemessungsspannung	570 V/330 V
Bemessungsstrom	163 A
Bemessungsfrequenz	60 Hz
Bemessungsdrehzahl	1.775 min^{-1}
Masse	370 kg
Wagenbus	Bord-Informations- und Steuersystem (CANopen-Protokoll)
Bordnetz	2 autarke statische Bordnetzumformer Kiepe BNU 414 gewährleisten höchste Versorgungssicherheit
Eingangsspannung	DC 600 V (+25 %, -30 %)
Gesamtleistung (dauernd)	15,6 kVA
DC-Ausgang	DC 24 V, 150 A Ladeschlußspannung 24 V bis 28,8 V
AC-Ausgang	3 AC 400 V/230 V, 8,5 kVA

Änderungen vorbehalten.

TECHNICAL DATA

Type of vehicle	6-axle 65 %-low-floor articulated light rail vehicle for unidirectional operation
Type	NGT6
Rail gauge	1,435 mm
Maximum speed	80 km/h
Acceleration (loaded)	1.10 ms^{-2}
Braking deceleration (loaded)	1.14 ms^{-2}
Hazard brake (Polish regulations)	3,00 ms^{-2}
Line voltage	DC 600 V (+20 %, -30 %)
Operation	According to BOStrab (Regulations on Operation of Tramways) and Polish regulations
Wheel Arrangement (according to DIN 300 52)	Bo' +2' +Bo' Unpowered bogies with independent wheels
Car body length	26,000 mm
Car body width	2,400 mm
Body height above rails	3,165 mm 2,915 mm
Distance between bogie-centers	9,040 mm
Motor bogie-axle base	1,800 mm
Height of entrance level above rails	290 mm
Vehicle mass (according to DIN 25 008)	ca. 31 t
Seated passengers	76 + 2 wheelchair places + 1
Standees (5 passengers/m^2)	100
Wheel diameter (new/worn)	590 mm/510 mm
Gear ratio	5.06 : 1
Roof equipment containers	Kiepe DGG 321
Dimensions	3,000 mm x 1,550 mm x 550 mm (length x width x height)
Traction inverter	4 IGBT direct pulse inverters Kiepe DPU 404
Input voltage	DC 600 V/750 V (+25 %, -30 %)
Output power	4 x 160 kW (continuous) 4 x 400 kW (max.)
Type	pulse converter directly operated on the mains
Cooling	forced air cooling
Characteristics	· IGBT technology, control of the drive units via fiber optics, pulse patterns computed by assigned converter control units · Jerk-free starting and braking · Dynamic braking up to standstill of the vehicle · Combined regenerative/rheostatic brake · Contactor-less changeover between motoring/breaking mode and forward/reverse
Traction control	Traction control systems consisting of separate drive control units (Kiepe ASM) and converter control units (Kiepe USM)
Characteristics	· Operating process control based on microprocessor technology · Wheel spin/slide protection · Roll-back blocking · Mains current limitation · Regenerative brake with continuous supervision of the main receptivity · Event/fault storage · Service data recording, diagnostics/fault analysis via PC · BISS interface
Traction motors	4 fully suspended individual axle drives with encapsulated, self-ventilated AC asynchronous motors
Type	MLU 3443 K/4
Rated power	125 kW
Rated voltage	570 V/ 330 V
Rated current	163 A
Rated frequency	60 Hz
Rated rotational speed	1,775 min^{-1}
Motor mass	370 kg
Vehicle Bus technology	On-board information and control system (CANopen communication profile)
Auxiliary power supply	2 IGBT auxiliary static converters Kiepe BNU 414
Input voltage	DC 600 V/750 V (+25 %, -30 %)
Total power (continuous)	15.6 kVA
DC output	DC 24 V, 150 A Final charging voltage 24 V to 28.8 V
AC output	3 AC 400/230 V/8.5 kVA

Subject to change without notice.

Vossloh Kiepe GmbH

D-40555 Düsseldorf (Germany) · Postfach 13 05 40
Telefon +49 (0) 2 11 74 97-0 · Telefax +49 (0) 2 11 74 97-300
info@vkd.vossloh.com · www.vossloh-kiepe.com

388–10/03