



**26. MEDZINÁRODNÁ KONFERENCIA  
„SÚČASNÉ PROBLÉMY V KOLĀJOVÝCH  
VOZIDLÁCH - PRORAIL 2023“  
20. – 22. septembra 2023, Žilina, Slovensko**

<https://doi.org/10.26552/spkv.Z.2023.1.26>

## **VÝVOJ DUÁLNIĀ LOKOMOTIV CZ LOKO DEVELOPMENT OF CZ LOKO DUAL LOCOMOTIVES**

**Jan KOPAL<sup>\*)</sup>, Michal BENICKÝ**

### **1 ÚVOD**

CZ LOKO jako tradiční výrobce motorových lokomotiv musí reagovat na aktuální situaci na trzích, kde dochází k odklonu od čistě dieselových řešení, a proto zařazuje do portfolia lokomotivy duální. Jedná se o velký krok v historii společnosti, neboť tímto se CZ LOKO zařazuje mezi výrobce lokomotiv elektrických. Prvním zástupcem duálních lokomotiv se stává řada 190 s obchodním označením DualShunter 2000 DC. Přestože koncepce duální lokomotivy řady 190 vychází z lokomotivy řady 744, nejedná se o motorovou lokomotivu se sběračem, ale o elektrickou lokomotivu se spalovacím motorem. Tato drobná nuance ovšem kompletně mění technické vnímání lokomotivy jako celku a staví před výrobce mnohá úskalí, která doposud nebylo nutno řešit.

### **2 POPIS LOKOMOTIVY ŘADY 190 (DUALSHUNTER 2000 DC)**

Hnací drážní vozidlo řady 190 je čtyřnápravová duální lokomotiva s uspořádáním dvojkolí Bo'Bo' o hmotnosti 20 tun na nápravu. Lokomotiva je určena pro středně těžkou posunovací a traťovou službu na vlečkách a tratích o rozchodu 1 435 mm při rychlosti do 100 km/h.

Lokomotiva (**obr. 1**) je navržena pro provoz na elektrifikovaných tratích se systémem 3 kV DC a pro provoz na neelektrifikovaných tratích, kde jako zdroj energie slouží motorgenerátor složený ze spalovacího motoru Caterpillar C32 o výkonu 895 kW.

Konceptně je lokomotiva řešena jako kapotová s postranními ochozy a jednou věžovou kabinou strojvedoucího. V kapotách před kabinou je umístěn hnací agregát složený ze spalovacího motoru a trakčního alternátoru, kombinovaný chladič a příslušenství spalovacího motoru, dále kompresorové soustrojí s pneumatickým blokem a elektrické rozváděče R3 (pomocné pohony) a R4 (zabezpečovače). V zadní menší kapotě se nachází elektrický rozváděč R1 (trakce), trakční střídače a blok elektrodynamické brzdy (EDB). V kabině jsou dva ovládací pulty diagonálně umístěné vpravo pro každý směr jízdy.

Pojezd lokomotivy je tvořen dvojicí dvounápravových podvozků. V prostoru mezi podvozky pod hlavním rámem je ve střední části uložena palivová nádrž, kontejner trakční tlumivky a hlavní vzduchojem o objemu 1 000 l.

Regulaci výkonu a ovládání celé lokomotivy zajišťuje řídicí systém firmy MSV elektronika. Lokomotiva je vybavena vlakovými zabezpečovači BL3 (pro provoz v Itálii).

<sup>\*)</sup> **Ing. Jan KOPAL**, CZ LOKO, a.s. Drahelická 2083, 288 03 Nymburk. Tel.: +420 724 809 290, e-mail: jan.kopal@czloko.cz.

**Ing. Michal BENICKÝ**, CZ LOKO, a.s. Semanínská 580, 560 02 Česká Třebová. Tel.: +420 727 969 769, e-mail: michal.benicky@czloko.cz.



**Obr. 1** Lokomotiva řady 190 (DS2000DC)

**Fig. 1** Locomotive class 190 (DS2000DC)

## 2.1 Pojezd lokomotivy

Pojezd lokomotivy, který je tvořen dvojicí dvounápravových podvozků, je takřka identický s řadou 744, největším rozdílem je dosazení nově vyvinutých trakčních motorů a dosazení nápravových uzemňovačů na každé dvojkolí.

Rámy podvozků jsou svařované konstrukce a jsou zcela totožné s řadou 744. Dvojkolí, s pojezdovými koly o jmenovitém průměru 1 100 mm (jejichž součástí jsou brzdové disky) s pouzdrem obepínajícím nápravu pro uložení trakčního elektromotoru, jsou sestavena ze stejných dílů jako u lokomotivy 744. Rozdílem je osazení nápravových uzemňovačů a dosazení nově vyvinutého trakčního elektromotoru TAM 1085 C6.

Ložiskové skříně jsou řešeny jako odlitky. V každé ložiskové skříně je jedna kompaktní ložisková jednotka SKF CTBU class K. Vedení dvojkolí a přenos podélných sil (tažných i brzdících) zajišťují ojníčky, kterými jsou ložiskové skříně spojené s rámem podvozku. Ojníčky mají v okách pryžové pouzdrové pružiny. V pouzdrech jsou čepy pro přišroubování ojníčky k hlavnímu rámu vozidla a k ložiskové skříně.

Primární i sekundární vypružení je řešeno pomocí vinutých flexi-coil pružin. Tlumení svislého kmitání vozidla je zajištěno sadou hydraulických tlumičů, po jednom na každé straně podvozku. Příčné kmitání vozidla je opět tlumené párem hydraulických tlumičů.

Součástí pojezdu je také mechanická část brzdy. Ta je tvořena osmi jednotkami kotoučové brzdy a brzdovými kotouči, umístěnými na discích celistvých kol. Součástí každé brzdové jednotky kotoučové brzdy je i pružinový brzdový válec střadačové brzdy. Pro zajištění čistění jízdní plochy kol od nečistot je u každého kola umístěna jednotka čistícího přítlaku.

## 2.2 Hlavní rám

Hlavní rám rozměrově a koncepčně navazuje na řadu 744. Je celosvařované konstrukce se dvěma hlavními podélníky, které jsou vzájemně spojeny čelníky, nosnými příčkami a horním plechem. Na hlavním rámu jsou připravena místa pro zabudování motorgenerátoru, kapot, kabiny strojvedoucího, zásobníků písku a dalších prvků. Hlavní rám lokomotivy je doplněn balastem, který upravuje celkovou hmotnost lokomotivy a zajišťuje její rovnoměrné rozložení.

Za čelníky hlavního rámu jsou umístěné prostorné plošiny pro posunovače a boční schody na ohoz hlavního rámu, které zajišťují snadnější výstup pro obsluhu. Schody nemají ostré hrany představující překážku pro obuv personálu. Pro splnění CRASH požadavků jsou na čelníky namontovány duplexní deformační prvky G2-300L.A2-300M od firmy EST.

Na oba čelníky lokomotivy je přišroubováno táhlové ústrojí, typ RG20-LF.

Na spodní straně každého čelníku je připevněno smetadlo překážek (pluh).

Hlavní rám je na podvozci ch usazen pomocí osmi pružin vyu ivaj ic ich flexi-coil efektu. Paralelně s pružinami jsou zapojeny tlumiče kmit . Na hlavním rámu je dále přivařena konzola pro uchycení tlumiče p i i n ych kmit .

Vedení hlavn ioho rámu v podvozku je zaji t eno pomocí tažného čepu. Na hlavním rámu jsou dva ta n e  epy, vždy jeden pro vedení jednoho podvozku.

Ve střední  asti je pod hlavním rámem zavěšena palivová nádrž, trakční tlumivka a hlavní vzduchojem.

### 2.3 Hn ac i soustrojí

Na lokomotivu je dosazen motorgenerátor sestavený ze spalovac ioho motoru Caterpillar C32 o výkonu 895kW (stejný jako na 744) a trak n ioho alternátoru Siemens 1FC4 560-6 (obdoba 744 na výši napětí). Spojení trak n ioho alternátoru a spalovac ioho motoru je provedeno p ri roubov an im statoru stroje na p i rubu sk in e motoru. Motor splňuje emisní limity Stage V, cyklus F dle Na i zen i Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/1628.

Chlazení spalovac ioho motoru je rozděleno na dva okruhy. První okruh je kapalinový a ochlazuje pl   t spalovac ioho motoru, mazací olej motoru, turbodmychadla a výfukové plyny v recirkulační větvi. Druhým okruhem je chlazen plnicí vzduch motoru při výstupu z turbodmychadel.

Blok chlazení spalovac ioho motoru (totožný jako na 744) je situovaný do přední  asti lokomotivy. Tvo i ho chladičový rám, chladiče, ventilátor a elektromotor pohonu ventilátoru. Nedílnou součastí kapalinového okruhu je vyrovnávací nádrž, um i ten a nad přední  ast i spalovac ioho motoru.

Na lokomotivu je dosazena palivová nádrž o objemu 1 750 l (pro porovnaní u lokomotivy 744 je objem nádrže 4 200 l). Um i ten a je do střední  asti lokomotivy pod hlavní rám.

### 2.4 Pneumatická a brzdová výstrojí

Dodávku stlačeného vzduchu pro pneumatickou brzdu a dal  i pneumatické systémy lokomotivy obstarává lamelový kompresor Mattei M 86 J. Sou ast i kompresoru je kombinovaný chladič oleje i vzduchu kompresoru. Samotné povel y ke spínání chodu kompresoru pak dává r idic i systém lokomotivy na základě hodnot y tlaku vzduchu v hlavních vzduchojemech, potažmo v napájecím potrubí.

Lokomotiva obsahuje systémy samo inn e, p i mo inn e a elektrodynamické brzdy od výrobce DAKO.

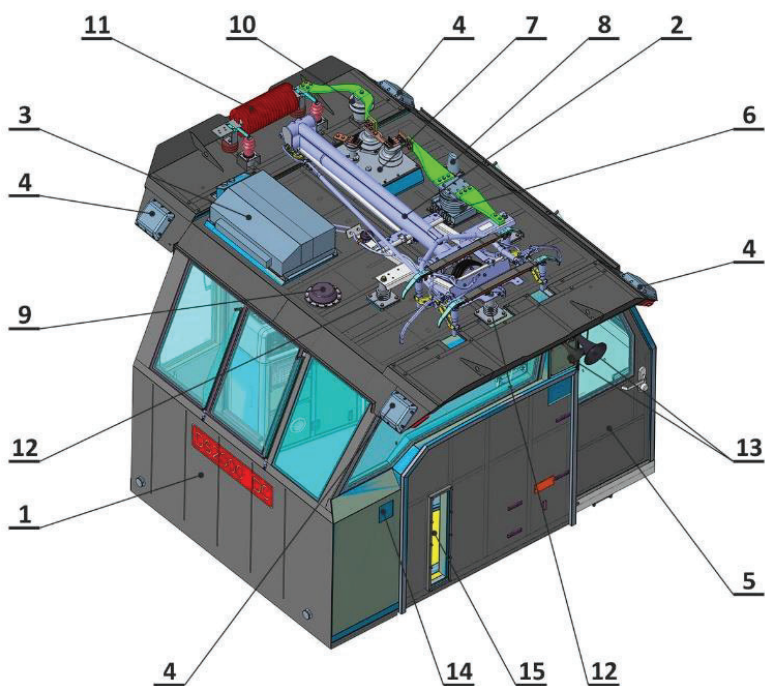
### 2.5 Kabina a kapoty

Lokomotiva je koncipována jako kapotová s postranními ochozy a jednou věžovou kabinou strojvedou ioho um i tenou na hlavním rámu. Směrem odp edu se na lokomotivě nacházejí tyto celky:

- Přední kapota (kompresor, pneublok, rozváděč pomocných pohonů R3, rozváděč zabezpe ov a u R4, ventilátor chlazení 1. podvozku).
- Chladi ov a kapota (chladicí blok).
- Motorová kapota (motorgenerátor, trakční usměrňovač, rychlovyp ina  obvodu DC okruhu, jednotka klimatizace, pomocný kompresor, ventilátor chlazení 2. podvozku).
- Kabina strojvedou ioho (stanovi t e, rozváděč r idic ioho systému R2).
- Zadní kapota (rozváděč trakční R1, trakční st i da e, odporník EDB).

### Kabina strojvedoucího

Konstrukce kabiny strojvedoucího koncepčně navazuje na kabinu lokomotiv 744 a 742.7. Je tvořena kostrou z ocelových profilů, které jsou svařeny v jeden celek. Na hlavním rámu je uložena pružně prostřednictvím šesti silentbloků. Kabina je zvukově i tepelně izolována a podlaha kabiny je opatřena bezpečnostní podlahovou krytinou s protiskluzovým povrchem.



**Obr. 2** Kabina strojvedoucího

**Fig. 2** Driver's cabin

#### Legenda k **br. 2**

1	Kabina strojvedoucího	9	Anténa diagnostického systému
2	Sběrač trakčního proudu	10	Bleskojistka 3kV DC
3	Výparníková jednotka klimatizace	11	Vstupní filtr – odrušovací tlumivka a kondenzátory
4	Anténa zabezpečovacího zařízení BL3	12	Izolátor
5	Dveře kabiny	13	Houkačky
6	Transformátor měření spotřeby el. energie	14	Hrdlo nádoby kapaliny do ostřikovačů
7	Odpojovač/uzemňovač trakčního obvodu	15	Propojovací konektory
8	Anténa měření spotřeby el. energie		

Pro zajiřtění dobrého výhledu má kabina velkou prosklenou plochu zaruřující velmi dobré v hledov e poměry.  eln i okna jsou vyrobená z lepených bezpeřnostn ich skel. Pro potlaění zrcadlení a reflexů jsou čelní okna provedena s negativním sklonem. Proti oslnění jsou dále instalovány stahovací rolety.  eln i skla kabiny i okna dveří jsou elektricky vyhřívána. Každé  eln i sklo je vybaveno dvěma stěrači. Okno dveří je vybaveno jedním stěračem.  eln i okna jsou navíc vybavena ostřikovači.

V kabině jsou dva diagonálně um stěnen e ovládací pulty. Oba ovládací pulty jsou vybaveny prvky nezbytnými pro plnohodnotn e řízení vozidla. Ovládací prvky jsou na pultech rozmístěny tak, že je mořn e lokomotivu ovládat vsedě i vestoje. Dalř i ovládací prvky (včetně jističů) nezbytn e pro provoz lokomotivy jsou soustředěny na panel jističů (nad elektrick m rozváděčem R2), na panel ovládačů (nad odkládací skřínkou u 2. stanoviřtě strojvedoucího), př ipadn e do elektrického rozváděče R2. Kabina je vytápěna pomocí elektrických topných těl, um stěnen ch ve stupinc ich a doplňkov e nezávisl m teplovzduřn m vytápěcím agregátem. T elosa vytápí kabinu v dechy um stěnen mi těsně nad podlahou. Topn  t elosa jsou napájena z elektrického rozváděče pomocných pohonů.

## 2.6 Trakční elektrick  výzbroj

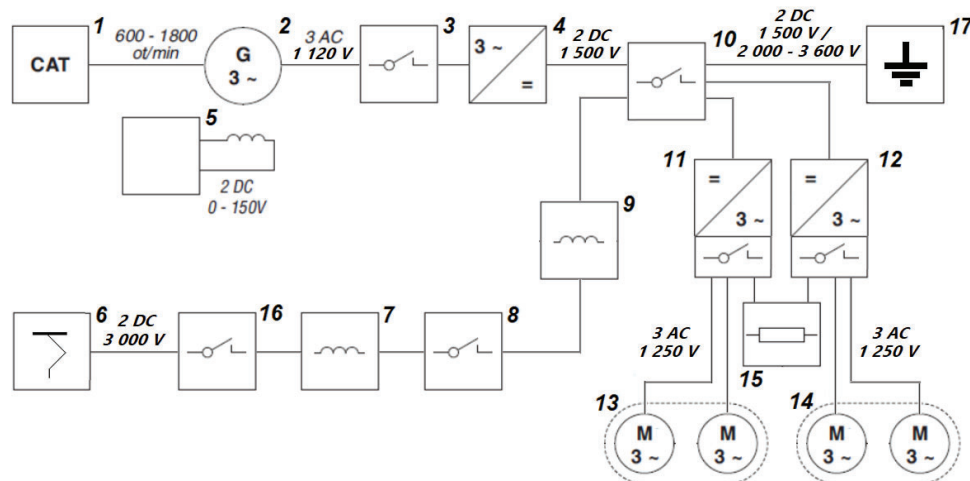
Lokomotiva je koncipována jako duální, tedy zdrojem energie je buď trakční vedení, nebo motorgenerátor. O přechod mezi jednotlivými zdroji trakční energie a správnou konfiguraci trakčního obvodu se stará řídicí systém lokomotivy a systém ochran prostřednictvím přepojovače systémů.

V reřimu napájení z trakčního vedení je energie do lokomotivy přiváděna přes sběrač trakčního proudu, odpojovač, vstupní filtr, hlavní vypínač, trakční tlumivku a přepojovač systémů. T m je zajiřtěno napájení DC meziobvodu.

V reřimu napájení z motorgenerátoru je zdrojem energie trakční alternátor Siemens 1FC4 560-6. Ten je poháněn spalovacím motorem Caterpillar C32. Z trakčního alternátoru je přes odpojovač napájen trakční usměřn vač Alfa Union TSU 07312, čímř je vytvářen DC meziobvod. Buzení trakčního alternátoru obstar ava statický budič. Ten je součástí elektrického rozváděče pomocných pohonů R3.

Stejnospěrn y meziobvod slouř i k napájení dvou trakčních střídačů (v reřimu trolej řazených sériově, v reřimu diesel paralelně). Každý trakční střídač dodáva energii dvojici trakčních asynchronních elektromotorů TAM 1085 C6 s kotvou nakrátko. Trakční střídače řídí chod trakčních elektromotorů v j zdn m i brzdov m reřimu (EDB), a to tak, aby byly v maximální míře využity trakční schopnosti lokomotivy na mezi adheze. V případě poruchy jednoho z trakčních motorů nebo jednoho z trakčních střídačů, je v reřimu napájení z motorgenerátoru umořněn nouzový dojezd s jedním aktivním podvozkem.

Na lokomotivu jsou dosazeny dva trakční střídače typu TAC 1500-G. Každý trakční střídač zabezpeřuje řízení a přenos trakční energie pro dva asynchronní trakční elektromotory. Řízení střídače je vektorov e orientované na rotorový tok. Trakční střídač řídí chod trakčního elektromotoru v trakčním i brzdov m reřimu (EDB) a to tak, aby byly v maximální míře využity trakční schopnosti lokomotivy na mezi adheze. Kromě v ykonov e části obsahuje i řídicí část, která se skl ada z ochranných, ovládacích a komunikačních obvodů. Ovládání trakčního střídače z řídicího systému lokomotivy je řeřeno pomocí CAN linky nebo nouzov e kontaktní regulací. Záznamy poruch a některých událostí se ukl ad aji do interní paměti řízení trakčního střídače. Pomocí diagnostické linky a přes diagnostický program je pak mořn e sledovat vřechny měřené veliřiny a sledovat výskyt poruch.



**Obr. 3** Schématické znázornění trakčního obvodu

**Fig. 3** Schematic representation of the traction circuit

Legenda k **obr. 3**:

1	Spalovací motor	10	Přepojovač systémů
2	Trakční alternátor	11	Trakční střídač – 1.podvozek
3	Odpojovač alternátoru	12	Trakční střídač – 2.podvozek
4	Trakční usměrňovač	13	Trakční motory – 1. podvozek
5	Budič trakčního alternátoru	14	Trakční motory – 2. podvozek
6	Sběrač trakčního proudu	15	Blok elektrodynamické brzdy
7	Vstupní filtr	16	Odpojovač
8	Hlavní vypínač	17	Nápravový uzemňovač
9	Trakční tlumivka		

Lokomotiva je vybavena elektrodynamickou brzdou. V režimu elektrodynamické brzdy (EDB) pracují trakční motory v generátorovém režimu. Takto vytvořená energie se prostřednictvím trakčních střídačů vrací do meziobvodu, kde je použita pro napájení pomocné elektrické sítě. Přebytečná energie je v případě napájení lokomotivy z trolejového vedení rekuperována do trolejového vedení. Není-li rekuperace možná, a dále v režimu napájení z motorgenerátoru, je tato energie spotřebována v brzdovém odporu EDB.

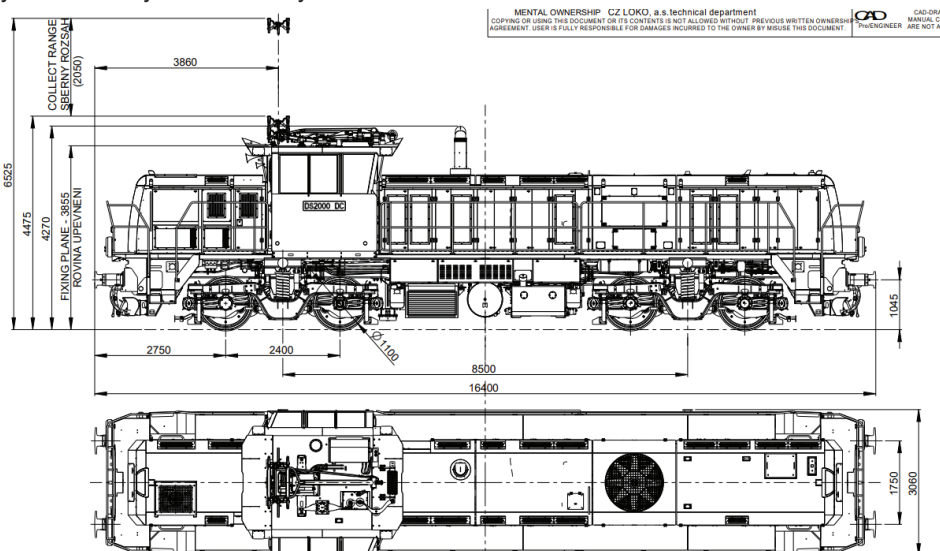
Palubní síť lokomotivy má jmenovité napětí 24 V DC. Zdrojem napětí jsou čtyři sérioparalelně řazené olověné baterie 12 ZeMaRail 214 DS o celkové kapacitě 428 Ah. Na lokomotivu jsou dále dosazeny dvě do série zapojené olověné baterie 12 ZeMaRail 214 DS o celkové kapacitě 214 Ah. Tyto baterie slouží pouze jako startovací baterie pro spalovací motor pro zajištění stability palubní sítě.

Veškeré elektrické obvody jsou chráněny proti proudovému přetížení jističi a pojistkami. Stav jednotlivých obvodů jsou signalizovány kontrolkami na ovládacím pultu nebo na technicko-diagnostickém displeji (TDD). Veškeré poruchy jsou centrálně signalizovány do kabiny strojvedoucího. K jejich zobrazení slouží opět TDD a kontrolky umístěné na ovládacích pultech.

Na čela lokomotivy jsou nad horními LED návěstními světly dosazeny kamery. Obraz z kamer je přenášen na displeje do kabiny strojvedoucího. Kamerový systém je vybaven záznamovým zařízením, které obraz zaznamenává.

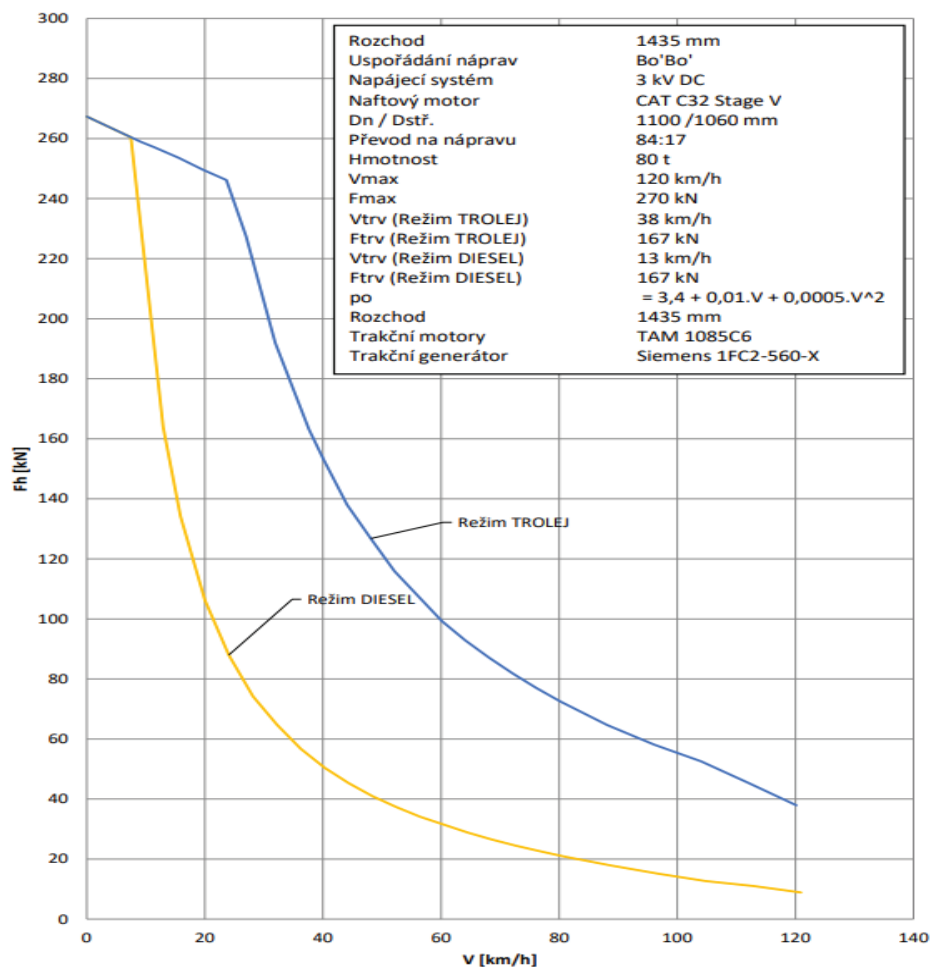
### 3 ZÁKLADNÍ PARAMETRY LOKOMOTIVY ŘADY 190 (DS2000DC)

Rozchod	1 435 mm
Nejvyšší provozní rychlost vyvinutá vlastní silou	100 km/h
Nejvyšší provozní rychlost při tažení	120 km/h
Provozní hmotnost v provozním stavu dle normy EN 15 663	80 tun (+3/−1 %)
Jmenovitá hmotnost na nápravu	20 tun
Uspořádání dvojkolí	Bo' Bo'
Velikost převodu v nápravové převodovce	84:17
Počet hnacích dvojkolí	4
Obrys pro dráží vozidlo	G1 dle EN15273-2+A1
Délka přes nárazníky	16 400 mm
Vzdálenost středů otočných čepů	8 500 mm
Rozvor podvozků	2 400 mm
Jmenovitý průměr kola	1 100 mm
Jízdní obrys kola	S1002 dle ČSN EN 13715
Nejmenší poloměr oblouku, při průjezdu rychlostí do 5 km/h	80 m
Výkon na háku trvalý	
- v režimu napájení z trolejového vedení	1 755 kW
- v režimu napájení z motorgenerátoru	590 kW
Trvalá rychlost	
- v režimu napájení z trolejového vedení	38 km/h
- v režimu napájení z motorgenerátoru	13 km/h
Tažná síla na háku při trvalém výkonu	167 kN
Maximální tažná síla na spřáhle	270 kN
Výkon elektrodynamické brzdy	2x 600 kW



Obr. 4 Typový výkres lokomotivy řady 190 (DS2000DC)

Fig. 4 Type drawing of locomotive class 190 (DS2000DC)



**Obr. 5** Trakční charakteristika lokomotivy řady 190 (DS2000DC)  
**Fig. 5** Traction characteristics of the locomotive class 190 (DS2000DC)

#### 4 ZÁVĚR

Lokomotivou řady 190 vstupuje CZ LOKO do nového období ve své historii, neboť se z výrobce čistě dieselových lokomotiv posouvá do segmentu lokomotiv duálních (a tedy elektrických). Tento krok je logickým vyústěním o snahu patřit i nadále mezi evropskou špičku mezi výrobci posunovacích lokomotiv. Kombinace plnohodnotného dieselového motoru a troleje se z hlediska použití lokomotivy nejen k obsluze vlečků a terminálů, ale i k plnohodnotné dopravě lehčích vlaků po nezatrolejevaných tratích, jeví jako logická. Do budoucna se otevírá možnost využití technologií a nabytých zkušeností i pro použití dalších kombinací dle určení lokomotivy (kombinace troleje s baterií, vodíkovým článkem, případně čistě elektrická verze).



### Resumé

Drážní vozidlo řady 190 je čtyřnápravová duální lokomotiva s uspořádáním pojezdu Bo'Bo'. Lokomotivu je možné provozovat ve dvou režimech. V režimu DIESEL je zdrojem elektrické energie motorgenerátor složený ze spalovacího motoru Caterpillar C32 o výkonu 895 kW a trakčního alternátoru Siemens 1FC4 560-6. V režimu TROLEJ je zdrojem energie trolejové trakční vedení 3kV DC. Je určena pro středně těžkou posunovací a traťovou službu na vlečkách a tratích o rozchodu 1435 mm při rychlosti do 100 km/h ve střeoevropských klimatických podmínkách.

### Summary

This paper is focused on briefly technical description of the new locomotive from CZ LOKO production. The class 190 (DualShunter2000 DC) rolling stock is a four-axle dual-mode locomotive with a Bo'Bo' wheel arrangement. The locomotive can be operated in two modes. In DIESEL mode, the motor-generator (which consisted of a Caterpillar C32 combustion engine with an output of 895 kW and a Siemens 1FC4 560-6 traction alternator) is the source of electrical energy. In TROLLEY mode, the 3kV DC overhead line traction line is the power source. The vehicle is intended for medium-duty shunting and track service on sidings and tracks with a gauge of 1435 mm at speeds up to 100 km/h in Central European climatic conditions. Locomotive is the evolution of diesel locomotive class 744 with which share some components as bogies, diesel engine, cooling unit and use very similar concept - main frame, cabin, hoods, traction motors, alternator etc. It is the first step for CZ LOKO in the new field of green dual-mode (or electric) locomotives.



