

DUÁLNÍ A HYBRIDNÍ LOKOMOTIVY CZ LOKO

DUAL AND HYBRID LOCOMOTIVES FROM CZ LOKO

Michal BENICKÝ¹, Michal KASALA², Jan KOPAL³, Matěj PÁCHA⁴

Abstrakt

CZ LOKO, a.s., rozšiřuje své portfolio o hybridní a duální vozidla. Hybridním vozidlem rozumíme vozidlo s primárně bateriovým zdrojem trakční energie se záložním agregátem – například HybridShunter 400 a 1000. Duální vozidlo pak získává energii z trolejového vedení (v závislé trakci) nebo z motorgenerátoru, případně trakční baterie (nezávislá trakce) – DualShunter 2000 DC a AC.

Klíčová slova

hybridní lokomotiva, duální lokomotiva, HybridShunter, DualShunter, Green deal

Abstract

CZ LOKO, a.s. expands its portfolio with hybrid and dual vehicles. By hybrid vehicle we mean a vehicle with a primarily battery source of traction energy with a backup unit – for example HybridShunter 400 and 1000. The dual vehicle then obtains energy from the overhead line (in dependent traction) or from a motor generator or traction battery (independent traction) – DualShunter 2000 DC and AC.

Keywords

hybrid locomotive, dual locomotive, HybridShunter, DualShunter, Green Deal

1 ÚVOD

CZ LOKO, a.s. jako tradiční výrobce diesel-elektrických lokomotiv musí samozřejmě reagovat na současné trendy v oblasti konstrukce vozidel a požadavky zákazníků, které jsou dány jednak reálnou provozní situací, ale také reflektují současnou environmentální politiku (např. Green deal). Z tohoto důvodu se tradiční portfolio vyráběných vozidel rozšiřuje o dvě zcela nové větve – hybridní a duální lokomotivy.

Hybridními lokomotivami rozumíme takové, u kterých je primárním zdrojem energie akumulátorová baterie, která je doplněna záložním zdrojem ve formě motorgenerátoru, který umožňuje nouzový dojezd sníženým výkonem nebo dobítí baterie tam, kde není možnost dobít baterie z vnějšího zdroje. V tuto chvíli máme dva zástupce této kategorie, dvounápravovou

¹ Ing. Michal Benický, CZ LOKO, a.s. Semanínská 580, 560 02 Česká Třebová. Tel.: +420 727 969 769, e-mail: michal.benicky@czloko.cz

² Ing. Michal Kasala, CZ LOKO, a.s. Semanínská 580, 560 02 Česká Třebová. Tel.: +420 721 942 815, e-mail: michal.kasala@czloko.cz

³ Ing. Jan Kopal, CZ LOKO, a.s. Drahelická 2083, 288 03 Nymburk. Tel.: +420 724 809 290, e-mail: jan.kopal@czloko.cz

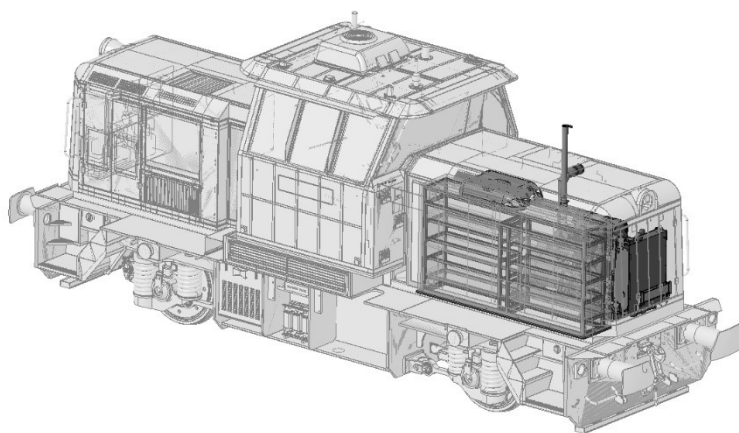
⁴ Ing. Matěj Pácha, Ph.D., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta elektrotechniky a informačních technologií. Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina. Tel.: +421 949 344 196, e-mail: matej.pacha@feit.uniza.sk

lokomotivu HybridShunter 400 – známou také jako projekt TRIO, která je ve fázi testování a větší HybridShunter 1000, který využívá platformu lokomotivy 744.1.

Jako duální lokomotivu uvažujeme takovou, která kombinuje dva plnohodnotné zdroje energie. Primárně uvažujeme kombinaci energie odebírané z trolejového vedení (závislá trakce) a motorgenerátoru (nezávislá trakce) s možnou budoucí náhradou motorgenerátoru akumulátorovou baterií. V této kategorii máme v současné době dva zástupce – DualShunter 2000 DC (3 kV + DE) a DualShunter AC (25 kV 50 Hz + 15 kV 16,7 Hz + DE/AKU).

2 HYBRIDSHUNTER 400 (HS400, TRIO)

Z hlediska hybridních lokomotiv CZ LOKO se jedná o pilotní projekt akumulátorové lokomotivy s pomocným motorgenerátorem. Lokomotiva vychází z platformy posunovací lokomotivy 719.701 a je koncipována jako sériový plug-in hybrid určený pro posunovací a lehkou traťovou službu s uspořádáním dvojkolí B₀ pro rozchod 1435 mm při rychlosti do 60 km/h. Oproti klasické dieselelektrické lokomotivě je trakční motorgenerátor s chladičem nahrazen akumulátorovou baterií, 4Q měničem a pomocným motorgenerátorem. Akumulátorová baterie je dobíjena rekuperací při brzdění EDB, pomocným motorgenerátorem nebo z vnější sítě.



Obr. 1 Lokomotiva HS400

Lokomotiva je v současné době ve fázi zkušebního provozu, zkušenosti získané provozem HS400 bychom rádi využili při vývoji větší hybridní lokomotivy HS1000.

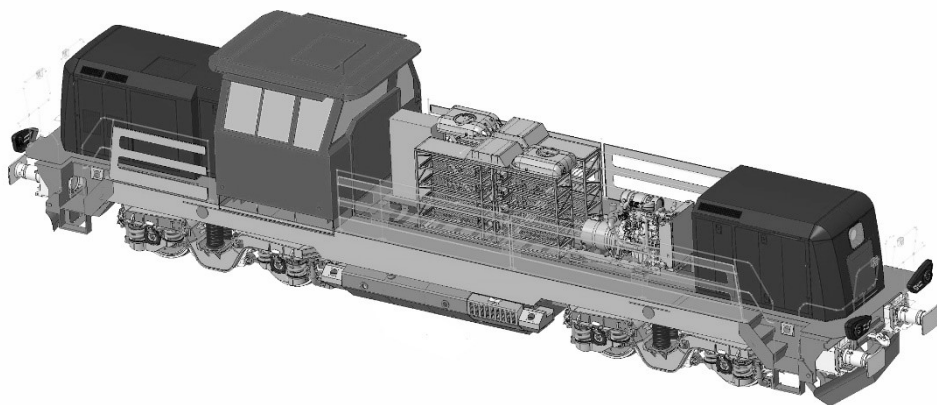
2.1 Základní technické údaje

Uspořádání dvojkolí	B ₀
Rozchod	1 435 mm
Obrys vozidla	EN 15 273-2 GA
Maximální šířka	3 100 mm
Maximální výška	4 212 mm
Délka přes nárazníky	10 000 mm
Délka přes čelníky	8 600 mm
Rozvor lokomotivy	5 000 mm
Průměr kol	1 100 mm
Nejmenší poloměr projížděného oblouku (při rychlosti do 5 km/hod)	80 m
Konstrukční hmotnost v provozním stavu	42 tun ^{+3/-1%}
Hmotnost na nápravu	21 tun

Převod na nápravu	86 : 14
Maximální provozní rychlost	60 km/h
Přenos výkonu	AC/AC
Jmenovitý výkon motoru	129 kW
Energie baterií	200,6 kWh
Využitelná energie baterií	160 kWh
Výkon trakční akumulátorové baterie	400 kW
Trakční výkon v provozním režimu (aku)	350 kW
Trakční výkon v nouzovém režimu (diesel)	120 kW
Emise výfukových plynů	EU Stage IIIB

3 HYBRIDSHUNTER 1000 (HS1000)

Větší alternativou k HS400 je HS1000, která je postavena na platformě lokomotivy EffiShunter1000 (ES1000/744.1). V zásadě se jedná o lokomotivu ES1000, u níž je velký motorgenerátor s chladičem nahrazen dvěma sadami baterií z HS400, pomocným motorgenerátorem a 4Q měničem. Lokomotiva je určena jako zelená alternativa k ES1000 a je určena pro posunovací a lehkou traťovou službu s uspořádáním dvojkolí B₀'B₀' pro rozchod 1435 mm při maximální rychlosti 100 km/h. Akumulátorová baterie je stejně jako v případě HS400 dobývána rekuperací při brzdění EDB, pomocným motorgenerátorem nebo z vnější sítě.



Obr. 2 Lokomotiva HS1000

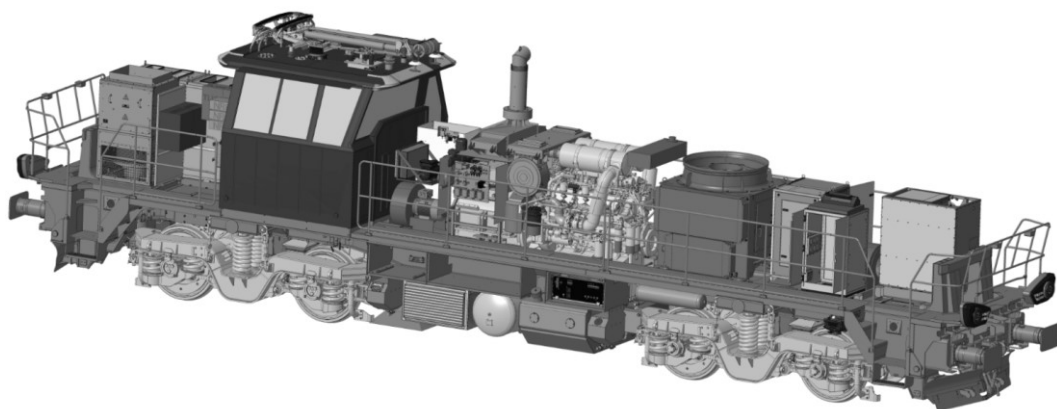
3.1 Základní technické údaje

Uspořádání dvojkolí	B ₀ 'B ₀ '
Rozchod	1 435 mm
Obrys vozidla	EN 15 273-2 G1
Maximální šířka	3 060 mm
Maximální výška	4 280 mm
Délka přes nárazníky	16 400 mm
Délka přes čelníky	14 200 mm
Rozvor lokomotivy	8 500 mm
Průměr kol	1 100 mm
Nejmenší poloměr projížděného oblouku (při rychlosti do 5 km/hod)	80 m

Konstrukční hmotnost v provozním stavu	80 tun ^{+3/-1%}
Hmotnost na nápravu	20 tun
Převod na nápravu	84 : 17
Maximální provozní rychlost	100 km/h
Přenos výkonu	AC/AC
Jmenovitý výkon motoru	129 kW
Energie baterií	400 kWh
Využitelná energie baterií	320 kWh
Výkon trakční akumulátorové baterie	800 kW
Trakční výkon v provozním režimu (aku)	700 kW
Trakční výkon v nouzovém režimu (diesel)	120 kW
Emise výfukových plynů	EU Stage V

4 DUALSHUNTER 2000 DC (DS2000 DC)

První zástupce druhé – duální – větve „zelených“ vozidel vzniká jako reakce na přímou poptávku italského zákazníka, který provozuje flotilu našich lokomotiv EffiShunter 1000 (ES1000/744.1). Z důvodu provozu lokomotiv ES1000 i na tratích elektrifikovaných systémem 3 kV DC projevil zájem o lokomotivu duální, která by umožnila využít výhod závislé trakce při zachování vlastností ES1000 v trakci nezávislé.



Obr. 3 Lokomotiva DS2000 DC

4.1 Obecný popis

Výsledkem požadavků zákazníka je lokomotiva řady DS2000 DC, která stejně jako ES1000 je určena pro středně těžkou posunovací a traťovou službu na vlečkách a tratích o rozchodu 1435 mm při rychlosti do 100 km/h v klimatických podmínkách dle teplotních tříd T2 a T3 (dle EN 50125-1) a nadmořské výšce třídy A1 (dle EN 50125-1). Lokomotiva je konstruována dle aktuálních platných nařízení komise EU o interoperabilitě (rozuměj TSI platná v roce 2019).

Lokomotiva je navržena pro provoz na elektrifikovaných tratích se systémem 3 kV DC (příkon cca 2200 kW) a se spalovacím motorem Caterpillar C32 EU stage V o výkonu 895 kW pro provoz v nezávislé trakci.

Lokomotiva je konstruována s využitím znalostí získaných při výrobě a provozu vozidel řad 744.1 a 365 (ex SNCB Class12). V současné době jsou prototypy lokomotiv DS2000 DC určeny pro provoz v Itálii, čemuž odpovídá i typ hlavy sběrače. (Pro provoz v jiných státech je pro systém 3 kV vyžadována jiná šířka hlavy sběrače, což má za následek zvětšení obrysu vozidla).

4.2 Pojezd lokomotivy

Pojezd lokomotivy je prakticky shodný s lokomotivou ES1000 až na dva rozdíly. Prvním rozdílem je dosazení rotačního nápravového uzemňovače na všechny nápravy, neboť se jedná o elektrickou lokomotivu. Protože je zároveň na každé nápravě umístěn snímač jednotky systému protismyku, jsou vždy umístěny sériově na příslušné ložiskové skříně. Druhým rozdílem je dosazení nově vyvinutého asynchronního trakčního motoru TAM 1085C6 pro vyšší napětí a pro maximální využití jeho instalovaného výkonu.

4.3 Hlavní rám

Hlavní rám vychází konstrukčně z hlavního rámu lokomotivy ES1000 při zachování základních rozměrů a prvků z hlediska bezpečnosti. Rám je upraven pro uložení nových komponent. Jsou použity nově koncipované ochozy, ve střední části jsou vytvořeny kapsy pro uložení komponent a je použita zcela nová koncepce uložení kapot. V kapsách se nachází například vozové a startovací baterie, rozvaděč pro dobíjení baterií (R5), pomocný rozvaděč pro síť 3x400 V (R6), vyprošťovací sada a jednotka nezávislého vytápění kabiny strojvedoucího. Pod rámem jsou namontovány písečníky, palivová nádrž, hlavní vzduchojem a kontejner trakční tlumivky.

4.4 Hnací soustrojí

Hnací agregát pro provoz lokomotivy na neelektrifikovaných tratích tvoří soustrojí složené ze spalovacího motoru Caterpillar C32 EU stage V a nově vyvinutého alternátoru SIEMENS 1FC4 560-6BO69-Z. Hnací agregát je umístěn v motorové kapotě. Spojení dvouložiskového trakčního alternátoru se spalovacím motorem je provedeno přišroubováním statoru stroje na přírubu skříně spalovacího motoru. Rotor trakčního alternátoru je k setrvačníku spalovacího motoru připojen přes pružnou spojku. Oba stroje jsou umístěny na společném mezirámu, který je pomocí pryžokovových bloků uložen na hlavním rámu. Poloha alternátoru vůči mezirámu je vymezena čtyřmi stavitelnými prvky Vibracon.

Zásoba paliva pro spalovací motor se nachází v palivové nádrži s kapacitou cca 1800 litrů nafty. Palivová nádrž je zavěšena mezi podvozky pod hlavním rámem blíže k přednímu podvozku. Na nádrži je uložena odpadní nádrž eko-vany pod motorgenerátorem. Také je na nádrži provedena příprava pro uložení dvou Dopplerovských radarů.

4.5 Chlazení a vytápění

Chlazení lokomotivy je obdobné koncepce jako u ES1000. Oproti ES1000 je zde navíc chlazení trakční tlumivky, která je umístěna v kontejneru s vlastním ventilátorem uloženém pod rámem blíže zadního podvozku. Ventilátor je napájen ze sítě 3x400 V a spínán (řízen) řídicím systémem lokomotivy podle informace z teplotního snímače tlumivky. Chladící vzduch je nasáván z boku kontejneru přes filtr a vyfukován spodní stranou kontejneru pod lokomotivu. Také z důvodu uložení střešní výbavy bylo nutno přestavět jednotku klimatizace, jejíž výměník se nyní nachází i s kompresorem v prostoru motorové kapoty a na střeše lokomotivy se nově nachází pouze výparník.

4.6 Pneumatická výzbroj

Lokomotiva je vystrojena vzduchotlakovou brzdou systému DAKO stejně jako ES1000. Stejně jako na ES1000 je každá brzdová jednotka osazena střadačem. Novinkou je použití pouze jednoho hlavního vzduchojemu o objemu 1000 litrů vyrobeného z nerez, který je umístěn příčně ve středu hlavního rámu mezi palivovou nádrží a kontejnerem trakční tlumivky. Nově jsou také 50-litrové pomocné vzduchojemy osazeny na hlavním rámu v prostoru nad předními podvozky. Zdrojem stlačeného vzduchu je lamelový kompresor Mattei M86J, který se nově nachází v levé části přední kapoty ve vlastním uzavřeném bloku, v pravé části kapoty je pak situován pneublok. Z důvodu snadného přístupu při údržbě je kompresor uložen tak, že jej lze vysunout na ochoz.

Z důvodu dosazení sběrače byl v motorové kapotě nainstalován pomocný kompresor se vzduchojemem, který slouží pro zdvižení sběrače při nedostatku vzduchu v hlavním potrubí. Při stání pod trolejí není tedy nutné startovat spalovací motor pro pouhé zdvižení sběrače. Součástí obvodu sběrače je také panel nastavení tlaku vzduchu (přítlačné síly) a ADD.

S ohledem na provoz v závislé trakci bylo také třeba zapracovat požadavek na rekuperaci energie při brzdění EDB zpět do troleje, při nemožnosti rekuperace, nebo při provozu v DE režimu, je přebytečná energie mařena v novém odporníku o maximálním výkonu 1 200 kW.

4.7 Kabina a kapoty

Lokomotiva je stejně jako ES1000 koncipována jako kapotová s postranními ochozy a jednou věžovou kabinou strojvedoucího umístěnou na hlavním rámu blíže k zadnímu čelu lokomotivy tak, že hlava sběrače se nachází nad místem středu natočení podvozků.

Konstrukce kabiny strojvedoucího vychází z lokomotivy ES1000, ale z důvodu dosazení střešní výzbroje je na hlavním rámu uložena o 130 mm níže. Střecha musela být kompletně přepracována s ohledem na rozmístění polopantografového sběrače, odpojovače sběrače, malého vstupního filtru, bleskojistiky a jednotky měření spotřeby nutných pro provoz v závislé trakci a také uložení antén a výparníku klimatizace. Z důvodu trasování kabeláže a potrubí bylo třeba vytvořit vedle dveří falešné sloupky, v nichž jsou vytvořeny kabelové trasy. Změn doznal i interiér, kde bylo třeba nejen změnit pulty pro ovládání ve všech režimech, ale také bylo třeba dosadit prvky zámkového systému pro zajištění bezpečnosti obsluhy.

Konstrukce kapot je obdobná jako u ES1000, jedná se tedy o svařence z ohýbaných plechů. Kapoty jsou uvažovány jako krycí, tedy většina komponentů je montována na hlavní rám, což by nám mělo usnadnit i montáž lokomotiv. Byla také zapracována všechna opatření proti vnikání vlhkosti do vnitřních prostor kapot, ofukování motoru výstupním vzduchem alternátoru („výplach“ motorové kapoty). Dále byl odporník EDB z horní strany zbaven krytí pomocí žaluzií, což by mělo vést ke zvýšení spolehlivosti daného uzlu.

Jednotlivé komponenty jsou v kapotách rozmístěny následovně – přední kapota: kompresor, pneumatický blok brzdy, rozvaděč pomocných pohonů (R3), rozvaděč zabezpečovacího zařízení (R4), ventilátor chlazení trakčních motorů prvního podvozku; chladičová kapota: kombinovaný chladič spalovacího motoru; motorová kapota: spalovací motor C32 s alternátorem Siemens, expanzní nádoba chladicího okruhu, trakční usměrňovač s odpojovačem umístěný nad alternátorem, výfuk s komínem, ventilátor chlazení trakčních motorů zadního podvozku, rychlovypínač DC okruhu, jednotka klimatizace, pomocný kompresor se vzduchojemem pro zdvižení sběrače; zadní kapota: přepojovač systému (DE/DC), trakční střídače, odporník EDB, filtrační tlumivky a oddělovací transformátory trakčních střídačů

Také byla pro novou řadu lokomotiv vyrobena úplně nová světla. Horní středová světla jsou usazena do horního zaoblení střechy kapoty, spodní světla jsou pak namontována na čelním zábradlí. U horního světla se jedná o trojkombinaci (poziční bílé/červené + tlumený reflektor), spodní jsou také trojkombinace (s plným reflektorem) a nově jsou také všechna světla vybavena vyhříváním, čili ani v zimních měsících by již nemělo docházet k problémům s viditelností při jízdě v nepříznivých povětrnostních podmínkách.

Na lokomotivě je instalován protipožární systém obdobného typu jako na ES1000, který je schopný plnit požadavky pro schválení v Itálii, které jsou přísnější než TSI. Jedná se o systém indikace a přímého hašení příslušných prostor dle možných rizik.

4.8 Elektrická výzbroj lokomotivy

Přenos výkonu – režim DIESEL

Elektrický přenos výkonu je střídavý (AC/AC). Trakční alternátor SIEMENS 1FC4 560-6BO69-Z hnaný spalovacím motorem Caterpillar C32 napájí přes odpojovač, trakční usměrňovač a přepojovač

systémů trakční meziobvod se dvěma **paralelně** zapojenými trakčními střídači, z nichž jsou napájeny vždy dva a dva asynchronní trakční motory CZ LOKO TAM1085C6 a přes galvanické oddělení i pomocná síť. Buzení trakčního alternátoru je napájeno ze statického budiče, který je napájen z pomocné sítě. Nabuzení trakčního generátoru po startu je zabezpečeno z obvodu baterie.

V případě poruchy jednoho trakčního kontejneru nebo trakčních motorů jednoho podvozku je v režimu DIESEL umožněn režim nouzového dojezdu s jedním aktivním podvozkem s odpojením jednoho trakčního kontejneru.

V režimu DIESEL není možné zdvihnout sběrač.

Přenos výkonu – režim TROLEJ a režim TROLEJ + DIESEL

Z trakčního vedení je přes sběrač, měření spotřeby, odpojovač s uzemňovačem, malý vstupní filtr (n-článek), rychlovypínač, čidla ochran, vstupní filtr (trakční tlumivku) a přepojovač systémů napájen DC meziobvod se dvěma **sériově** zapojenými trakčními střídači, z nichž jsou napájeny vždy dva a dva asynchronní trakční motory CZ LOKO TAM1085C6 a pomocná síť. Obvod se uzavírá přes přepojovač systémů, čidla ochran a nápravové sběrače.

Trakční obvod a další zařízení lokomotivy jsou vybaveny řadou ochran. Poruchy jsou centrálně signalizovány do kabiny strojvedoucího a k jejich zobrazení slouží displeje a kontrolky umístěné na ovládacích pultech.

Režimy TROLEJ a TROLEJ + DIESEL se od sebe liší tím, že v druhém jmenovaném dochází k přípravě dieselu na budoucí provoz, zatímco v režimu TROLEJ se počítá s prací lokomotivy pouze v závislé trakci. Motor bude režimu TROLEJ + DIESEL předeřhříván předeřhřevem (ideální teplota je 65 °C, při teplotě > 65 °C SM neomezuje výkon). Nezávisle na strojvedoucím v tomto režimu dochází ke startu dieselu (protáčení z důvodu ohřevu oleje).

Rekuperace je možná v režimech TROLEJ a TROLEJ + DIESEL, stejně jako režim aktivního odstavení.

Přechod mezi režimy

Lokomotiva umožňuje přechod mezi režimy DIESEL – TROLEJ + DIESEL – TROLEJ podobným způsobem, jako probíhá změna systémů u dvousystémových lokomotiv. O přechod mezi systémy a o správnou konfiguraci trakčního obvodu se stará řídicí systém a systém ochran prostřednictvím přepojovače systémů. Rychlý přechod z režimu TROLEJ + DIESEL do režimu DIESEL bez omezení výkonu je zajištěn opatřeními viz výše (předeřhřev, protáčení). Současný chod dieselu naprázdno a provozu v režimu TROLEJ + DIESEL, který je nutný nejen při protáčení, ale i z důvodu dochlazení, umožňuje odpojovač trakčního generátoru (řazený mezi generátorem a usměrňovačem).

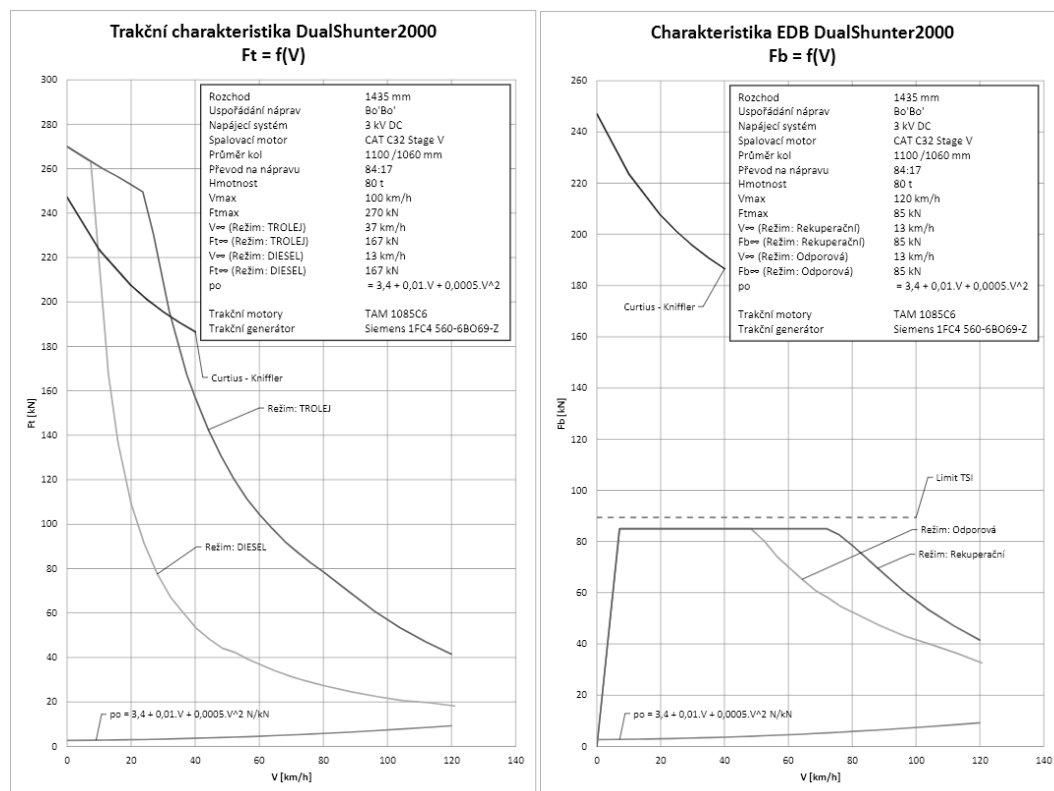
Elektrodynamická brzda

V režimu elektrodynamické brzdy (EDB) pracují trakční motory v generátorickém režimu. Takto vytvořená energie se prostřednictvím střídačů vrací do meziobvodu, kde je použita pro napájení pomocné sítě. Přebytková energie je v případě jízdy v režimu TROLEJ a TROLEJ + DIESEL rekuperována do troleje. Není-li rekuperace možná, a v režimu DIESEL, je tato energie mařena v brzdovém odporu. EDB je kombinována s doplňkovou vzduchotlakovou brzdou, což umožňuje regulaci na konstantní zadanou brzdovou sílu. Elektrodynamická brzda je nezapočitatelná a v případě povelu na nouzové brzdění je vyřazena z činnosti.

Řídicí systém lokomotivy

Řídicí systém lokomotivy ovládá (v režimu DIESEL), na základě informací z čidel proudů, napětí, otáček, skluzu a zadaných parametrů, buzení trakčního alternátoru tak, aby bylo dosaženo požadovaného průběhu zatěžovacích charakteristik (proudových, napěťových a výkonových) a má také na starosti ovládání spalovacího motoru, v režimu TROLEJ + DIESEL zajišťuje protáčení motoru, případně při změně režimu zajišťuje pomocí „odloženého stopu“ jeho dochlazení. Řídicí

Maximální výška	(při staženém sběrači) 4 280 mm
Délka přes nárazníky	16 400 mm
Délka přes čelníky	14 200 mm
Rozvor lokomotivy	8 500 mm
Rozvor podvozku	2 400 mm
Průměr nových kol	1 100 mm
Nejmenší poloměr projížděného oblouku (při rychlosti do 5 km/hod)	80 m
Konstrukční hmotnost v provozním stavu	80 tun ^{+3/-1%}
Hmotnost na nápravu	20 tun
Nápravový převod	84 : 17
Maximální provozní rychlost	100 km/h
Přenos výkonu v režimu DE	AC/AC
Jmenovitý výkon v režimu DE	895 kW
Výkon na obvodu kol v režimu DE	590 kW
Jmenovitý příkon v režimu DC	2200 kW
Výkon na obvodu kol v režimu DC	1 755 kW
Emisní třída spalovacího motoru EU	Stage V



Obr. 5 Trakční a brzdová charakteristika DS2000 DC – oba režimy

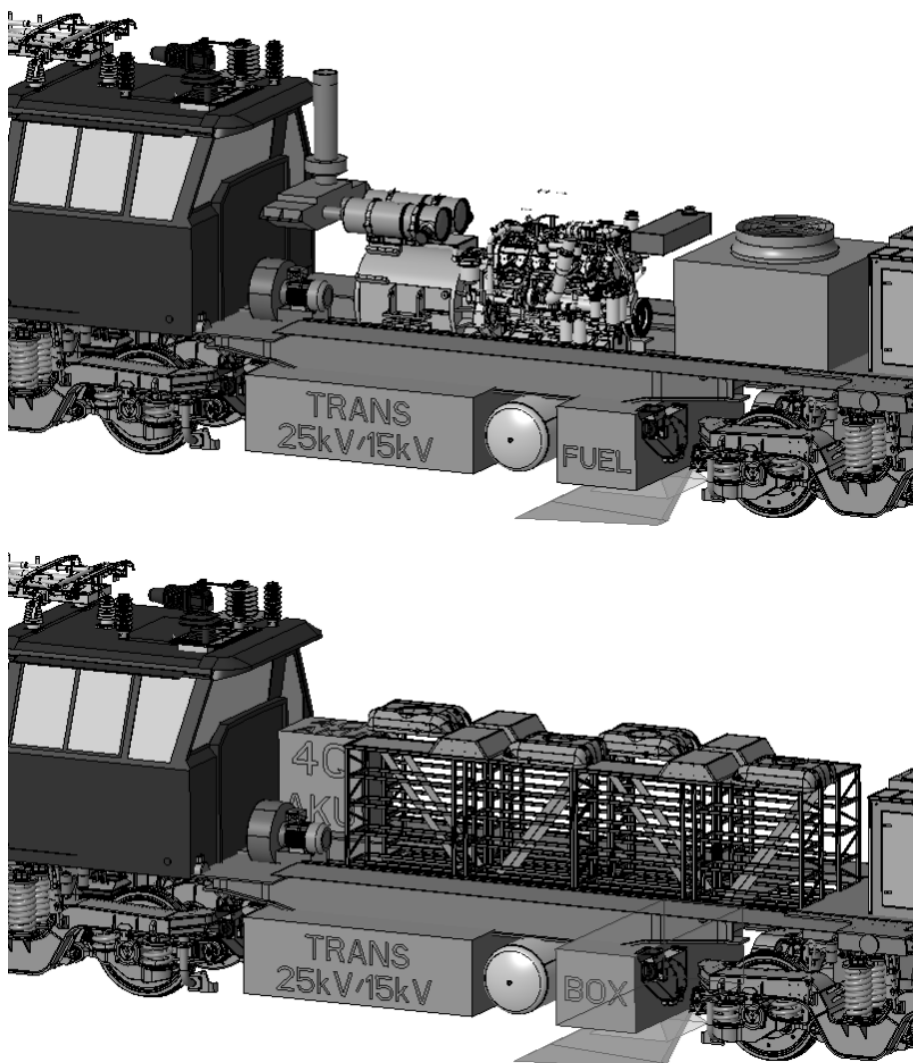
5 DUALSHUNTER 2000 AC (DS2000 AC)

Druhý zástupce duální větve „zelených“ vozidel, kterým je lokomotiva řady DS2000 AC určená pro středně těžkou posunovací a traťovou službu na vlečkách a tratích o rozchodu 1435 mm při rychlosti do 120 km/h v klimatických podmínkách dle teplotních tříd T2 a T3 (dle EN 50125-1) a

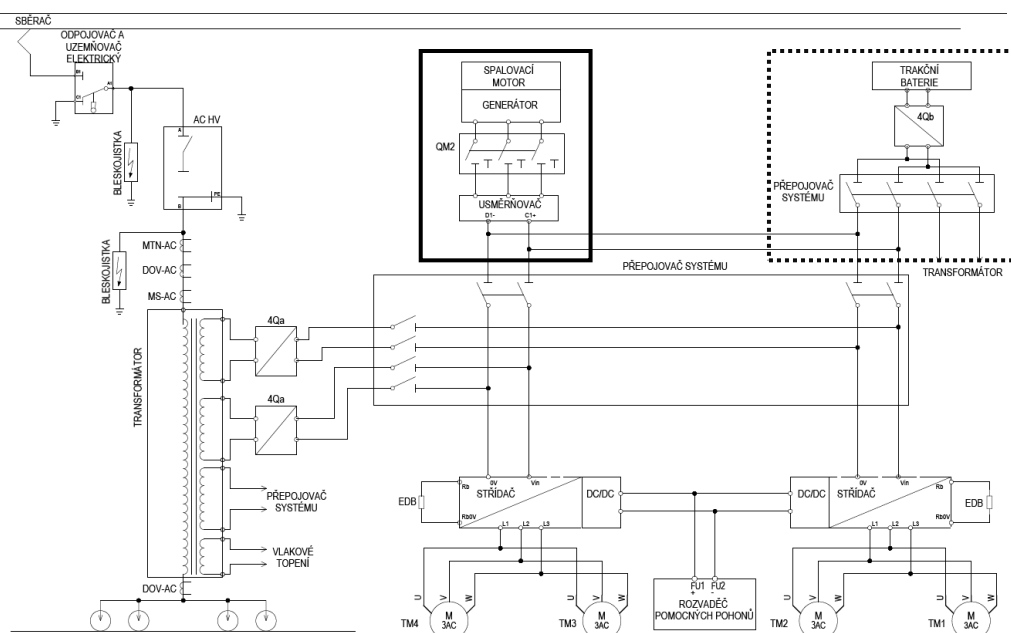
nadmořské výšce třídy A1 (dle EN 50125-1), je v současné době ve fázi projektu. Lokomotiva je navrhována pro provoz na elektrifikovaných tratích se systémem 25 kV 50 Hz nebo 15 kV 16,7 Hz AC a se spalovacím motorem Caterpillar C32 EU stage V o výkonu až 1100 kW pro provoz v nezávislé trakci (s možnou náhradou akumulátorovými bateriemi). Lokomotiva bude také vybavena pro topení/klimatizaci vlaku.

Z důvodu unifikace a snížení nákladů bychom chtěli využít část trakční výzbroje (trakční střídače, trakční motory) z DS2000 DC v kombinaci s komponenty nutnými pro provoz v závislé trakci na systémech 25 kV 50 Hz a 15 kV 16,7 Hz. Novými prvky v obvodu trakce budou trakční transformátor, 4Q měnič pro zajištění rekuperace, přepojovač systému závislé trakce a AC vypínač.

Z důvodu dodržení obrysu G1 bude nutné vytvořit zcela novou konstrukci kabiny a také hlavního rámu a také snížit kapoty. Při požadavku na verzi s trakční baterií bude nahrazen spalovací motor s okruhem chlazení a palivovou nádrží a do uvolněného prostoru bude dosazena akumulátorová baterie a 4Q měnič pro její připojení k meziobvodu. Dobíjení baterie probíhá rekuperací při brzdění, z troleje nebo z vnějšího zdroje.



Obr. 6 Lokomotiva DS2000 AC (DE – nahoře, AKU – dole)



Obr. 7 Blokové schéma DS2000 AC (plný obdélník verze s SM, tečkovaný s AKU)

5.1 Základní technické údaje

Uspořádání dvojkolí	B ₀ 'B ₀ '
Rozchod	1 435 mm
Obrys vozidla	ČSN EN 15273-2+A1 - G1
Maximální šířka	3 060 mm
Maximální výška	(při staženém sběrači) 4 280 mm
Délka přes nárazníky	18 000 mm
Délka přes čelníky	16 800 mm
Rozvor lokomotivy	9 500 mm
Rozvor podvozku	2 400 mm
Průměr nových kol	1 100 mm
Nejmenší poloměr projížděného oblouku (při rychlosti do 5 km/hod)	80 m
Konstrukční hmotnost v provozním stavu	80 tun ^{+3/-1%}
Hmotnost na nápravu	20 tun
Nápravový převod	84 : 17
Maximální provozní rychlost	120 km/h
Přenos výkonu v režimu DE	AC/AC
Jmenovitý výkon v režimu DE	1100 kW
Výkon na obvodu kol v režimu DE (bez topení)	790 kW
Jmenovitý příkon v režimu AC (bez topení)	2200 kW
Výkon na obvodu kol v režimu AC	1 755 kW
Emisní třída spalovacího motoru EU	Stage V

6 ZÁVĚR

Doufáme, že naše „zelené“ lokomotivy budou minimálně stejně úspěšné jako jejich čistě dieseloví předchůdci, obstojí v konkurenci a budou spolehlivě plnit požadavky zákazníků. Železniční doprava totiž určitě bude hrát zásadní roli při plnění strategie Green deal a my chceme být u toho.