

ELEKTRICKÁ JEDNOTKA TYPU ŠKODA 16EV

ELECTRIC MULTIPLE UNIT OF SKODA 16EV SERIES

Miroslav KUNDRATA¹

Abstrakt

Příspěvek se zabývá popisem elektrické jednotky typu 16Ev z produkce ŠKODA TRANSPORTATION a.s. / ŠKODA VAGONKA a.s. Elektrická jednotka bude nasazena do provozu na širokorozchodných tratích v Lotyšsku. Provozovatelem vlaků budou Lotyšské železnice (Pasažieru vilciens).

Klíčová slova

elektrická jednotka, EMU, Škoda 16Ev, Lotyšské železnice (PV)

Abstract

The contribution deals with the description of the electric unit type 16Ev from the production of ŠKODA TRANSPORTATION a.s. / ŠKODA VAGONKA a.s. The electric multiple unit will be put into operation on wide gauge lines in Latvia. The train will be operated by the Latvian Railways (Pasažieru vilciens).

Keywords

electric multiple unit, EMU, Škoda 16Ev, Latvian railways (PV)

1 ÚVOD

Elektrická jednotka typu ŠKODA 16Ev je první elektrickou jednotkou z produkce ŠKODA TRANSPORTATION a.s./ŠKODA VAGONKA a.s., která je vyprojektována tak, aby plně využila šířku ruského obrysu T podle GOST 9238-83. Použití tohoto obrysu umožňuje výrobu vlaku o šířce 3430 mm, což je přibližně o 600 mm víc, než mají standardní vlaky na našich středoevropských tratích.

Cílem vývoje a výroby širokorozchodných je u těchto elektrických jednotek v maximální míře využít současné technologie z produktu Regio/Inter Panter a zároveň výroba produktu, který bude možné snadno modifikovat podle požadavků jednotlivých provozovatelů vlaků na rozchodech koleje 1520/1524 mm. Sjednocení komponent na střeše se realizuje použitím shodných typů zařízení s využitím různě širokých rámců a nosných patek, které danou technologii nesou.

Technologickými novinkami je použití cizího chlazení trakčních motorů a použití superkapacitorů pro uložení části elektrické energie při elektrodynamickém brzdění vlaku. Elektrická energie ze superkapacitorů se využívá pro napájení dílčích celků klimatizačního agregátu.

Vlak je vybavený telematickým přenosem diagnostických údajů, sledováním polohy pomocí GPS v reálném čase a systémem automatického řízení vlaku (systém ASC).

¹ Ing. Miroslav Kundra, ŠKODA TRANSPORTATION a.s. Projekty kolejových vozidel Ostrava, 1. máje 3176/102, 703 00 Ostrava. Tel.: +420 597 477 301, e-mail: miroslav.kundra@skoda.cz

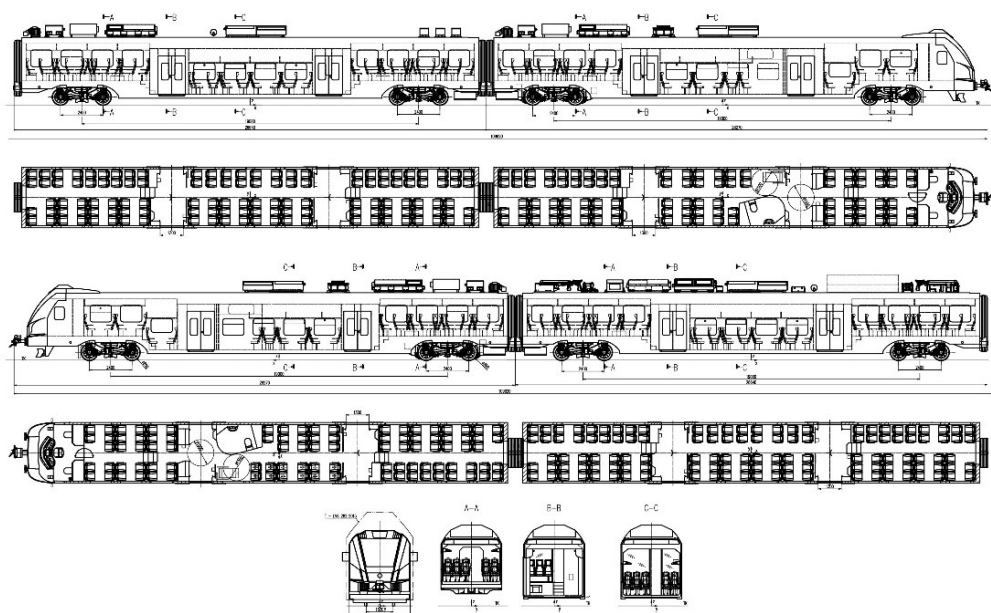
2 USPOŘÁDÁNÍ ELEKTRICKÉ JEDNOTKY

Elektrická jednotka je složena ze tří typů vozů:

- vůz G – hlavový vůz,
- vůz M – motorový vložený vůz,
- vůz P – vložený nehnací vůz.

Uspořádání vlaku je G + M + P + G.

Spřáhla na předním čele vlaku jsou typu Scharfenberg, vybavená hlavou typu 10 s pneumatickým propojením pro brzdu a napájení vlaku. Spřahovací rychlost vlaku je maximálně 7 km/h. Osa spřahování automatického spřáhla je kvůli nouzovému spojení se spřáhlem typu SA-3 ve výšce 1075 mm nad temenem kolejnice (dále TK). Mezivozová spřáhla jsou pevná s vypružovacím elementem. Jejich konstrukce je provedena tak, aby bylo zabráněno spojení s nesprávně otočeným sousedním vozem. Pro nouzový odtah vlaku z tratě nebo pro manipulaci v depu je každý vlak vybaven adaptérem automatického i mezivozového spřáhla pro spojení se spřáhlem typu SA-3.



Obr. 1 Typový výkres EMU ŠKODA 16Ev

3 OBECNÝ POPIS ELEKTRICKÉ JEDNOTKY

3.1 Napájecí systém

Elektrická jednotka typu ŠKODA 16Ev je navržena jako dvousystémový vlak s možností napájení stejnosměrným napětím 3000 V i střídavým napětím 25000 V, 50 Hz. Vzhledem k tomu, že v současné době je lotyšská infrastruktura vybavena pouze stejnosměrným napětím, bude vlak od výrobce expedován pouze pro použití na napětí 3 kV DC. Díly pro napájecí systém 25 kV, u kterých by zabudování znamenalo složitou demontáž interiéru, jsou od prvomontáže do vozu osazeny. Doplnění druhého napájecího systému je ošetřeno opcí a zákazník si je může během dodávek vlaku objednat.

3.2 Provozní podmínky

Vlak je konstruován pro provoz na širokorozchodných tratích s rozchodem 1520 mm. Maximální konstrukční rychlost vlaku je 160 km/h. Provozní podmínky jsou dle zadání -40°C až $+40^{\circ}\text{C}$,

maximální relativní vlhkost vzduchu je 90 % při 20 °C. Maximální provozní výška vlaku je 1000 m nad mořem. Za těchto provozních podmínek je u vlaku zachována funkce všech životně důležitých technologických celků vozidla, a to včetně WC a vodního hospodářství.

3.3 Požární bezpečnost

Přestože v Lotyšsku není žádný tunel nebo železniční most s délkou větší než 1 000 m, je elektrická jednotka konstruována v souladu s požadavky TSI SRT (Bezpečnost v železničních tunelech), kategorie A. Těmto požadavkům odpovídá použití materiálu a požární vybavení vlaku. Podle požadavků lotyšské legislativy není vlak vybavený vodními hasicími přístroji podle TSI SRT, ale je vybaven hasicími přístroji na bázi CO₂ a aktivními, zcela autonomními hasicími prvky, které jsou umístěny v elektrických rozvaděčích.

3.4 Oddíly pro cestující

Interiér vlaku je vybaven pouze oddílem 2. vozové třídy. Oddíly pro cestující jsou dle bývalých standardů OSŽD provedeny v uspořádání 3+2. Orientace sedadel je kombinovaná, převážně ale řešená v orientaci proti sobě (vis-à-vis). Nad všemi sedadly vlaku jsou umístěny podélně orientované police. Protože je tato elektrická jednotka primárně určena pro přepravu cestujících v příměstské dopravě, je v interiéru minimalizován počet dveří. Interiérové dveře se nacházejí pouze mezi kabinou strojvedoucího a oddílem pro cestující. Ostatní prostory jsou ve vlaku zcela otevřeny.

Každý vůz je na každé bočnici vybaven dvěma vstupními dveřmi, které umožňují rychlou výměnu cestujících. Vstupní dveře jsou elektricky ovládané, dvoukřídle, se světlou šířkou 1300 mm a výškou 2100 mm. Obě křídla se otevírají synchronně. U každého vstupu je umístěný jeden výsuvný schůdek, který umožňuje nástup cestujícího z nástupiště ve výšce 200 až 550 mm nad TK.

Komfort a bezpečnost cestujících ve vlaku zajišťuje celovlakové pokrytí wi-fi, zásuvky 230 V AC u každého dvojsedadla (2 zásuvky u trojsedadel), kamerový systém se záznamem (systém CCTV), systém počítání cestujících a elektronické označovače jízdenek, které jsou namontovány u každých vstupních dveří. Na čele a na bočnici každého z vozů soupravy jsou umístěny informační tabule o trase vlaku. V interiéru vlaku jsou umístěny informační monitory s informacemi o vlaku a monitory pro prezentaci reklam. Nad každými dveřmi je vytvořený volný prostor pro vylepení železniční sítě Lotyšských drah. Obrazové informace o jízdě vlaku jsou ve vlaku doplněny akustickým hlášením.

3.5 Brzdová výstroj

Brzdová výstroj vozu se skládá z elektropneumaticky ovládaných diskových brzd na všech kolech vlaku, ze střadačových parkovacích brzd a elektrodynamické brzdy s částečnou akumulací energie v superkapacitorech anebo s mařením elektrické energie v brzdovém odporu. Hierarchicky se primárně brzdí elektrodynamickou brzdou, od rychlosti přibližně 8 km/h pneumatickou zastavovací brzdou a po zastavení vlaku zaúčinkují na základě pokynu strojvedoucího střadačové parkovací brzdy. Nouzová brzda je řešena jako čistě pneumatická, elektrodynamická brzda je v tomto režimu brzdění odpojena.

3.6 Vozová skříň

Vozová skříň je už tradičně, shodně jako u ostatních elektrických jednotek z produkce ŠKODA TRANSPORTATION a.s./ŠKODA VAGONKA a.s. vyrobena jako integrovaná stavba z velkoplošných hliníkových profilů. V místech s výskytem vysokého napětí je lokálně doplněna částmi, které jsou vyfrézovány z tlustostěnných hliníkových plechů. Z hliníkových profilů je vyrobený nejenom tubus, ale u jednopodlažních jednotek nově i kabinový modul vozů G. Technologicky složité části skříňe, u kterých je nutné svařování materiálu o velkých tloušťkách, se vyrábí pomocí frikčního svařování. Tato technologie je použita například u čelníků, hlavních příčníků a podlah představek vozů. Zvedání

vozové skříně a nakolejování vlaku je řešeno v souladu s TSI Loc&Pas a EN 16404. Plněním těchto norem je zajištěno, že při správné manipulaci s vozovou skříní nedojde k jejímu poškození.

Pevnostní parametry vlaku byly prověřeny podle evropského standardu EN 12663 a podle požadavků na crash podle EN 15228. Pluh pod kabinou a jeho uložení jsou dimenzovány pro vysokou vrstvu sněhu na trati.

4 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Tab. 1 Základní technické parametry EMU ŠKODA 16Ev

Parametr	Typ vozu		
Označení vozu	Vůz G	Vůz P	Vůz M
Kapacita sedících cestujících	96	122	122
Uspořádání pojezdu	2'Bo'	2'2'	2'Bo'
Rozchod vozu	1520 mm		
Maximální rychlost – konstrukční	160 km/h		
Maximální rychlost – zkušební	176 km/h		
Maximální rychlost (v provozu po dodání u PV)	120 km/h		
Napájecí systém	3 kV DC (+ 25 kV AC – opce, konstrukční příprava, výrobní předpříprava)		
Maximální šířka vozu	3430 mm		
Maximální výška vozu	4560 mm		
Délka vozu	28 270 mm	26 640 mm	
Délka vlaku	109 820 mm		
Vzdálenost otočných čepů	19 000 mm		
Hmotnost elektrické jednotky	198 t		
Průměr nových kol	890 mm		
Obrys vozu	T podle LVS 282:2015 (shodné s obrysem T podle GOST 9238-83)		
Šířka vstupních dveří	1300 mm		

Tab. 2 Rozmístění technologie po elektrické jednotce

Parametr	Typ vozu		
Označení vozu	Vůz G	Vůz P	Vůz M
Trakční vůz	ano	---	ano
Sběrač proudu	---	ano	---
Trakční měnič	ano	---	ano
Brzdový odporník	ano	---	ano
Univerzální toaleta	ano	---	---
Multifunkční prostor pro cestující	ano	---	---
Radiostanice	ano	---	---
Zabezpečovač BLOK	ano	---	---

5 POPIS VOZŮ

5.1 Hlavový vůz G

Hlavový vůz typu G je čelní hnací vůz elektrické jednotky vybavený jedním (zadním) trakčním a jedním hnacím podvozkem. Elektrická jednotka ŠKODA 16Ev je vybavena dvěma zcela shodnými hlavovými vozy. V přední části vozu je umístěna jednomužná kabina strojvedoucího vybavená všemi ovládacími prvky pro řízení vlaku na elektrifikovaných tratích Lotyšských železnic. Vybavení kabiny vychází ze současných elektrických jednotek rodiny RegioPanter z produkce Škoda Transportation a.s. Hlavní rozdílem oproti středoevropským elektrickým jednotkám je zabudování ruského zabezpečovacího zařízení BLOK-M a výbava stanoviště kabiny dle požadavků lotyšské národní legislativy. Do této výbavy mimo jiné patří lopata, požární sekyra, žlutý a červený praporek a petardy na koleje.

Sedadlo strojvedoucího je umístěno ve středové ose kabiny. Všechny ovládací prvky nutné pro jízdu vlaku jsou umístěny na pultu strojvedoucího. Pomocné prvky pro obsluhu vlaku jsou umístěny na levé a pravé noze stolu pultu po straně sedadla strojvedoucího a na technologických skříních za zády strojvedoucího. Prvky ovládání dveří vlaku jsou umístěny i na obložení bezprostředně vedle bočních oken kabiny. Do ergonomické výbavy kabiny patří mikrovlnná trouba a chladnička, schrána na zavazadlo strojvedoucího a prostor pro oděv.

Řízení vlaku může strojvedoucí provádět v plně automatickém, poloautomatickém anebo ručním režimu. Automatické vedení vlaku je nastaveno tak, aby se minimalizovala spotřeba vlaku (systém automatického řízení vlaku podle jízdního řádu v závislosti na souřadnicích GPS) a minimalizovaly se náklady životního cyklu.

Topení a klimatizace kabiny strojvedoucího je dimenzována pro udržování vnitřní teploty mezi $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tuto vnitřní teplotu si nastavuje strojvedoucí. Během aktivního odstavení vlaku se teplota v závislosti na vnějších povětrnostních podmínkách udržuje v rozmezí $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Elektrická jednotka je dle zadání od Lotyšských drah vybavena nikoliv standardně používanými exteriérovými kamerami pro sledování dění podél vlaku na nástupištích, ale vedle bočních oken strojvedoucího se nachází sklopná plochá zpětná zrcadla, jejichž otevření je odvislé od rychlosti vlaku.

Přední nástupní prostor vozu G je určen pro nástup cestujících na invalidním vozíku. Tento nástupní prostor je vybaven sklopnými plošinami pro nájezd invalidního vozíku z nástupiště o výšce 200–550 mm nad TK a je prostorově uspořádaný tak, aby se v jeho středu mohl invalidní vozík otočit.

Bezprostředně za přením nástupním prostorem je u pravé bočnice vozu umístěna univerzální toaleta, která plně odpovídá evropským standardům TSI PRM (Osoby s omezenou schopností pohybu a orientace). U levé bočnice je umístěno vyhrazené místo pro jeden invalidní vozík. Toto vyhrazené místo opět umožňuje otočení invalidního vozíku (volný prostor o tvaru kruhu s poloměrem 750 mm).

Kapacita vozu G je 96 sedících cestujících a jeden cestující na invalidním vozíku.

Protože se jedná o nízkopodlažní vůz, je převážná většina technologické výzbroje umístěna na střeše vozu. Tady se nachází:

- klimaagregát kabiny strojvedoucího,
- klimaagregát salonu pro cestující,
- trakční měnič,
- chladicí jednotka trakčních motorů,
- brzdový odporník,
- hlavní kompresor a střešní pneumatická výstroj vozu.

Pod vozem jsou umístěny schrány s nikl-kadmiovými bateriemi, pískovací zařízení zadního trakčního podvozku a snímače zabezpečovacího zařízení KLUB-M.

5.2 Vložený vůz M

Vložený vůz M je trakční vůz s jedním trakčním podvozkem. Uspořádání trakce je zcela shodné s vozem G.

Sřešní výzbroj vozu se skládá z následujících technologických celků:

- klimaagregát salonu pro cestující,
- trakční měnič,
- chladicí jednotka trakčních motorů,
- brzdový odporník,
- kontejner se superkapacity.

Pod vozem jsou shodně s vozem G umístěny schrány s nikl-kadmiovými bateriemi.

Kapacita vozu M je 122 sedících cestujících. Ve voze není vyhrazený volný prostor pro dětské kočárky, jízdní kola anebo velká zavazadla. Rozteče sedadel jsou v uspořádání vis-à-vis 1750 mm, v případě uspořádání za sebou 735 mm. Odpadkové koše o objemu 15 l jsou umístěny pouze v nástupních prostorech.

5.3 Vložený vůz P

Trakčně nejdůležitější vůz v soupravě je netrakční vůz P. Tento vůz nese na střeše kompletní výstroj pro odběr elektrické energie z troleje a je připravený pro opční montáž trakčního transformátoru pro napětí 25 kV AC.

Sběrač elektrického proudu z troleje je konstruován pro výšku troleje až sedm metrů od temene kolejnice a od prvního vozu je určen pro oba napájecí systémy 3 kV DC / 25 kV AC.

Na střeše vozu jsou zabudovány následující technologické celky:

- klimaagregát salonu pro cestující,
- pomocný kompresor,
- vzduchojemy,
- sběrač trolejového napětí (dva kusy),
- hlavní vypínač.

Na střeše vozu je dále provedena příprava pro zabudování:

- trakčního transformátoru,
- kontejneru trakčního usměrňovače,
- elektromechanických prvků pro spínání a přepínání elektrických obvodů příslušné elektrické trakce.

Vnitřní vybavení vozu je zcela shodné s vozem M.

Pod vozem jsou shodně s vozem G a M umístěny schrány s nikl-kadmiovými bateriemi.

6 ELEKTRICKÁ VÝZBROJ ELEKTRICKÉ JEDNOTKY

Trakční výzbroj vozu je projekčně připravena pro napájecí systém 3 000 V stejnosměrného napětí i 25 000 V, 50 Hz střídavého napětí. Montáž prvních vozů bude ale provedena pouze pro stejnosměrné napětí.

Trakční měniče, které jsou řazeny za trakčním usměrňovačem (v případě realizace střídavého napájení i za trakčním transformátorem) jsou napájeny napětím 3000 VDC. Trakční měniče jsou vybaveny vodou chlazenými IGBT tranzistory. Výkon trakčních motorů je regulován frekvenčně a variabilním napětím, přičemž trakční měnič monitoruje jejich otáčky a teplotu. Celý systém trakčních měničů je navržen tak, aby se minimalizovaly energetické ztráty v měničích a trakčních motorech, minimalizovaly se vlivy na infrastrukturu a okolí vozidla a zároveň se maximalizovala ochrana trakčních obvodů a dalších elektrických obvodů vozidla.

Nominální vozová bateriová síť je na napětí 24 VDC. Pomocné pohony vlaku jsou připojeny na napětí 400 VAC. Zásuvky v sedadlech pro cestující jsou napájeny napětím 230 VAC. Měníče pomocných pohonů jsou napájeny stejnosměrným napětím 600 V.

7 PODVOZKY

U elektrické jednotky ŠKODA 16Ev jsou použity nové širokorozchodné podvozky z vlastní produkce ŠKODA TRANSPORTATION a.s. Koncepce podvozků vychází z osvědčených řešení u jiných typů elektrických jednotek a jejich konstrukce je provedena s maximálním tlakem na úsporu hmotnosti. Nově u jednopodlažních elektrických jednotek z produkce ŠKODA nejsou součástí podvozků hlavní příčníky, které jsou nyní umístěny na hliníkových skříních. Podvozky jsou ke skříní přišroubovány.

Trakční podvozky jsou vybaveny dvěma trakčními asynchronními motory s pružným uložením. Přenos trakční síly z asynchronního třífázového motoru o výkonu 500 kW je proveden přes nápravovou převodovku. U trakčních motorů je poprvé u elektrických jednotek z produkce ŠKODA použita technologie cizího chlazení trakčních motorů. Chladicí jednotka je uložena na střeše skříně nad příslušným trakčním podvozkem. Chladicí vzduch je odsud veden ve dvou kanálech, po čelnici a prostorem pod podlahou ke spojovacímu měchu mezi skříní a podvozkem. Množství dodávaného vzduchu se reguluje plynule, v závislosti podle teploty trakčního motoru. Výhodou tohoto nového konstrukčního řešení je možnost chlazení motoru i v těžkých provozních podmínkách s prachovým sněhem, který by v případě použití vlastního chlazení trakčního motoru mohl zanášet ventilátor chladiče, popř. by způsoboval zkratky v trakčním motoru.

Běžné podvozky jsou shodné konstrukce s trakčními podvozky.

Rám podvozků je ve tvaru H, je svařený z ocelových plechů a odlitků a je v provedení bez čelníků.

Vedení dvojkoľí u trakčního i u běžného podvozku je řešeno shodně pomocí kývačky.

Vypružení podvozků je standardně dvoustupňové. Primární vypružení je realizováno pomocí sady vinutých pružin s vypodložením pryžkovou deskou a vertikálním tlumičem pro útlum vertikálních rázů. Každý podvozek je z důvodu eliminace naklápění skříně vybaven sadou torzních tyčí.

Sekundární vypružení je pneumatické s vloženým nouzovým pryžkovým prvkem. Pneumatické vypružení automaticky nastavuje svoji výšku podle stavu zatížení vozidla. Sekundární vypružení je rovněž doplněno vertikálním tlumičem.

Každý podvozek je pro eliminaci vrtivých kmitů oboustranně vybavený podélnými tlumiči, které jsou spojeny s rámem podvozku a příčnickem spojeným s vozovou skříní.

Brzdová výstroj podvozku je tvořena diskovými brzdami na jednotlivých kolech. Podvozky jsou připraveny pro montáž elektromagnetické kolejnicové brzdy, o jejíž použití není z hlediska plnění požadavků na elektromagnetickou kompatibilitu u projektu 16Ev rozhodnuto.

Pískování vlaku je osazeno na druhém podvozku vozů G. Množství písku a funkce tohoto zařízení odpovídá požadavkům TSI CCS.

8 ZÁVĚR

Elektrická jednotka typu ŠKODA 16Ev je nová elektrická jednotka z produkce ŠKODA TRANSPORTATION a.s./ŠKODA VAGONKA a.s., která v maximální míře využívá vozidlový obrys GOST T. Díky plnému využití tohoto obrysu je navýšena kapacita sedících cestujících každého z vozů vlaku. Konstrukce vozu je provedena tak, aby plnila kombinaci požadavků drážních norem Evropské unie a stále platných předpisů GOST v pobaltských zemích. Její konstrukce po dílčích úpravách umožňuje nasazení i v dalších postsovětských zemích.