

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Diagnostika a servis silničních vozidel

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Provoz dvoupatrových vozů v Evropě.

Autor: **Libor DAVÍDEK**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Petr HELLER, CSc.**

Akademický rok 2011/2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Libor DAVÍDEK**
Osobní číslo: **S10B0051K**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **Diagnostika a servis silničních vozidel**
Název tématu: **Provoz dvoupatrových vozů v Evropě**
Zadávající katedra: **Katedra konstruování strojů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Zpracovat rešerši dvoupatrových vozů, vč. jednotek, provozovaných v Evropě. Porovnat tyto vozy v hlavních parametrech (obsaditelnost, poměr užité plochy, využití prostoru vozů atd.). Samostatně srovnat dvoupatrové jednotky vyráběné ve Vagonce Studénka/Škoda Vagonka (ř. 470, 471, 671 ZSSK, 575 LG, Push-pull).

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Provoz dvoupatrových vozů (jednotek) v Evropě
2. Vybraní výrobci dvoupatrových vozů (jednotek)
3. Srovnání vozů provozovaných v Evropě
4. Srovnání vozů vyráběných ve Vagonce Studénka
5. Studie vlastního řešení dvoupodlažního vozu (jednotky)

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:


HELLER, P., DOSTÁL, J. Kolejová vozidla I. Plzeň: Typos-Digital Print, spol s.r.o., 2007

HELLER, P., DOSTÁL, J. Kolejová vozidla II. Plzeň: Západočeská univerzita, 2009

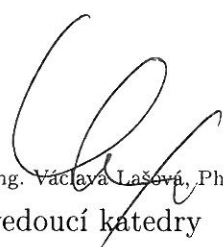
Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Petr Heller, CSc.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Radim Sýkora**
Škoda Vagonka a.s.

Datum zadání bakalářské práce: **19. září 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **25. května 2012**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. září 2011

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne: *2. května 2012*



.....
podpis autora

Poděkování

Mé poděkování patří především mému vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Petru Hellerovi, CSc za cenné rady, podněty, připomínky a trpělivost v celém průběhu zpracovávání bakalářské práce. Poděkování patří mému konzultantovi Ing. Sýkorovi a zástupcům firem zabývajících se výrobou dvoupodlažních jednotek Ing. Seget'ovi, Ing. Hlavničkovi a Ing. Ramíkovi za poskytnutí cenných informací. Poděkování samozřejmě patří i mé rodině, za vytvoření optimálních podmínek pro tvůrčí práci.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Davídek	Jméno Libor	
STUDIJNÍ OBOR	Diagnostika a servis silničních vozidel		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Heller,CSc.	Jméno Petr	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Provoz dvoupodlažných vozů v Evropě		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	41	TEXTOVÁ ČÁST	39	GRAFICKÁ ČÁST	2
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Tato bakalářská práce (dále jen „BP“) obsahuje rešeršní studii provozu dvoupodlažných vozů, vč. jednotek (dále jen jednotek), provozovaných ve vybraných státech v Evropě. Cílem „BP“ práce bylo porovnání jednotek v hlavních parametrech, které jsem učinil v článku 5 a 6 „BP“ Dalším cílem byla studie vlastního řešení návrhu jednotky. Vlastní řešení jsem rozpracoval na základě fiktivních požadavků zákazníka, dopravce a objednavatele. Po důkladné analýze jsem se rozhodnul pro návrh vratné dvoupodlažní soupravy Push-Pull s využitím lokomotivy III. generace E 109E. V závěru „BP“ jsem pojednal v obecné rovině o smyslu provozování dvoupodlažního uspořádání jednotek.
KLÍČOVÁ SLOVA	Dvoupodlažní jednotka, vratná souprava, parametr, konstrukce, výkon, rychlost, kapacita, rekuperace, nízkopodlažnost, ergonomie, klimatizace, provoz, obnova.

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Davidek	Name Libor	
FIELD OF STUDY	Diagnostics and service of the road vehicles		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Heller,CSc	Name Petr	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Traffic of double-decker cars in Europe		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	41	TEXT PART	39	GRAPHICAL PART	2
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>This bachelor work contains the research study of the two – stage vehicles (double-deckers) operation including units run in the chosen states in Europe. The aim of this work was to compare the units in main parameters which I made in the article 5 and 6 of this work. The next aim was the study of the units' proposal solution. I worked up the solution on the basis of the customer's, carrier's, and client's fictitious requirements. After a careful analysis I decided for the proposal of the returnable two-stage unit Push-Pull with the use of the 3rd generation locomotive E 109E. In the end of this work I dealt with the meaning of the two-stage units operation in general meaning.</p>
KEY WORDS	<p>Two – stage unit, returnable unit, parameter, construction, power, speed, capacity, recuperation, low-floor, ergonomics, air-conditioning, operation, modernization/renewal.</p>

Obsah

1	ÚVOD	3
2	Provoz dvoupatrových vozů (jednotek) v Evropě.....	4
2.1	Česká republika (ČD).....	5
2.2	Slovensko (ZSSK).....	6
2.3	Německo (DB Bahn)	7
2.4	Švýcarsko (SBB)	7
2.5	Rakousko (S-Bahn).....	8
2.6	Litva.....	8
2.7	Francie (SNCF).....	9
2.8	Itálie (FS Trenitalia)	9
2.9	Španělsko.....	10
2.10	Anglie (BR).....	11
3	Vybraní výrobci dvoupatrových vozů (jednotek)	11
3.1	Firma Bombardier Transportation.....	11
3.2	Firma Stadler	13
3.3	Siemens.....	14
3.4	ŠKODA VAGONKA, a.s.	16
3.4.1	Elektrická jednotka řady 470 s přezdívkou Kraken	16
3.4.2	Elektrická jednotka řady 471 pro Českou republiku.....	17
3.4.3	Dvoupodlažní elektrická jednotka řady 671 s přezdívkou (Ešus, Hliník), pro Slovensko	19
3.4.4	Elektrická dvoupodlažní jednotka EJ 575, pro Litvu.....	21
3.4.5	Elektrická jednotka řady 675 pro Ukrajinu	22
3.4.6	Vratná dvoupodlažní souprava 951 pro jižní Slovensko.....	23
4	Srovnání vozů provozovaných v Evropě	24
5	Srovnání vozů vyráběných ve firmě Škoda Vagonka	25
6	Studie vlastního řešení dvoupodlažního vozu (jednotky)	26
6.1	Požadavky na vozy (příměstské dopravy).....	26
6.1.1	Požadavky dopravce.....	26
6.1.2	Požadavky cestujícího	27
6.1.3	Požadavky objednavatele dopravy	27
6.2	Studie vlastního řešení konstrukce elektrické jednotky	27
6.2.1	Hrubá stavba skříně.....	29

6.2.2	Řídicí vůz	30
6.2.3	Vnitřní plochy hrubé stavby	30
6.2.4	Nástupní prostory a uspořádání sedadel.....	30
6.2.5	Technické a víceúčelové prostory	31
6.2.6	Brzdová výzbroj a rekuperace.....	32
6.2.7	Vytápění a klimatizace	32
6.2.8	Informační systém a elektroinstalace	32
6.2.9	Spojení lokomotivy a vložených vozů	32
6.2.10	Podvozek	32
6.2.11	Kamerový systém, vlaková komunikace a zabezpečovač.....	32
6.2.12	Hasicí systém.....	33
7	Závěr:	33
8	Seznam příloh:.....	35
9	Seznam obrázků:	36
10	Použitá literatura:	37

Tato bakalářská práce vychází z projektu k bakalářské práci, který obsahuje rešeršní studii provozu dvoupodlažných vozů, vč. jednotek (dále jen dvoupodlažní vozy, jednotky), provozovaných v Evropě s porovnáním vozů v hlavních parametrech (obsaditelnost, poměr užité plochy, využití prostoru vozů atd.) a samostatné srovnání dvoupodlažních jednotek vyráběných ve firmě Škoda Vagonka, a.s., což je cílem bakalářské práce. Navíc je bakalářská práce rozšířená o studii vlastního řešení dvoupodlažního vozu.

1 ÚVOD

Podle JEHLÍKA [16] „doprava je činnost vyvolaná každodenní aktivitou člověka. Je to služba nutná pro existenci člověka i pro fungování města. Má sloužit, ale může i negativně ovlivnit kvalitu prostředí a tím i kvalitní život lidí. Dopravu lze přirovnat k vodě, co jí umožní, to zaplaví.“

Vedoucí roli dnes má silniční doprava, její obrovský nárůst nese negativní dopady na životní prostředí, zatížení obyvatel hlukem převážně městských částí, na dopravní zácpy, nehody apod.

Podle SELLNERA a ČÁPA [20] „rychlý rozvoj individuální automobilové dopravy na krátké a střední vzdálenosti i dopravy letecké na vzdálenosti střední a dlouhé, spojený s odpovídajícím rozvojem infrastruktury, vedl v západní Evropě v šedesátých letech k úvahám o účelnosti dalšího rozvoje klasické železniční dopravy jak pro přepravu osob, tak i zboží. Z důkladných provozně ekonomických, technických, technologických i prognostických rozběrů a studií vyplynuly dva zásadní závěry: železniční síť v Evropě založená a v podstatě dokončená v 19. století nevyhovuje zvláště v meziměstské a mezistátní přepravě současným ani budoucím požadavkům na moderní a rychlou přepravu. Předpokládaný rozvoj přepravních potřeb v budoucím období vyžaduje rychlý a výkonný systém hromadné přepravy cestujících i zboží s minimálními nároky na spotřebu energie a s co nejmenším negativním vlivem na stav životního prostředí“.

Úloha železnice by se měla především odvíjet od přirozených vlastností, které naopak jiné dopravě schází. Především se jedná o bezpečnost cestování, spolehlivost v dodržování jízdních řádů, spolehlivost přepravy i za stížených klimatických podmínek, rychlost, prostornost interiérů vozů s nabídkou pohodlí a komfortu během cestování s využitím produktivního času během přepravy.

V této bakalářské práci se budu zabývat železniční dopravou, v oblasti pouze tam kde se provozují dvoupodlažní vozy (jednotky), které jsou pro tento účel konstruovány a vyráběny s cílem porovnání dvoupodlažních vozů v hlavních parametrech jako je obsaditelnost a využití prostoru. Zvláště porovnáám dvoupodlažní vozy vyráběné ve firmě Škoda Vagonka v hlavních parametrech. Navíc se pokusím o vlastní studii řešení dvoupodlažního vozu s cílem prokázat schopnost analyzovat a popsat zadaný technický problém a navrhnout možnost jeho řešení.

Úvodem bych připomněl, že dvoupodlažní vozy nejsou novým objevem, ale vznikaly již na přelomu století. Na obr. č. 1 vidíme vagon postavený v Rusku již v roce 1904 ve Věrchně – Volžskij vagonostrojitel'nyj závod, současné firmě v Tveru.



Obrázek 1: Vůz č. 1035 vyrobený v roce 1904 v Rusku

Zdroj: *Železniční magazín. Praha: M-Press plus, s.r.o., 2009, roč. 16 č. 8, s. 16.*

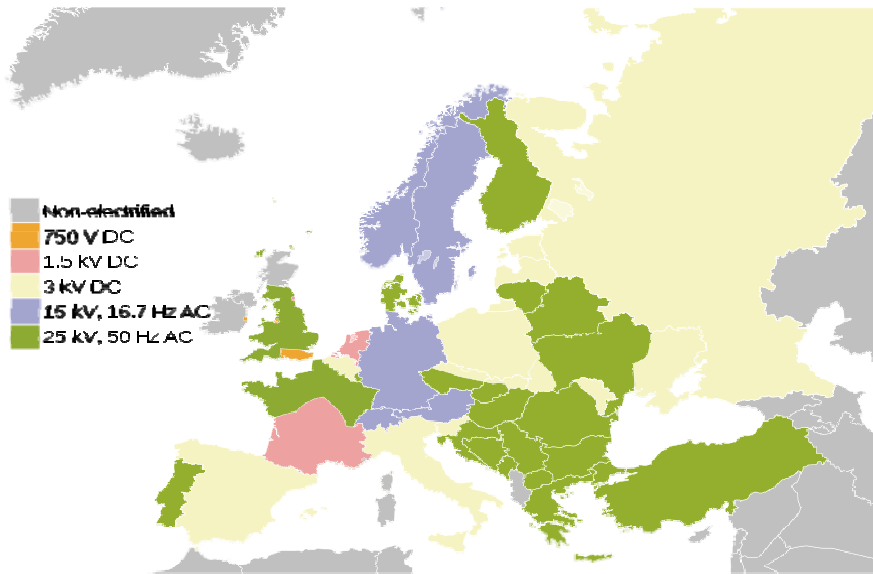
v zahraničí jsou dvoupodlažní elektrické jednotky provozovány i v režimu dopravy InterCity (IC) – což znamená, že vlaky jsou nasazeny pro pohodlné cestování na dlouhé vzdálenosti a zastavují pouze v nejvýznamnějších stanicích.

Na provozování dvoupodlažních jednotek jsou kladeny specifické požadavky na jejich parametry, jako je vysoká obsaditelnost, rozjezdové zrychlení i brzdové zpoždění, výkonná dynamická brzda působící z maximálních do nízkých rychlostí, vypružení, životnost pohonného systému s ohledem na četnost rozjezdů a brzdění, výška vstupní a výstupní plošiny v úrovni nástupišť.

Pro objasnění uvádím, že příměstská železnice je intervalová doprava ve městech a v jejich blízkosti. Jedná se téměř výhradně o osobní dopravu. V některých státech a městech (např. v České republice) je přepravními a tarifními podmínkami i způsobem provozu začleněna do celostátního železničního systému s tím, že zastavuje i na jejich nádražích. V jiných státech a městech Evropy tvoří poměrně oddělené a samostatné systémy dopravy, téměř jako městská hromadná doprava nebo metro. Např. v SRN se provoz uskutečňuje v pravidelných intervalech od několika minut až po půlhodinu či hodinu, příměstská železnice je zapojena do tarifního systému městské dopravy, je napojena i na jiné prostředky městské hromadné dopravy, používá vlastních tratí oddělených od ostatního železničního provozu. Při koncipování vagónů je kladen důraz na možnost rychlého a častého výstupu a nástupu cestujících.

2 Provoz dvoupatrových vozů (jednotek) v Evropě

Na evropském kontinentě je provoz dvoupodlažních vozů či jednotek nejvíce provozován ve Francii, Nizozemsku, Belgii, Švýcarsku, Anglii, Německu a v Itálii. Blízkost měst, obcí a hustota obydlí vyžaduje vlaky s vysokou kapacitou přepravy cestujících a s vynikající akcelerací a brzdění. Dvoupodlažní vozy hrají důležitou úlohu ne jenom ve výše uvedených státech v Evropě, ale po celém světě. Problémem zůstává rozdílný systém elektrizační soustavy jednotlivých států v Evropě viz obr. č. 2. Pro představu uvádím vybrané státy v Evropě, kde je provoz dvoupodlažních vozů běžnou záležitostí.



Obrázek 2: Elektrizační systémy v Evropě

Zdroj: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Europe_rail_electrification_en.sg

2.1 Česká republika (ČD)

České dráhy, a.s. (dále jen České dráhy) se řadí mezi přední železniční dopravce v rámci celé Evropské unie. V roce 2010 využilo jejich linky přes 163 milionů cestujících. V jízdním řádu 2010/11 vypravily České dráhy průměrně 7 500 spojů každý den. V roce 2009 investovaly České dráhy do nákupu a modernizaci vozového parku přes 4 miliardy korun, v roce 2010 investovaly cca 5 miliard. Tím se samozřejmě zlepšila kvalita všech poskytovaných služeb, která s investicí samozřejmě úzce souvisí.

Železniční osobní doprava je jedna ze základních funkcí Českých drah. Jako hlavní odběratel služeb v osobní dopravě patří 14 krajů a ČR zastoupená Ministerstvem dopravy. České dráhy, kladou důraz na přiblížení produktů zákazníkům a to především v osobní dopravě. Jedná se o produkty pro dálkové osobní dopravy nadstandardní kvality (vlaky kategorie SC, EC, IC) a produkty standardní kvality (vlaky kategorie Ex, R), dále produkty regionální osobní dopravy přizpůsobenými jednotlivým krajům, či regionům, jako objednatelů veřejných služeb. Jedná se o regionální osobní železniční dopravu, která je příměstská, regionální či rychlá regionální. Vývoj příměstské či regionální osobní železniční dopravy směřuje k vybudování regionálních integrovaných dopravních systémů v rámci krajů či regionů. Předností integrovaných dopravních systémů vyplývá z jejich kapacitních možností a schopnosti uspokojit vysokou poptávku po přepravě při snížení zatížení životního prostředí. Začlenění železniční osobní dopravy do integrovaného dopravního systému je prvořadým úkolem s předpokladem modernizovat zastaralý vozový park a to především vozy pro příměstskou dopravu.

České dráhy využívají v současné době 66 „Pantografů“ EJ řady 471 s obchodním označením „CityElefant“ a po naplnění uzavřených kontraktů uzavřených v předchozím období budou České dráhy vlastnit 75 kusů. Pro informaci uvádím, že České dráhy, a.s. – Esko, provozují

příměstskou dopravu v okolí Prahy a na Ostravsku. Např. (z Kolína přes Prahu do Berouna, z Nymburka přes Prahu do Benešova, z Prahy do Roudnice nad Labem, z Prahy do Kolína, z Pardubic do Hradce Králové, dále na Ostravsku vlaky jezdí do Českého Těšína, Opavy a Přerova). „CityElefanty“ jsou dále provozovány v Pardubickém i Ústeckém kraji. Dvoupodlažní jednotky jsou nasazeny jako průjezdné spoje přes města, kde tvoří obdobu rychlého vlakového spojení podobného například německému S-Bahnu. Pro informaci uvádím viz. obrázek č. 3a a 3b, že provoz dvoupodlažních jednotek na tratích ČD není nic nového, dvoupodlažní vozy „Bp“ byly pravidelně provozovány čtyřicet let a svoje nasazení v pravidelném provozu ukončily dne 14. prosince 2002. Dvoupodlažní jednotky byly objednány Strojimpexem u výrobce dřívějšího NDR VEB Waggonbau Görlitz již v roce 1961.



Obrázek 3a, 3b: Dvoupodlažní jednotka Bp (Bpjo) a její horní patro jednotky Bp.

Zdroj: <http://www.parostroj.net/katalog/ov/clanky/Bpjo/Bpjo.php3>

2.2 Slovensko (ZSSK)

Železničářská společnost, a.s. (ZSSK) Slovensko nasadila do provozu dvoupodlažní elektrické jednotky EPJ řady 671 s přezdívkou „Jánošík“ o rozchodu 1 435 mm, délkou 79 200 mm a výkonu 2 000 kW s napájením 3 DC + 25 AC kV. Dvoupodlažní jednotky jsou nasazené pro regionální a meziregionální osobní dopravu v okolí Žiliny a Košic na tratích Trenčín – Žilina, Žilina – Košice, Žilina – Čadca, Košice – Prešov a Košice – Čierna na Tisou. Jednotky jsou provozovány jako třívozové s kapacitou 307 míst k sezení s max. rychlostí 160 km/h. Na Slovensku jsou dále provozovány soupravy PushPull, což znamená tlačená – tahaná souprava, jedná se o produkt z firmy Škoda Vagonky řady 951. Vlaková souprava se skládá z lokomotivy, dvoupodlažních vložených vozů a dvoupodlažního řídicího vozu. Dvoupodlažní elektrické jednotky jsou nasazeny v Trnavském, Nitranském a Bratislavském kraji. Dále Železničářská společnost, a.s. (ZSSK) Slovensko provozuje elektrické motorové jednotky ÖBB řady 8033, např. (soupravu EMU City Shuttle 8033 019-5).

2.3 Německo (DB Bahn)

Německé dráhy (DB Bahn) mají a využívají infrastrukturu železniční sítě plně průjezdnou centrem velkých měst, např. Mnichov je od roku 1972 plně průjezdný. Frankfurt nad Mohanem i frankfurtské letiště je napojené na IC expresy a na městskou železnici S-Bahn, s obratem přibližně 50 milionů cestujících. Příměstská železniční síť je řešena i pod centrem se 7 podzemními stanicemi a dále je propojena železnici skrz centrum z jednoho okraje centra na okraj druhý. Ve Frankfurtu nad Mohanem je navíc čtyřkolejný paralelní tunel, kde jezdí metro, příměstské železnice a navíc zde mají průpletové stanice.

Německé dráhy (DB Bahn) u divizí (DB Schenker) a (DB Regio) provozují netrakové dvoupodlažní soupravy a konvenční lokomotivy TRAXX, dvoupodlažní soupravy jsou provozovány s maximální rychlostí 140 km/h.

Modernizace vozového parku u DB Bahn podpořena smlouvou podepsanou 4. ledna 2011 kromě dodávky 135 vozů (TWINDEXX) zahrnuje také 27 lokomotiv TRAXX P160 AC2 u DB Bahn označených jako řada 146.2.

Německé dráhy již dvoupodlažní jednotky TWINDEXX v regionální a příměstské železniční dopravě provozují od roku 2010. Tyto jednotky budou po dodávce od firmy Bombardier dále provozované a uzpůsobené také pro dálkovou dopravu. Interiér jednotek bude přizpůsoben dopravci pro dálkovou dopravu. V interiéru dvoupodlažní jednotky budou k dispozici místa v 1. a 2. vozové třídě, na podlahu budou položeny koberce, vozy budou osazeny komfortnějšími sedadly, policemi pro přepravu zavazadel a k dispozici má být i prostor pro přepravu kočárků, jízdních kol apod. Ke komfortu cestování je v jednotce plánovaná výbava jako je zesilovač mobilního signálu, elektronický rezervační a informační systém, zásuvky 230V apod. Dvoupodlažní jednotky pro dálkovou dopravu budou obsahovat i víceúčelový prostor pro cestování rodin s dětmi nebo prostor jednoduše dostupný a využitelný pro handicapované. Celková kapacita pětivozové jednotky má dosahovat 399 míst v druhé a 70 míst v první třídě.

2.4 Švýcarsko (SBB)

Švýcarské spolkové dráhy (SBB) provozují dvoupodlažní jednotky pod obchodní značkou „KISS“ ve zkratce znamenající „komfortní inovativní a ve spurtu silný příměstský vlak“ nebo také „hubička“. Dříve jednotka měla obchodní název „DOSTO“ s přezdívkou „Patrák“. Firma Stadler vyrobila pro SBB varianty pro S-Bahn, které můžeme vidět v Curychu, tak pro RegioExpresy řadového označení RABe 511. Dále se na příměstských spojích S-Bahnu v okolí Curychu provozují jednotky „Desiro Double-Deck“, řady RABe 514 (61 kusů) vyráběné ve zličinském závodě Siemens Kolejová vozidla, s.r.o. ve spolupráci se švýcarským partnerem projektu firmy Stadler. Dopravce BLS v okolí Bernu bude v polovině roku 2012 provozovat jednotky „DOSTO“ (28 kusů), které mají být čtyřvozové o celkové délce 102 m, nabídnou 336 míst k sezení a prostor pro 110 stojících pasažérů. Dodavatelem jednotek je firma Stadler s tím, že dvoupodlažní jednotky jsou vyráběny v závodě Altenrhein. Dvoupodlažní jednotky nejsou ve Švýcarsku žádnou novinkou, např. v roce 1989-1997 byly vyrobeny a provozovány dvoupodlažní soupravy o třech vozech konstruované pro lokomotivy řady Re450, kde jeden z vozů byl vybaven řídicí kabinou. V současné době, ale nesplňují

nároky na nízkopodlažní vstup do vozu, proto jsou firmou Siemens nahrazovány nízkopodlažními vozy NDW. Technické řešení NDW je velmi podobné jako u vložených vozů ze souprav RABe 514. V curyšském S-Bahnu nastupuje již třetí generace dvoupodlažních vozů. Švýcarské železnice plánují od roku 2013 rozsáhlou modernizaci a obnovu vlakových souprav pro meziměstskou a regionální dopravu. Obnovu vozového parku budou představovat elektrické jednotky „TWINDEXX“ v počtu 59 kusů, které firma Bombardier vyrábí s naklápěcím systémem WAKO. Tato nová technologie umožňuje zvýšení rychlosti při průjezdu obloukem a naklonění skříně až o 2 stupně.

Je třeba také uvést, že od roku 1990, kdy systém S-Bahn Zürich vznikl, mnohanásobně vzrostl počet cestujících a kapacita systému dosáhla svého maxima. Pro představu uvádím, že na hlavním nádraží v Zürichu se uskuteční ve všední den na 1 900 příjezdů a odjezdů vlaků. Od roku 1990 vzrostlo využití železniční osobní dopravy o 240 %, vzhledem k těmto skutečnostem je potřeba na ně reagovat.

2.5 Rakousko (S-Bahn)

Příměstské a regionální dvoupodlažní jednotky např. řady RABe 511 „DOSTO“ později „KISS“ od firmy Stadler jsou převážně zařazené do systému městské hromadné dopravy velkých měst (např. Vídeň, Salcburk, Innsbruck) u dopravce S-Bahn, Regional S-Bahn, a dalších. Dvoupodlažní jednotky zastavují ve všech stanicích a zastávkách, bez příplatku s možností využití jízdenek integrované dopravy příslušného města. Vozy 2. třídy ve vybraných vlacích i oddíly 1. třídy, jsou podobného typu jako v České republice užívají České dráhy s tím rozdílem, že v každém vloženém voze je prostor k zakoupení kávy apod. Dále je provoz dvoupodlažních jednotek uskutečňován z Wien Mitte (Vídeň – střed) na Letiště Vídeň.

Počátkem prosince 2011 byla do Rakouska pro soukromého dopravce WESTbahn Management uskutečněna dodávka elektrických jednotek „KISS“ od firmy Stadler. Jednalo se o sedmikusovou sérii. Jednotky jsou nasazeny jako expresní vlaky na trase Wien Westbahnhof – Salzburg Hauptbahnhof. Z důvodu dlouhodobé výluky stanice Salzburg Hauptbahnhof, jednotka pokračuje do obratové stanice Freilassing na území Německa.

2.6 Litva

Litevské dráhy provozují 4 kusy elektrických dvoupodlažních jednotek ř. 575 vyrobených firmou Škoda Vagonka, a.s. Dvoupodlažní elektrické jednotky jsou třívozové a určeny pro provoz na trati mezi městy Vilnius a Kaunas. Mají řadu specifik a odlišností od elektrických dvoupodlažních jednotek ř. 471, které provozují České dráhy. Hlavní odlišnosti spočívají zejména v rozchodu kolejí 1520 mm, napájení, které je 25 kV střídavé trakce s výkonem 4 x 500 kW a s použitím zabezpečovacího zařízení KLUB-U. Maximální rychlost těchto jednotek byla zvýšena na 160 km/h. Pro informaci uvádím, že Škoda Vagonka, získala v červenci 2011 v Litvě kontrakt za cca 960 milionů korun. Dodá Litvě pět upravených dvoupodlažních jednotek známých jako „City Elefant“. Elektrické jednotky v letech 2012 až 2014 obohatí vozový park Litvy.

2.7 Francie (SNCF)



Obrázek 4: Dvoupodlažní jednotka Z2N 20500

Zdroj: <http://rfe.railclub.ru/pix/fr/electric/emu/Z20500/pix.html>

Ve Francii v Paříži je příměstská železnice hojně využívána a je samozřejmostí, že je napojena na integrovaný dopravní systém. Francouzské železnice (SNCF) provozují dvoupodlažní jednotky typu Z2N 20500, Z2 0672 od firmy Alstom viz obr. č. 4, které tvoří vždy dva motorové vozy s kabinou řidiče. Vlakové jednotky o čtyřech nebo pěti vozech jsou napájeny o stejnosměrném napětí 1 500 V nebo 25 kV s kapacitou míst k sezení cca 800. V současnosti jsou jednotky Z2 0672 již

repasované na Cesson. Dále francouzské železnice provozují dvoupodlažní jednotky Régio 2N od firmy Bombardier, Coradie Duplex od firmy Alstom. Coradia Duplex řada Z 24500 po dvou a třech vozech jsou nasazeny v několika francouzských regionech v systému integrované (příměstské) dopravy např. Pays de la Loire, Saint-Nazaire-Nantes-Saumur a po deseti vozech s kapacitou více jak 500 sedících cestujících s maximální rychlostí 320 km/h jsou provozovány na trati Sud-Est, Atlantique nebo také na trati Paříž – Ženeva.

V současné době jsou také provozovány dvoupodlažní jednotky TGV 2N2 na trase Paris – Zürich, kde doposud nasazované jednotky TGV POS nepostačují kapacitně. Podle statistik francouzské železnice představují průměrný roční přírůstek cestujících v regionální a příměstské dopravě 6%. V období roku 2002 až 2009 se zvýšil o 40%. V současné době jezdí na 260 příměstských linkách denně okolo 5 700 vlaků a přepraví cca 800 tisíc cestujících. Železnice ve Francii očekávají nárůst zájmu o přepravu po železnici, proto modernizují svojí současnou flotilu příměstských a regionálních vlaků, kde hlavním dodavatelem bude domácí firma Alstom s dodávkou 1000 vlakových souprav a firma Bombardier s dodávkou 860 vlakových souprav v obou případech se jedná o dvoupodlažní jednotky.

2.8 Itálie (FS Trenitalia)

Itálie má velmi rozvinutou železniční dopravou, od příměstských linek velkých měst, přes meziměstskou dopravu až po vysokorychlostní tratě. Největším železničním dopravcem jsou italské dráhy FS (Ferrovie dello Stato) s obchodním názvem Trenitalia.

V Římě je železnice hojně využívána v rámci integrovaného dopravního systému se rozrůstající sítí příměstských vlaků. Vozový park těchto linek je v současnosti již vcelku

moderní, vzhledem k veliké vytiženosti jsou především využívány dvoupodlažní vozy. Italské dráhy mají standardní evropský rozchod 1435 mm a přibližně dvě třetiny tratí jsou elektrifikovány, trakční napětí je 3000 V ss, případně 25 kV 50 Hz.



Obrázek 5: Souprava VIVALTO s elektrickou lokomotivou řady E 464

Zdroj: http://www.fotodoprava.com/roma_vlak.htm

Jak jsem již uvedl příměstská železniční osobní doprava v Itálii je velmi vytižená, v provozu převládají dvoupodlažní jednotky či soupravy. Nejčastěji můžeme vidět elektrické čtyřvozové jednotky TAF řady 426/506, které jsou v provozu již od roku 1998. Počátkem roku 2005 je flotila rozšiřována mimo jiné i o dvoupodlažní soupravy Vivalto

viz obr. č. 5, které jezdí se způsobem push-pull. Soupravy jsou pětivozové s řídicím vozem s elektrickou lokomotivou řady E 464. Příměstská železniční doprava má stále stoupající úroveň. Nové vlakové soupravy jsou klimatizované, vybavené akustickým i vizuálním informačním systémem, apod.

2.9 Španělsko

Španělská železnice je velmi rozvinutá a moderní. V posledním desetiletí ve Španělsku vzniklo mnoho moderních tratí. Trati státních železnic RENFE (11 829 km), mají rozchod 1668 mm, vysokorychlostní trati mají standardní rozchod 1435 mm. Elektrifikováno je okolo 8500 km, v převážné většině jde o napětí 3 kV ss, v menší míře je použito napájení střídavým proudem o napětí 25 kV.

Příměstské vlaky, ve Španělsku nazývané Cercanías a v Barceloně také katalánsky Rodalies, jsou velmi využívány, jejich intervaly v přepravní špičce se dají srovnat s intervaly metra na některých linkách. Příměstská doprava na mnoha místech sdílí společnou trať s běžnými vlaky, včetně vysokorychlostních.

Flotila příměstských vlaků Cercanías je v současnosti obměňována moderními soupravami Civia, které jsou dodávány ve třívozových, čtyřvozových a pětivozových soupravách. Na



Obrázek 6: Dvoupodlažní jednotky řady 450

linkách Cercanías jak je vidět na obr. č. 6 se můžeme setkat také s dvoupodlažními jednotkami řad 450 a 451. Řada 450 je šestidílná jednotka, kterých bylo do Barcelony dodáno 24 kusů, řada 451 je jednotka stejného typu, ale trojdílná, těch zde najdeme 12. Oba typy, jsou v provozu od poloviny devadesátých let a dosahují nejvyšší rychlosti 140 km/h.

2.10 Anglie (BR)

Anglie má hustou železniční síť rozdělenou do regionů. Doprava vlakem je spolehlivá, efektivní a pohodlná s moderním vozovým parkem. Britské železnice prošly před několika roky privatizací. Infrastruktura je v rukou státní organizace Network Rail a na přepravě se podílí cca 28 provozovatelů. Mezi provozovateli je zdravá konkurence a proto vylepšují neustále svůj vozový park. Většinu elektrických dvoupodlažních souprav tvoří sestavy čtyř vozů včetně elektrického vozu, ale dle potřeb dopravce mohou být soupravy sestavovány do čtyř, osmi nebo dvanácti vozů. Vlakové jednotky nebo soupravy nové generace jsou napájeny z troleje 25 kV, 50 Hz a spojují Anglii, především Londýn s letištěm Heathrow, kde je železnice velmi využívána. Londýn dále buduje Cross Rail 1, Cross Rail 2, to jsou dva průjezdné systémy, které mají spojit právě Paddington a Liverpool Street Station a dále letištní linku na Heathrow. Vlaky provozovatelů na hlavních tratích mezi velkými britskými městy jezdí rychlostmi mezi 160 – 200 km/h. Co se týče počtu cestujících, ve Velké Británii se vlakem cestuje hodně, vlaky bývají poměrně vytížené, pro tento účel mají dvoupodlažní jednotky své opodstatnění.

3 Vybraní výrobci dvoupatrových vozů (jednotek)

3.1 Firma Bombardier Transportation

Firma je celosvětovou jedničkou ve vývoji, výrobě železničních vozů a pokrývá celé spektrum řešení pro železnice od signalizace, systémové integrace, servisu až po ucelené jednotky. Bombardier Transportation v současné době vyvíjí moderní novou generaci výkonných dvoupodlažních jednotek s efektivní dobou přepravy i přes časté zastávky, při zajištění vynikající dostupnosti, viz obr. č. 7. Firma k vývoji využívá nejmodernější technologie a lehké carbodies. Příměstské dvoupodlažní jednotky jsou provozně flexibilní, efektivní, maximálně spolehlivé, včetně s minimálními nároky na údržbu. Promyšlená ergonomie, bezpečnost, komfort, vstupy na úrovni platformy, systémy vzduchového odpružení, efektivní využívání energie je samozřejmostí. Příkladem je nová koncepce dvoupodlažních elektrických jednotek, která tvoří novou rodinu „OMNEO“ s uplatněním zejména v příměstské a regionální dopravě. Jednotky „OMNEO“ jsou vybaveny pro napěťové systémy 1,5 kV ss a 25 kV/50Hz, poháněné synchronními trakčními motory s permanentními magnety o výkonu 400 kW, což činí instalovaný výkon u šesti a sedmivozové soupravy se třemi hnacími podvozky 2 400 kW, osmi a desetivozových souprav 3 200 kW. Maximální rychlost je stanovena na 160 km/h a pro verzi „Intercity“ 200 km/h. Vzhledem k tomu, že jednotky OMNEO jsou flexibilní, délky vlaků se mohou lišit od 80 - 135 m, s přírůstky 10 až 15 m, s možností přizpůsobit jednotku požadavkům dopravců. Celková kapacita je v závislosti na délce a uspořádání sedadel od 360 – 780 míst.



Obrázek 7: Návrh elektrické jednotky rodiny OMNEO

Zdroj: <http://www.bombardier.com/en/transportation/products-services/rail-vehicles/commuter-and-regional-trains/double-deck-electric-multiple-units/omneo-product-platform?docID=0901260d8011eef1>

Jak jsem již výše uvedl, délky dvoupodlažních elektrických jednotek se pohybují v provedení Short, Medium, Long, Extra Long a v provedení Intercity V2000. Jednotky jsou konstruovány s maximální viditelností ve vnitřních prostorech jak je patrné z obr. č.8a a 8b.



Obrázek 8a, 8b: Návrh interiéru vstupních a výstupních prostor, návrh interiéru oddílu 2. třídy

Zdroj: <http://www.bombardier.com/en/transportation/products-services/rail-vehicles/commuter-and-regional-trains/double-deck-electric-multiple-units/omneo-product-platform?docID=0901260d8011eef1>

Ergonomicky navržený interiér je moderně sklouben s architekturou jednotky. Architektura jednotky je multifunkční a prostřídává interiéry s širokými předsíněmi, toaletami, prostory pro jízdní kola atd. Komfort a nízká hlučnost je běžným standardem.

Vysoká kapacita OMNEO je dosažena větší šířkou skříní s kombinací inovativních prvků, jako jsou: použití kratších vozů, prostřídání jednopodlažních (nástupních) a dvoupodlažních vozů (pouze cestovní moduly, bez nástupu) v soupravě. Prostor uvnitř vozu je ušetřen tím, že je topení zabudováno do podlahy. Délky jednopodlažních vozů jsou 10 020 mm a 14 300 mm, dvoupodlažních jsou 13 695 mm, 15 445 mm a 19 215 mm s šířkou 2 990 mm u dvoupodlažních a 3 050 mm u jednopodlažních nástupních vozů. Větší šířka než 2800 mm než u používaných dvoupatrových jednotek SNCF zaručuje prostorové vylepšení komfortu pro cestující (širší sedadla, širší uličky aj.) a zvýšení počtu míst k sezení pro cestující s uspořádáním 2+2 nebo 2+3. Jak jsem již uvedl šířka sedadel a uliček je rozdílná dle typu interiéru. Ve dvoupodlažních vozech může být uspořádání provedeno ve verzi 2+2 se šířkou sedadel 580 mm a uličky 600 mm nebo ve velkokapacitní verzi 2+3 se šířkou sedadel 490 mm a uličky 550 mm. Na obou koncích těchto vozů je v prostoru nad podvozky skupina čtyř sedadel, mezi nimiž je ulička šířky 900 mm, sloužící jako průchod mezi nástupními prostory a velkoprostorovým oddílem v dvoupodlažních vozech. Nástupní dveře jsou dvoukřídlé posuvné se světlostí 1 600 mm, za nimi jsou nástupní prostory šířky 2000 mm.

Pokud se jedná o výšky stropů, tak v horních oddílech je výška 1 940 mm, ve spodních oddílech 1 938 mm a v nástupních prostorech a nízkopodlažního vozu je výška 2 340 mm. V jednopodlažním voze je vyčleněný prostor pro dva invalidní vozíky, prostorné WC, prostor pro kola pro svislou i vodorovnou pozici. Kamerový systém je součástí vybavení a slouží pro sledování vnitřního i vnějšího prostoru. Jednotky OMNEO jsou dále vybaveny systémem klimatizace a vytápění. Ekologické OMNEO EMU Bombardier s technologií ECO4 umožní snížit spotřebu energie a emisí CO₂. Materiály použité v konstrukci této jednotky jsou z 95% recyklovatelné.

3.2 Firma Stadler

Stadler Rail Group je společnost nabízející systémová, zákaznický orientovaná řešení v oblasti kolejových vozidel, disponujících výrobním zázemím ve Švýcarsku, Německu, Polsku, Maďarsku a v Alžíru. Nejnovější engineeringovou společností je Stadler Praha v ČR.

V oblasti železniční dopravy vzhledem k tématu bakalářské práce jsou zajímavé dvoupodlažní jednotky „DOSTO“ – „KISS“ viz obr. č. 9. Z původního obchodního názvu „DOSTO“ se od roku 2010 firma Stadler odkazuje na nový obchodní název „KISS“ což znamená v překladu (pohodlný, novátorský, sprint). Dvoupodlažní jednotky vycházejí z úspěšné koncepce jednotek „FLIRT“. Jednotky „KISS“ jsou vozidla třetí generace, jsou charakterizovány vyšším počtem míst ke stání, uplatňují se v příměstské dopravě, kde jsou navrženy pro maximální rychlost 160 km/h, ale i v dálkové s maximální rychlostí 200 km/h při rozchodu 1 435 mm s maximálním výkonem 6 000 kW. Bočnice, střechy i podlahy jsou vyrobeny z rozměrných protlačovaných profilů z hliníkových slitin. Dvoupodlažní jednotka „KISS“ má dva stejné čelní hnací vozy a může mít až šest vložených vozů se čtyřmi varianty. Pořadí i druh vložených vozů jsou volitelné a jednotka se vyrábí jak čtyřdílná tak šestdílná. Pro představu uvádím, že hnací vůz se stanovištěm strojvedoucího s oddíly 2. třídy nese označení Bt 100, označení AB 200 a AB 500 má vložený vůz s oddíly 1. a 2. třídy, B 300 vložený vůz s oddíly 2. třídy a WC, B 400 vložený vůz s úpravami pro postižené cestující (vozičkáři apod.) a označení AB 600 nese hnací vůz se stanovištěm strojvedoucího s oddíly 1. a 2. třídy.



Obrázek 9: SBB RABe 511 KISS

Zdroj: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/SBB_RABe_511_T%C3%B6ssm%C3%BChle.jpg

Oddíly ve všech vozech jsou konstruovány s maximální možnou šířkou, protože v bočnicích již není zabudováno topení a klimatizace, ta je v podobě průduchů a topných těles umístěna v podlaze skříně vozu. Počet míst k sezení v 1. třídě je 120 cestujících, ve 2. třídě je počet míst k sezení 415. Pokud jde o místa ke stání, konstrukce umožňuje kapacitu 4 osoby na metr čtvereční. K nástupu lze využít na každé straně vozu 1 400 mm širokých dveří s nízkopodlažním vstupem ve výšce 550 mm nad TK a výsuvný schůdek s protiskluzovým povrchem. Od vstupních dveří vede schodiště do patra vozu, tím je maximálně využita podlahová plocha vozu k přepravě cestujících.

3.3 Siemens

Firma Siemens AG je celosvětově známým elektrotechnickým koncernem. Přes 160 let je firma jednička ve špičkových technologiích, kvalitě, inovacích, spolehlivosti a v mezinárodním působení. Zaměstnává cca 405 000 zaměstnanců po celém světě. Zastoupení společnosti Siemens v České republice bylo obnoveno v roce 1990 po více jak 120 letech. V současnosti firma Siemens zaměstnává v ČR 11 000 zaměstnanců a řadí se mezi největší zaměstnavatele v ČR. Siemens v České republice působí v mnoha oblastech, nás především zajímá výroba dvoupodlažních jednotek. Švýcarská společnost Siemens AG ve spolupráci Siemens, s.r.o. v ČR vyrábí dvoupodlažní elektrickou jednotku „Desiro RABe 514“ pro Švýcarsko, viz. obr. č. 10. Dvoupodlažní elektrická jednotka je složena ze 4 vozů o celkové délce 100 m, při rozchodu 1 435 mm. Při jmenovitém výkonu 3,2 MW je schopna vyvinout maximální rychlost 140 km/h. Vozy jsou navzájem spojeny pomocí krátkých spřáhel do ucelených jednotek. Spřáhnout lze 4 vozy. Je také možné u soupravy použít lokomotivou

Re450. Čelní vozy jsou trakční s pohonem všech dvojkolí. Všechny důležité systémy jsou v jednotce zdvojeny, aby byly v případě poruchy zastupitelné.



Obrázek 10: RABe 514

Zdroj: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8f/RABe_514_bei_Felben-Wellhausen.jpg

Vozovou skříň tvoří konstrukce z ocelových profilů a dále je konstrukce opláštěná plechy. Čelo je ze sklolaminátu sendvičového typu, který je podepřen ocelovou konstrukcí. Na jednotce jsou instalovány prvky absorbující nárazovou energii tak, aby byli v případě kolize co nejvíce chráněni cestující a personál.

Design interiéru nabízí vysoký komfort. Podlaha jednotky je pokrytá koberci. Použitím inovativní konstrukce, speciálních sedáků a dalších desénových prvků došlo ke zvětšenému prostoru pro nohy cestujících. Rozteč proti sobě umístěných sedadel je pohodlných 1700 mm a v 1. třídě dokonce 2000 mm. V 1. a 2. třídě jsou sedadla uspořádána do typu 2+2. Sedadla jsou připevněná na konzolách, čímž je zajištěn bezproblémový přístup pro cestující, tak i pro úklidový servis. Celkový počet sedadel v kompletní ucelené jednotce činí 378 z toho 74 v 1. třídě. Předsuvné dvoukřídlé dveře s šířkou 1400 mm umožňují rychlou výměnu cestujících na nástupištích. Nástupní výška je 600 mm nad temenem kolejnice (TK) s tím, že přídatná výsuvná plošina minimalizuje mezeru mezi nástupním prostorem vozu a nástupištěm. V bočním obložení vozu je instalována klimatizace, tak je docílena větší výška stropu. Schodiště mezi nástupním prostorem, mezipatrem a horním patrem jednotky je dostatečně široké. Ve vložených vozech je umístěno WC pro handicapované cestující, vedle kterého je dostatečný prostor např. pro invalidní vozíky, kočárky, jízdní kola a nebo jsou zde k dispozici sklopná sedadla pokud nebudou místa využita jinak. K informování cestujících jsou k dispozici informační displeje LED nebo monitory LCD. Z bezpečnostních důvodů je jednotka ve vnitřních a vnějších prostorech monitorována kamerovým systémem.

3.4 ŠKODA VAGONKA, a.s.

Firma je výrobcem kolejových vozidel s výrobním programem zaměřených na produkty v oblasti elektrických jednotek pro příměstskou dopravu, motorových souprav, lehkých regionálních vozidel a osobních přípojných vozů. Zajišťuje také kompletní servis vozidel, opravy, modernizaci a prodej náhradních dílů. V této bakalářské práci je jeden s cílů, vlastní srovnání dvoupodlažních jednotek vyráběných společností Škoda Vagonka, a.s., proto níže budu prezentovat pouze produkty tohoto druhu.

3.4.1 Elektrická jednotka řady 470 s přezdívkou Kraken

„Zelený a Modrý Kraken“ (viz obr. č. 11a, 11b), to je přezdívka dvou jednotek řady 470, které byly vyrobeny pouze v počtu dvou kusů pro České dráhy. Vývoj jednotky řady 470 započal koncem roku 1986 a první jednotka byla dodána až v roce 1991. Dvoupodlažní jednotky nebyly spolehlivé a nakonec byly vyřazeny z provozu ihned po dodání jednotek řady 471“City Elefant“.

Elektrická dvoupodlažní jednotka řady 470 byla vyrobena pro příměstskou dopravu, která využívala elektrifikované tratě stejnosměrným proudem o napětí 3 kV.



Obrázek 11a, 11b: EJ řady 470 „Zelený Kraken“ a interiér v horním podlaží.

Zdroj: http://technet.idnes.cz/city-elfant-pantograf-ktery-je-lepsi-nez-pendolino-fhw-/foto.asp?foto1=RJA2278fe_470.jpg

Jednotka se skládala ze dvou čelních motorových vozů řady 470 a tří vložených dvoupodlažních vozů řady 070. Motorový elektrický vůz byl brzděn elektrodynamickou a pneumatickou brzdou, dvoupodlažní vůz byl vybaven pneumatickou brzdou a kotoučovými brzdami. Vytápění jednotky bylo teplovzdušné. Pro rychlé nastupování a vystupování byla jednotka vybavena širokými středními vstupy na úrovni nástupišť. Motorový elektrický vůz byl vybaven trakční výzbrojí, umístěnou v prostorách skříně vozu. Skříň elektrického vozu byla jednopodlažní se středovou částí, která byla snížená a byla rozdělena na stanoviště strojvedoucího, přední a zadní strojovnu a prostory pro cestující, kde bylo 64 míst k sezení. Každý z čelních vozů měl výkon 1 104 kW s provozní hmotností 62 t.

Vložený dvoupodlažní vůz byl čtyřnápravový se dvěma běžnými podvozky a vzduchovým vypružením. Ve snížené střední části vozu byl velkoprostorový oddíl pro cestující a na koncích vozu byly dva malé oddíly. V horním podlaží byl rovněž prostor pro cestující. WC

byly umístěné v nástupních prostorech. Dvoupodlažní vložené vozy mohly být po částečné úpravě provozovány i s běžnými lokomotivami. Pětivozová jednotka měla délku 132 metrů a hmotnost při plném obsazení 317 t s rozchodem 1 435 mm. Jednotka měla celkovou kapacitu 602 míst k sezení pro cestující a 784 míst k stání. Maximální rychlost jednotky byla 120 km/h. Jednotky byly poprvé vybaveny automatickým vedením vlaku.

Zkušební provoz byl zahájen v roce 1991 a po-té byla dvoupodlažní jednotka 470.001-002 předána ČD koncem roku 1992 a jednotka 470.003-004 v únoru 1993. Jednotky byly v provozu na trati Praha - Kolín - Pardubice. Vlivem špatně řešeného pojezdu elektrických vozů se začaly projevovat chodové problémy. Během provozu byly na jednotce zjištěny další problémy s nedostatečností výkonu kotoučové brzdy vložených dvoupatrových vozů a malý měrný výkon elektrického vozu. Tyto problémy a další byly podmětem k tomu, aby jednotka byla přesunuta na provoz méně náročné trati Praha - Beroun. Dnes jsou jednotky v deponii v České Třebové, kde čekají na svůj účetní odpis v roce 2012.

3.4.2 Elektrická jednotka řady 471 pro Českou republiku



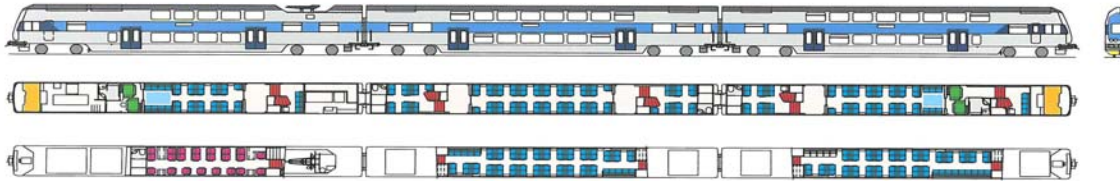
Po revoluci v roce 1989 v ČR se dostala firma ČKD Vagonka Studénka, a.s. do krizové ekonomické situace způsobené rozpadem RVHP. Přesto firma vyvinula elektrickou moderní dvoupodlažní jednotku řady 471 nové generace. První ze souprav byla dodána Českým drahám, a.s. v roce 2000. Vývoj dvoupodlažní jednotky řady 471 vycházel

Zdroj: <http://www.vlaky.net/zeleznice/spravy/003208-Elektricke-jednotky-na-nasich-kolejich-rada-471/>

z požadavku Českých drah na náhradu

dožívajících příměstských jednotek řady 451 a 452 se standardním rozchodem 1 435 mm. Výroba osobních železničních vozidel byla v rámci privatizace vyčleněna do dnešní firmy Škoda Vagonka, a.s. Elektrická jednotka představuje novou generaci moderních dvoupodlažních vozidel s elektrifikovaným systémem 3 kV DC. Moderní dvoupodlažní jednotka byla zkonstruována při použití velkoplošných hliníkových profilů pro hrubé stavby vozových skříní, které výrazně snižují hmotnost vozidla, zvyšují životnost a zlepšují design. Snižování energetické náročnosti provozu je u jednotky zajištěno asynchronními trakčními motory společně s elektrodynamickou brzdou a možností rekuperace. Čtyři asynchronní motory mají celkový jmenovitý výkon 2 000 kW. Maximální konstrukční rychlost je 160 km/h, ale u jednotky je rychlost snižována na 140 km/h. Jednotka řady 471 nazývaná „CityElefant“ (viz obr. č. 12) se provozuje jako třívozová je složena z motorového vozu označeného 471 se dvěma hnacími podvozky, s vloženého vozu označeného 071 a konec

jednotky tvoří řídicí vůz s označením 971. Vozy mají shodné vnější rozměry, na čelech jednotky jsou automatická spřáhla. Jednotka s velkoprostorovým oddílem má kapacitu 310 sedadel s toho v motorovém voze 59 sedadel (23 sedadel v oddíle 1. třídy), ve vloženém voze 134 sedadel a v řídicím voze 117 sedadel, což je patrné z obr. č. 13. Interiér jednotky je dále přiblížen na obr. 14a, 14b, 15a a 15b.



Obrázek 13: EJ řady č. 471 (rozložení interiéru)

Zdroj: <http://www.vagonka.cz/gallery/1001/Prospekt-EJ-471-2010.pdf>

Vytápění a klimatizace je samozřejmostí oddílů obou tříd a také kabin strojvedoucího. Určené vstupy jsou vybaveny naváděcím majáčkem pro neslyšící, důležité informace jsou provedeny Braillovým písmem pro nevidomé.



Obrázek 14a, 14b: Interiér EJ řady 471 se závěsy pro jízdní kola.

Zdroj: http://technet.idnes.cz/city-elephant-pantograf-ktery-je-lepsi-nez-pendolino-fhw-/foto.asp?foto1=RJA22393e_PA295072.JPG



Obrázek 15a, 15b: Interiér EJ řady 471 - dolní podlaží.

Zdroj: http://technet.idnes.cz/city-elephant-pantograf-ktery-je-lepsi-nez-pendolino-fhw-/foto.asp?foto1=RJA22393e_PA295073.JPG

Jednotka disponuje s nízkopodlažním nástupem s úroňovým vstupem z nástupiště 550 mm nad TK. Na každé straně vozu jsou k dispozici dvoukřídlové předsuvné dveře o šířce 1340 mm. Nástupní prostor elektrického a řídicího vozu je vybaven plošinami pro nástup tělesně postižených cestujících na vozíčkách. Jednotka je dále vybavena vakuovým systémem WC, které je rovněž prostorově uzpůsobeno pro tělesně postižené cestující (viz obr. č. 16).



Obrázek 16: WC s vakuovým odsáváním.

Zdroj: http://technet.idnes.cz/city-elefant-pantograf-ktery-je-lepsi-nez-pendolino-fhw/foto.asp?foto1=RJA223946_PA295096.JPG

Elektrická dvoupodlažní jednotka má ergonomicky řešené stanoviště strojvedoucího, řídicí systém umožňuje automatickou regulaci rychlosti a automatické vedení vlaku ovládním jedné jízdní páky. Optimalizátor jízdy vlaku, reguluje rychlost jednotky tak, aby došla do stanice podle jízdního řádu.

3.4.3 Dvoupodlažní elektrická jednotka řady 671 s přezdívkou (Ešus, Hliník), pro Slovensko

Od Železničné spoločnosti Slovensko získala firma Škoda Vagonka, a.s. koncem roku 2008 kontrakt na deset třívozových dvousystémových elektrických dvoupodlažních jednotek řady 671, které měly zabezpečit provoz na tratích Žilina - Košice a Žilina - Trnava.

Příměstské jednotky řady 671 (viz obr. č. 17), vychází z konstrukce „CityElefantů“, ale na rozdíl od nich je EJ řady 671 dvousystémová s možností provozu pod střídavým napětím 25 kV / 50 Hz i pod stejnosměrným napětím 3 kV. Třívozová EPJ 671 má výkon 2 MW (4x500 kW), což umožňuje jízdu s maximální rychlostí 160 km/h, při rozchodu 1 435 mm. Elektrická jednotka řady 671 je složena ze tří vozů a to z elektrického vozu EPV 671, vloženého vozu PVV 071 a řídicího vozu PRV 971.

Dvoupodlažní jednotka s přezdívkou "Ešus", kterou dostala díky své hliníkové konstrukci skříně, s trakčním pohonem uloženým ve dvou strojovných motorového vozu, se vyznačuje vysokou účinností. Možnost výrazné úspory trakční elektrické energie představuje rekuperace, která je součástí řízení trakčních měničů do obou napájecích systémů. Jednotka je dále vybavena systémem pro měření spotřeby elektrické energie, automatickou rychlostní regulaci a bezdrátovým přenosem dat mobilní sítí GSM-R.

Pro cestující jsou v jednotce k dispozici pohodlné sedadla v uspořádání 2+2 s elektrickými zásuvkami pro napájení elektrických spotřebičů, PC apod. Systém větrání a klimatizace pro jednotlivé oddíly je plně automatizovaný. Interiér je obložen materiálem se sníženou hořlavostí a tříštivostí, oddíly nad podvozky jsou odizolovány speciálním protihlukovým sendvičem. Přední nástupní prostor u řídicího vozu je pro nastupování cestujících na vozíčku doplněn sklopnými rampami, u těchto nástupních míst je k dispozici i bezbariérové WC. Zabezpečovací zařízení, požární čidla a automatické hasicí zařízení je u této řady jednotky běžnou záležitostí jako například komunikační terminály pro cestující a strojvedoucího. Ke zvýšení bezpečnosti cestujících je jednotka vybavena kamerovým systémem.



Obrázek 17: Elektrická jednotka řady 671 pro Slovensko

Zdroj: <http://www.zeleznicne.info/view.php?nazevclanku=elektricka-poschodova-jednotka-zssk-radu-671&cislocclanku=2009100008>

Celá dvoupodlažní jednotka má délku 79,2 m, široká je 2 820 mm a výška vozů je 4 635 mm je určena pro 640 cestujících z toho 307 sedících cestujících a čtyři místa pro ortopedické vozíky. Stanoviště strojvedoucího je umístěno na čele elektrického a řídicího vozu. Nízkopodlažní nástupní prostor je opatřen dvoukřídlými přesuvnými dveřmi o světlé šířce 1 300 mm, které slouží pro rychlé, pohodlné a bezpečné nastupování a vystupování cestujících i se zavazadly a dětskými kočárky. Pro přepravu kočárků a jízdních kol jsou v čelních vozech vyhrazeny prostory. Informace pro cestující jsou poskytovány jak informačními tabulemi LED, tak akustickým informačním systémem. EJ 671 je konstruována pro klimatické podmínky s rozpětím teplot – 30° až +40°C. K dispozici je systém automatické regulace rychlosti (ARR), ale není aktivován systém cílového brzdění jako u EJ 471. Jednotky jsou vybaveny záchrannou brzdou s přemostěním. Vlaková komunikace v soupravě probíhá ve standardu WTB, pro vozidlovou komunikaci slouží soustava sběrnic CAN. Řídicí systém je dále vybaven komunikační sítí ethernet, který slouží pro přenos diagnostických dat a dat z kamerového systému.



Zdroj: http://technet.idnes.cz/v-ostrave-se-vyrabi-esus-pro-slovensko-na-koleje-vyjede-v-roce-2010-pxn-/foto.asp?foto1=RJA293c28_interier_sedadla.jpg

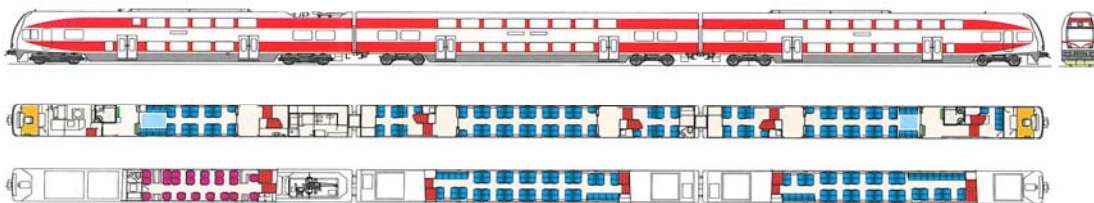
EJ 671 je v červeno-stříbrném provedení. Interiér je v provedení žluté, šedé a červené jak je patrné z příloženého obr. č. 18.

Na Slovensku je provozováno již 10 „Ešusů“. První souprava byla dodána v červnu 2010, poslední je plánováno na listopad 2012. Hlavní nasazení do provozu EJ 671 je plánován na úsecích Trenčín – Žilina, Žilina – Čadca, Žilina – Ružomberok, Poprad

Košice a na dalších úsecích.

3.4.4 Elektrická dvoupodlažní jednotka EJ 575, pro Litvu

Elektrické jednotky řady 575 (viz obr. č. 20), navazují na úspěšné dodávky firmy Škoda Vagonka, a.s. Výroba vychází z osvědčené řady EJ 471. EJ 575 je určena pro vnitrostátní meziměstskou železniční dopravu na litevských tratích o rozchodu 1520 mm s napájecím napětím 25 kV, 50Hz a s možností budoucího zabudování trakce i na 3kV DC. Třívozové dvoupodlažní elektrické jednotky řady 575 mají celkovou délku 79 200 mm, výšku 4 635 mm, šířku skříně 2 820 mm a hmotnost soupravy je 164 tun. Použití zabezpečovacího zařízení KLUB-U a TSKBM je další hlavní odlišností od EJ řady 471. Při výkonu trakčních motorů 4x500 kW byla maximální rychlost byla zvýšena na 160 km/h. Vnější a vnitřní kamerový systém, místo pro prodejní automaty na nápoje patří k vybavení jednotky. K výraznému zlepšení komfortu pro cestující a k jejich pohodlnému cestování přispívají nízkopodlažní nástupní prostory se širokými dveřmi. Pro zdravotně postižené cestující například na vozíku jsou vstupy v přední části jednotky v řídicím vozu vybaveny zvedací plošinou a v přílehlých prostorách jednotky jsou dále prostorově uzpůsobeny oddíly a WC jako bezbariérové. Informace pro cestující jsou navíc provedeny Braillovým písmem pro nevidomé a předem určené vstupní prostory jsou vybaveny naváděcím majáčkem pro neslyšící. Interiér jednotky nové generace v základní konfiguraci má kapacitu 304 sedadel s toho 23 sedadel v oddíle 1. třídy. Uspořádání je patrné z obr. č. 19.



Obrázek 19: EJ 575 (vnitřní rozložení)

Zdroj: <http://www.vagonka.cz/gallery/1028/Prospekt-EJ-575.pdf>



Obrázek 20: Elektrická jednotka řady 575, pro Litvu

Zdroj: <http://www.vagonka.cz/40000.asp?ids=1410>

V obvodech palubní sítě jsou k dispozici sítě: 570V DC, 3x400V 50Hz, 230V 50Hz a 24V DC. Osvětlení interiéru ovládá strojvedoucí nebo obsluha vlaku z rozvaděče RTO, které je zářivkové. Jednotka má dále k dispozici počítačem řízený systém hašení strojoven a termochemicky řízený systém hašení elektroniky a skříní rozvaděčů.

Z ergonomicky řešeného stanoviště pro strojvedoucího lze řídit až tři spojené elektrické jednotky (9 vozů) pomocí komunikačního systému WTB a pomocí signálů přenášených průběžným vedením. K usnadnění práce strojvedoucímu a ke zvýšení bezpečnosti provozu slouží ovládání jednotky pomocí jedné jízdní páky s možností automatické regulace rychlosti.

3.4.5 Elektrická jednotka řady 675 pro Ukrajinu

Řada 675 je další mutace dvoupodlažních elektrických jednotek řady 471. Změny oproti řadě 471, jsou například to, že jednotka je dvousystémová, šestivozová, interiér je k dispozici i pro kuřáky, jídelní část a služební místnost je samozřejmostí. Další z mnoha změn je jiný rozchod a zvýšení maximální rychlosti na 160 km/h při výkonu trakčních motorů 8x500 kW.

Skříň vozu je osvědčené koncepce z velkoplošných hliníkových profilů. Elektrická dvoupodlažní jednotka je určena pro příměstskou železniční dopravu na ukrajinských tratích s rozchodem 1520 mm elektrifikovaných stejnosměrným napětím 3 kV DC a střídavým napětím 25 kV, 50 Hz AC. Jednotka je provozuschopná při drsných klimatických podmínkách $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Elektrická jednotka EJ 675 je v základní sestavě šestivozová, složená ze dvou motorových vozů řady 225 a čtyř vložených vozů řady 227. Z ergonomicky řešeného stanoviště pro strojvedoucího lze řídit až dvě spojené elektrické jednotky (12 vozů) pomocí komunikačního systému WTB a pomocí signálů přenášených průběžným vedením. K usnadnění práce strojvedoucímu a ke zvýšení bezpečnosti provozu slouží ovládání jednotky pomocí jedné jízdní páky s možností automatické regulace rychlosti.

Na čelech jednotky jsou motorové vozy 225, kde v horním podlaží je oddíl pro 1 třídu, v dolním podlaží jsou oddíly 2. třídy, vyhrazený prostor pro vozíčkáře a prostory určené pro 8 jízdních kol. Následují tři vložené vozy 227, které jsou s oddíly převážně 2. třídy, z nichž je

jeden celý kuřácký, druhý vložený vůz je nekuřácký s 1. třídou v horním podlaží, třetí vložený vůz má nad jedním podvozkem 2. třídu a nad druhým místnost služební u které je na stěně nainstalována informační dotyková tabule. Jídelní část je v dolním podlaží mezi podvozky.

Délka EJ řady 675 je 158 400 mm, šířka 2 820 mm a výška vozidel je 5 000 mm při hmotnosti soupravy 334 tun. Moderní velkoprostorový interiér 1. a 2. třídy poskytuje pohodlná sedadla při kapacitě 46 sedadel v 1. třídě a 590 sedadel ve třídě druhé. Nízkopodlažní nástup, nástupní rampy, bezbariérové prostory včetně WC doplněné Brailovým písmem, které umožňují přepravu hendikepovaným cestujícím, klimatizace, prodejní automaty a další zajišťují výrazné zvýšení komfortu jednotky. Kamerový systém, moderní prvky ochrany proti přivření dveří, automatický hasicí systém, konstrukce skříně pomáhají zvýšit bezpečnost cestujících.

3.4.6 Vratná dvoupodlažní souprava 951 pro jižní Slovensko

Nová vratná elektrická dvoupodlažní souprava řady 951 na jednom konci vypadá jako EJ řady 471 na druhém konci je lokomotiva. Vratná souprava „PushPull“, takto se odborně nazývá



Obrázek 21: EJ řady 951 "Push-Pull"

Zdroj: http://technet.idnes.cz/foto.aspx?foto1=RJA3bc0e0_souprava_Push_Pull_S_VAGONKA.JPG

vlaková souprava, která se skládá z lokomotivy, dvoupodlažních vložených vozů a dvoupodlažního řídicího vozu. Vratná souprava se dá ovládat z obou konců vlaku bez nutnosti přepřahu lokomotivy. Pořízení vratné soupravy je levnější oproti jednotce, když má provozovatel k dispozici vhodné lokomotivy.

Základní souprava je složena z řídicího dvoupodlažního vozu 951, ze dvou vložených dvoupodlažních vozů řady 051 a z upravené lokomotivy řady 263. Vratnou soupravu lze dle přepravních požadavků zkracovat. Vložený a řídicí vůz koncepčně vycházejí z EJ 671.

Skříně obou typů vozů jsou vyrobeny z lehkých hliníkových profilů a pevnostně odpovídají ČSN EN 12 663-1, kategorii P-1. Maximální rychlost je stanovena na 160 km/h. Délka jak řídicího tak vloženého vozu je 26 400 mm, šířka skříně je 2 820 mm a výška 4 635 mm. Rozchod vozů je 1 435 mm. V řídicím vozu je 90 sedadel a 4 místa jsou vyhrazená pro invalidní vozíky. Ve vloženém vozu je k dispozici 130 sedadel. Cestující mají k dispozici zásuvky pro své notebooky. Interiér soupravy je klimatizovaný. Vozy v soupravě mají nízkopodlažní vstupy ve výšce 550 mm nad temenem kolejnice. Ve vozech je zabudován akustický a vizuální informační systém, nouzová komunikace mezi strojvedoucím a cestujícími se provozuje pomocí Intercomu u nástupních dveří. Řídicí vůz je předpřipraven pro montáž evropského vlakového zabezpečovače ETCS.

4 Srovnání vozů provozovaných v Evropě

V Evropě jsou kolejová vozidla silně ovlivňována směrnicemi Evropského společenství. Výroba nových modernizovaných železničních vozidel pro provoz v Evropě musí splňovat požadavky technické specifikace pro interoperabilitu (dále je „TSI“). Cílem TSI je odstraňovat technické bariéry v transevropském železničním systému dopravy, které definuje Evropská železniční agentura ERA, která mimo jiné vychází vyhlášek Mezinárodní železniční unie – UIC (Union Internationale des Chemins de fer) a z podkladů dalších organizací Evropské unie jako je Společenství evropských železnic nebo Svazu evropského železničního průmyslu. Další cíle TSI jsou bezpečnost, spolehlivost, ochrana zdraví, ochrana životního prostředí atd. Vozidla nevyhovující těmto směrnicím nebude časem možno provozovat ani ve vnitrostátní dopravě. Z výše uvedeného důvodu je třeba i mimo jiné, připravit se na tuto realitu a vybudovat flotilu nových a moderních interoperabilních železničních vozů, a propojit jejich provoz v integrovaném systému dopravy.

Ucelené klimatizované dvoupodlažní jednotky s pohodlným ergonomickým interiérem, vakuovými WC, se zásuvkami pro připojení elektroniky, konstruovány jako bezbariérové s nízkopodlažními nástupy a výstupy vyhovující přepravě cestujících i se sníženou schopností pohybu i orientace se stávají standardem pro cestující v příměstské železniční dopravě. Dvoupodlažní vozy jsou vysokokapacitní a pojmu cca o 40% cestujících více než jednopodlažní. Ke zvýšení efektivnosti cestování je využívána relativně vysoká rychlost (do 160 km/h), která je vyvinutá vysokým trakčním výkonem (cca 10-14 kW/t) s podmínkou vysoké akcelerace a decelerace s nízkými nároky na adhezi a podílem na rekuperačním elektrostatickým brzdění.

Srovnání dvoupodlažních vozů provozovaných v Evropě mimo vyráběných ve firmě Škoda Vagonka jsem uvedl samostatně v příloze č. 1, kde jsem dvoupodlažní vozy porovnal v základních parametrech jako je maximální provozní rychlost, jmenovité napětí trolejového vedení, délka, výška, šířka vozu, rozchod, počet míst k sezení, k stání atd. Jak je patrné, rozdíly jsou ve všech možných parametrech. Shodné či podobné jsou pouze parametry jako je nízkopodlažní nástup, nástupní rampy, klimatizace, vakuové a prostorné WC pro tělesně postižené, informační systémy pro cestující apod. Parametry nebo přesněji již standardní komfort jsou dány nutností v boji o cestující nejenom v příměstské železniční dopravě a ale také vysokými požadavky TSI. Na rozdíl od většiny technických norem, mají v obsahu TSI významný inovační potenciál, který vede k urychlení inovace na železnici v moderní dopravní systém. Jako příklad uvádím koncepci jednotek OMNEO, která mě opravdu nadchla, svým designem, flexibilitou a vůbec použitím inovativních prvků. Například použití kratších vozů, prostřídání jednopodlažních a dvoupodlažních vozů v soupravě, použití jednopodlažních modulů jako nástupních a dvoupodlažních jako cestovních, použití vysoce pevných ocelí pro konstrukci skříní, použití trakčních motorů s permanentními magnety, optimalizací vnitřních rozměrů a jejich transparentnost. V souhrnu lze obecně uvést, že každý stát, region či společnost v Evropě provozuje takové dvoupodlažní jednotky či soupravy jaké jsou v daném státě či regionu zapotřebí z hlediska jejich dopravní obslužnosti a jsou co nejvíce ekonomicky výhodné.

Například v ČR je objednavatel příměstské a regionální dopravy dle zákona kraj. Tato skutečnost se úspěšně projevuje na růstu kvality přepravy. Kraje se stávají náročnějšími objednavateli a tuto realitu je možno vidět například ve Středočeském kraji, kde můžeme vidět nové moderní dvoupodlažní jednotky. Kvalita nových jednotek převyšuje kvalitu dožívajících železničních vozidel pro dálkovou přepravu. Obnova železničních vozů,

pořizování moderních dvoupodlažních jednotek je finančně nákladné, a proto finanční prostředky je možné investovat pouze tam, kde je vysoká a pravidelná poptávka po přepravě jako je například v příměstské železniční dopravě, která zajišťuje plošnou obsluhu v území velkoměst.

5 Srovnání vozů vyráběných ve firmě Škoda Vagonka

Hlavní produktová skupina výroby ve firmě Škoda Vagonka, a.s., jsou ucelené dvoupodlažní jednotky pro příměstskou, meziměstskou a regionální dopravu. V příloze č. 2 jsou specifikovány produkty s uvedením hlavních parametrů.

Uvedené elektrické dvoupodlažní jednotky vycházejí z EJ řady 471, zejména v konstrukci skříně, designem, vnitřním uspořádáním. Použité materiály a komponenty při výrobě jsou samozřejmě shodné.

Odlišnosti je možné spatřit v příložené příloze č. 2, jako je například řešení variant trakcí, odlišný rozchod, rozdílná maximální provozní rychlost, konstrukční obrys vozidel, napájení topení (z troleje nebo ze sekundárního vinutí transformátoru), různé zabezpečovací zařízení (LS 90, KLUB-U + TSKBM), použití či absence rekuperace, požární ochrana je řešena např. s použitím ručních hasicích přístrojů + teplotních a kouřových čidel, nebo navíc s požitím automatickým hasicím systém ve strojovnách a elektrických rozvaděčích. Mimo jiné je rozdíl patrný i ve výšce nástupního prostoru, např. (0-550 mm nad TK nebo 150 – 220 mm nad TK), k nástupu vozíčkářů je použito navíc u některých jednotek automatické zvedací plošiny, nebo ručně výklopné nájezdové rampy. Pult strojvedoucího je přizpůsoben dle požadavků objednavatele s vybavením např. (různý počet TFT displejů, odlišný počet ovládacích prvků, rozdílné zabezpečovací zařízení, radiostanice, odlišné sedadla strojvedoucího, odlišné reflektory a návěstní světla na čelech jednotek atd. Samozřejmě jsou patrné rozdíly v různém uspořádání sedadel, použitých materiálech na čalounění. Můžu také vzpomenout, že u některých jednotek jsou použity automaty na občerstvení a na jízdenky. Počty WC jsou také různé (6, 4 a jiné).

Velmi rozdílné řešení je u soupravy „Push-Pull“, kde se jedná o soupravu složenou z lokomotivy s dálkovým řízením z řídicího vozu. Jak je uvedeno výše, platí i zde, že vozy v soupravě koncepčně vycházejí v maximální možné míře z EJ řady 471. Základní důležité rozdíly mezi jednotkou a soupravou složenou s lokomotivou, představuje pevnostní norma ČSN EN 12 663-1, kde souprava odpovídá kategorii P-1 (kategorie lokomotiv a standardních vozů), dosazení centrálního zdroje do zadních částí vozů a v použití standardního tažného a narážecího ústrojí. Uvedené řady jednotek a soupravy „Push-Pull“ využívají osvědčené konstrukce a interiér odpovídá požadavkům zákazníka. Vnitřní vybavení zajišťuje vysokou úroveň pohodlí, komfort a bezpečnost cestujících.

Výroba nových modernizovaných železničních vozidel ze Škody Vagonky, splňuje požadavky TSI pro provoz v daných státech objednavatele jako je Slovenko, Litva, Ukrajina.

6 Studie vlastního řešení dvoupodlažního vozu (jednotky)

V souvislosti s pořízením nových vozidel musí být udělán důkladný rozbor technických provozních parametrů. Jedná se například o parametry jako je trakce, výkon, rozměry, rozchod etc., ale také parametry, které souvisí s tématem bakalářské práce, e.g.: jmenovitá obsaditelnost, ložná plocha, přípustná hmotnost nákladu, hrubá hmotnost vozidla, hmotnost vozidla na nápravu, poměr tažné síly a celkové hmotnosti, poměr užitečné hmotnosti dopravního prostředku k vlastní hmotnosti, poměr užitečné plochy dopravního prostředku k celkové ploše, etc.

Dále při pořizování dvoupodlažních jednotek je třeba také zvážit úroveň jejich hospodárnosti, optimalizované rychlosti, pravidelnosti, aktivní a pasivní bezpečnosti, výkonnosti dopravy, pohodlnosti, designu, ekologičnosti, životnosti etc.

6.1 Požadavky na vozy (příměstské dopravy)

Požadavky na vozy v příměstské dopravy můžeme rozdělit do několika hledisek, e.g. požadavky z pohledu objednavatele, dopravce nebo cestujícího a na další technicko - provozní ukazatele. Pouze pro účel bakalářské práce jsem velice stručně v obecné rovině nadefinoval požadavky.

6.1.1 Požadavky dopravce

6.1.1.1 Ekonomické (cena vozu, provozní náklady, hmotnost vozu, životnost)

- Rozhodující by neměla být cena vozu, protože náklady spojené s provozováním a údržbou převyšují pořizovací cenu a proto je třeba toto brát v úvahu. Provozní hospodárnost je komplexním ukazatelem kvality a užité hodnoty vozu. Je dána spotřebou energie a dalšími provozními náklady včetně nákladů na údržbu a opravy dopravních prostředků.
- Nízké provozní náklady, které jsou ovlivňovány (hmotností soupravy, náklady na vytápění, větráním, osvětlením, úklidem, etc.)
- Hmotnost vozu je důležitým hlediskem, především u příměstské dopravy v závislosti na častém zastavování a rozjíždění je hledisko nízké hmotnosti důležité. V závislosti na úspory trakční energie a menší opotřeбенí železničního svršku, tím spojené náklady na provoz (SŽDC)
- Životnost vozu, která závisí především na trvanlivosti hrubé stavby skříně. (volba kvalitního materiálu, konstrukčně-technologické řešení ...)

6.1.1.2 Provozní (obsaditelnost, rychlost výměny cestujících, rozměrné zavazadla)

- Splňovat požadavky technické specifikace pro interoperabilitu.
- Co největší obsaditelnost – (parametr využitelnosti, udává se počtem míst k sedění a počtem míst k stání. Na jednoho cestujícího se počítá obvykle s průměrnou hmotností 80 kg v dálkové dopravě s ostatní dopravou se počítá s průměrnou hmotností 70 kg).
- Rychlá výměna cestujících na zastávkách - je u vozidel v příměstské dopravě důležitý požadavek v souvislosti s úsporou času při častém zastavování. (Zvětšení nástupních a výstupních prostor vozů).

- Požadavek na přepravu jízdních kol, rozměrných zavazadel, apod.
- Požadavek na přepravu invalidních osob.
- Et cetera.

6.1.2 Požadavky cestujícího

- Kvalita, pohodlí a komfort je pro cestující rozhodující.
- Kvalitní vytápění, větrání (klimatizace).
- Tvar a výška ergonomicky řešených sedadel.
- Prostornost.
- Příjemné osvětlení.
- Nástupní prostory se vstupy na úrovni platformy.
- Informování cestujících (použití informačních systémů).
- Moderní, flexibilní a atraktivní interiér.
- Nízká hlučnost.
- Služby (automaty na kávu, obsluha, apod.)
- Et cetera.

6.1.3 Požadavky objednavatele dopravy

- Splňovat požadavky technické specifikace pro interoperabilitu.
- Elektrický pohon dvousystémové trakce (3kV DC / 25kV AC).
- Nízkopodlažnost.
- WC s uzavřeným okruhem (využití i pro cestující na invalidním vozíku).
- Informační systém pro informování cestujících.
- Bezbariérovost (manipulace s dětskými kočárky, invalidními vozíky, přeprava jízdních kol, přeprava rozměrnějších předmětů, et cetera.)
- Ochrana životního prostředí
- Provozní spolehlivost, hospodárnost, pracnost údržby a oprav. (Provozní spolehlivost je opakem pojmu poruchovost, která je charakterizována např. průměrným počtem ujetých km připadajících na jednu poruchu. Každá porucha klade zvýšené nároky na řízení provozu, které musí odstraňovat její následky.
- Zajistit aktivní a pasivní bezpečnost, která přispívá ke snižování ztrát na lidských životech a poškození zdraví. Jde např. o směrovou a příčnou stabilitu vozu, jejich říditelnost, brzděné vlastnosti, osvětlení apod.
- Zvýšit kapacitu oproti stávajícímu stavu v železniční příměstské dopravě – která je dána maximálním objemem přepravy, kterou lze zvládnout v dané dopravní síti za daných okolností a podmínek za určité období. Měřítkem kapacity dopravy je produkce, vyjádřená objemem přepravních výkonů v osobových km (oskm).

6.2 Studie vlastního řešení konstrukce elektrické jednotky

- vychází v maximální možné míře ze zadaných požadavků a technického řešení

Po důkladné analýze jsem se rozhodl navrhnout řešení, které bude předpokládat nižší ekonomické náklady na výrobu celé soupravy s tím, že využiji již vyrobenou novou lokomotivu ŠKODA III. generace, která je schopna jízdy na tratích elektrifikovaných

stejnoseměrným systémem 3kV a střídavými systémy 25kV/50Hz nebo 15kV/16,7 Hz. Lokomotiva je již zkonstruovaná ve shodě s platnými požadavky TSI.

Jako vlastní řešení navrhuji dvoupodlažní vlakovou soupravu (dále jen „souprava“) typu „Push-Pull“, která se skládá z lokomotivy E 109E, tří až sedmi dvoupodlažních vložených vozů a dvoupodlažního řídicího vozu. Souprava se bude ovládat z obou konců vlaku bez nutnosti přepřahu lokomotivy. Navrhovaná souprava půjde za provozu, vzhledem k požadavkům dopravce v souvislosti s množstvím přepravovaným osob zkracovat či prodlužovat.

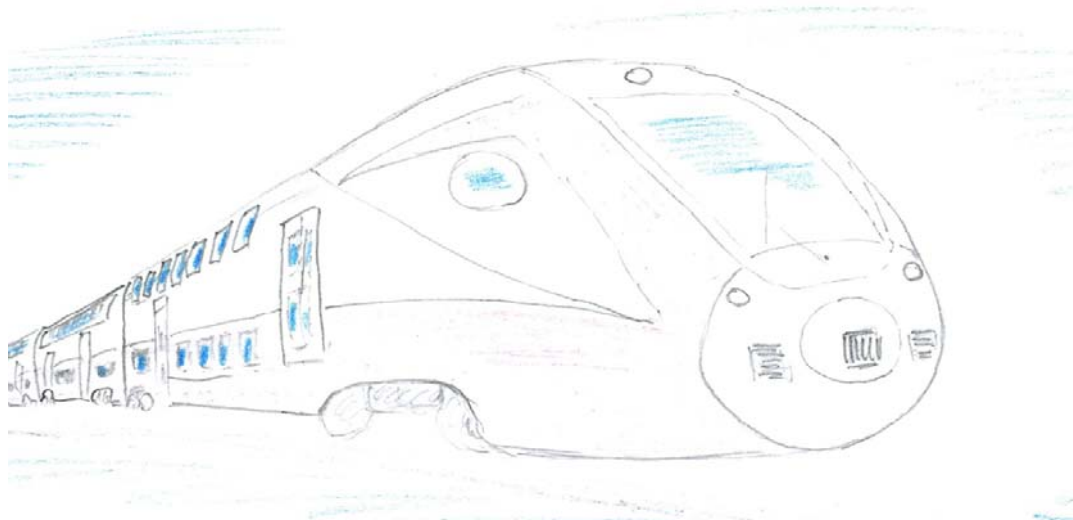


Obrázek 22: Lokomotiva E 109E

Zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/Lokomotiva_380

Lokomotiva 109E (380 ČD) – je vysokorychlostní třísystémová lokomotiva se dvěma dvounápravovými podvozky, individuálním pohonem dvoukolí s konstrukční rychlostí 200 km/h a trvalým výkonem 6400 kW. Lokomotiva odpovídá technickým směrnicím pro interoperabilitu (TSI). Vzhledem k tomu, že lokomotiva bude využívána pro provoz na příměstských tratích, které jsou ve správě Správy dopravní a železniční cesty na území České republiky, nebude potřeba využívat maximální rychlost, tato rychlost bude upravena a snížena na 160 km/h. Lokomotiva umožňuje dálkové řízení z řídicího vozu je vybavena automatickou regulací rychlosti, výkonnou radiostanicí s analogovým i digitálním příjmem signálu s funkcí GSM-R. V kabině strojvedoucího je mimo jiné umístěn pult pro ovládání kamerového a informačního systému, monitor DMI pro řízení a kontrolu řídicího systému, propojovací prvky a uzly pro komunikaci s řídicím vozem s možností ovládání elektropneumatické brzdy, záchranné brzdy, ovládání vstupních a výstupních dveří, osvětlení ve vlaku etc.

Na počátku vlastního řešení jsem uvažoval navrhnout čtyři dvoupodlažní vložené vozy v soupravě jako nedělitelné, složené ze dvou koncových a dvou středních vozů 1 a 2. třídy, s velkoprostorovými oddíly v obou podlažích.



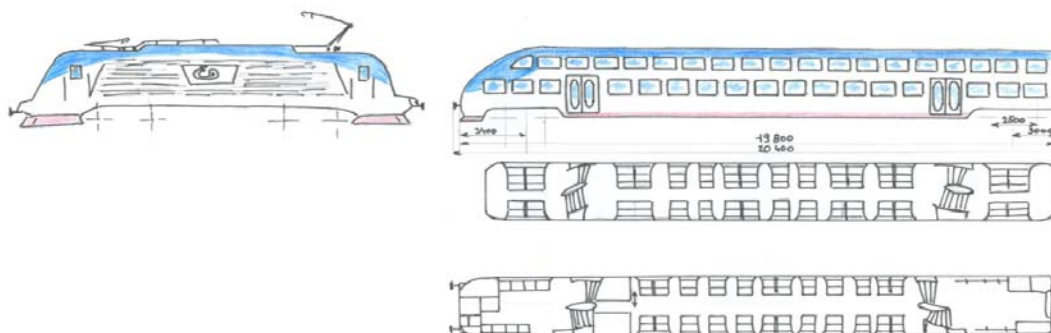
Obrázek 23: SKICA - "Návrh dvoupodlažní elektrické jednotky"

Soupravu jsem dále uvažoval navrhnout s 5 podvozky, přičemž krajní jsem uvažoval jako dvounápravové a tři střední podvozky třínápravové. Vzhledem úspoře elektrické energie, s možností měnit za provozu počet vložených vozů, dle skutečných potřeb, navrhuji vložený vůz řešit jako samostatný dvoupodlažní osobní vůz s oddíly pouze 2. třídy.

6.2.1 Hrubá stavba skříně

V souvislosti s výhodami hliníkové konstrukce jako jsou nízké výrobní náklady, automatizace, jednoduchá montáž vnitřního vybavení, odolnost proti korozi apod., navrhuji hrubou stavbu skříně – vyrábět jako integrální z hliníkových protlačovaných profilů v celé délce skříně, tak aby začleňovala a integrovala více funkcí. Například upevnění zařízení interiéru jako jsou sedadla, podlahy, potrubí, kabely pod vozem, apod.

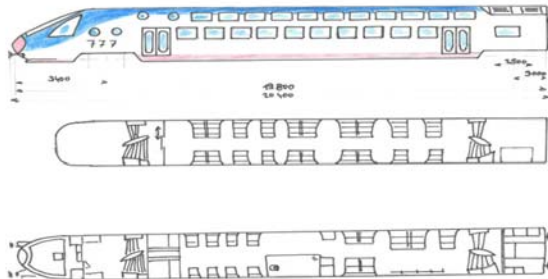
Konstrukce skříně jak vloženého tak řídicího vozu musí vyhovovat požadavkům na pevnost dle normy ČSN EN 12 663-1, kategorii P I pro osobní vozy a lokomotivy musí odolat maximálnímu zatížení stanovenému provozními požadavky a splnit provozní životnost za běžných provozních podmínek.



Obrázek 24: SKICA "Návrh dvoupodlažní soupravy Push – Pull, - vložený vůz s lokomotivou E 109E"

6.2.2 Řídicí vůz

Řídicí vůz navrhuji řešit jako dvoupodlažní osobní vůz s oddíly pouze 2. třídy. V čele řídicího vozu bude stanoviště strojvedoucího, které navrhuji vybavit prvky a uzly pro řízení vlaku, displejem DMI pro řízení a diagnostiku, výkonnou radiostanicí, zabezpečovacím zařízením, kamerovým systémem atd. Pro komfortní vybavení navrhuji stanoviště strojvedoucího vybavit chladničkou, mikrovlnou troubou, rychlovarnou konvicí, etc.



Skříň jak vloženého tak řídicího navrhuji vyrobít široké 2 990 mm, dlouhé 20 400 mm a vysoké 4 635 mm. Větší šířka skříň je výsledkem návržení kratších vozů oproti standardu. Dále u vložených vozů navrhuji maximální možnou šířku oddílu s tím, že vzduchové kanály klimatizace navrhuji vést stropem, přesněji po stranách stropu, tak abychom

nesnižovali výšku v jednotlivých oddílech interiéru. Větší šířka skříň u navrhované jednotky představuje prostorové vylepšení komfortu cestujících a zvýšení počtu sedadel k sezení a logicky i zvětšení prostoru k stání a tím pojmout více cestujících.

6.2.3 Vnitřní plochy hrubé stavby

Vnitřní plochy hrubé stavby budou opatřeny tepelnou a hlukovou izolací. Izolace je kombinace polystyrénu, skelných vláken balených do PVC fólie, samozřejmě bude i nehořlavé provedení. Nad podvozky, kde je větší hluková zátěž bude podlaha opatřena speciálním protihlukovým sendvičem, jenž je vodovzdorná překližka s pryžovou vložkou. Obložení interiérů navrhuji z nehořlavého materiálu a materiál použit se sníženou tříštivostí. Interiér navrhuji obložit plošnými tvarovanými panely voštinové konstrukce. Okna navrhuji pevná, zasklení provést bezpečnostními determálními skly.

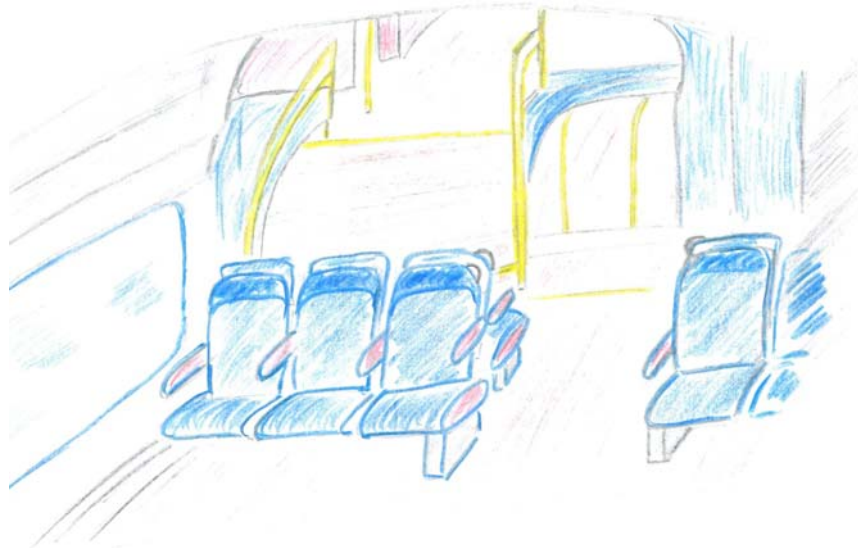
6.2.4 Nástupní prostory a uspořádání sedadel

Pro nástup a výstup v řídicím i vloženém voze předpokládám na každé straně použití nízkopodlažních vstupů ve výšce 550 mm nad temenem kolejnice. Vstupy budou osazeny dvoukřídlými předsvunými dveřmi o šířce 1500 mm. Pro těžká břemena nebo k nástupu postižených osob na invalidním vozíku bude v krajních vozech soupravy k dispozici automatická zdvihací plošina.

S přihlédnutím k nárůstu cestujících v regionální dopravě v okolí velkých měst souprava bude schopna pojmout více stojících cestujících. Navrhované řešení soupravy v prvním podlaží řeší určité prostorové vylepšení komfortu pro cestující a zvýšení počtu míst k stání na úkor sezení. Toto řešení představuje rychlejší výměnu cestujících. Druhé podlaží je určeno pro cestující, kteří využívají soupravu pro delší cesty a uspořádání sedadel je řešeno právě naopak. Vzhledem ke snížení spotřeby elektrické energie na sedadlo (místo), samozřejmě při co

největší obsazenosti soupravy v provozu navrhuji uspořádání sedadel v dolním podlaží 2+2 a v horním podlaží uspořádání 3+2 s tím, že trojsedadla jsou řešena bez opěrek rukou.

Pro soupravu navrhuji požit novou generaci ultralevých sedadel od firmy BORCAD.



Obrázek 26: SKICA - "Interiér vloženého vozu"

V oddíle 2. třídy pro cestující s uspořádáním sedadel 2 + 2 budou namontována sedadla, která splňují řadu požadavků jako je nízká hmotnost, vyšší tuhost konstrukce, rychlá montáž a demontáž jednotlivých dílů. Sedadla se vyznačují šířkou sedáku 500 mm a výrazněji tvarovaným zádovkým dílem s bočním vedením, lepší kinetikou područek s vysokou ergonomičností. Sedadla a opěrky hlavy budou očalouněny z kůže. Ulička v oddíle 2. třídy v dolním podlaží bude 750 mm. V oddíle 2. třídy v horním podlaží bude uspořádání sedadel velkokapacitní 2 + 3 se šířkou sedadel 450 mm a uličky 600 mm. Na obou koncích vložených vozů bude v prostoru nad podvozky umístěna dvojice čtyřsedadlových skupin, mezi nimiž bude ulička šířky 850 mm, umožňující průchod mezi nástupním prostorem a velkokapacitními oddíly. Pro snadnou orientaci cestujících po nástupu nízkopodlažními nástupními prostory, které budou umístěné na obou koncích vložených vozů povede od každého nástupního prostoru schodiště do vyvýšeného prostoru nad podvozky a pak další schodiště do horního podlaží. Takto konstrukčně navržené uspořádání interiéru dovoluje maximálně využít podlahové plochy k přepravě cestujících.

6.2.5 Technické a víceúčelové prostory

Technické prostory budou umístěné pod schody a mezi stropem a střešou na obou koncích vozu. Víceúčelové prostory budou opatřeny běžnou toaletou i toaletou pro tělesně postižené. Pevná detemální okna jsou umístěna v soupravě tak, že jsou u každého sedadla a nic nebrání dobrému výhledu. Vnitřní osvětlení je navrženo na napájení ze sítě zálohované bateriemi. Světla budou zabudovaná do podélných prostor pro zavazadla a jejich uspořádáním je dosaženo rovnoměrného osvětlení celého interiéru, bez oslňování cestujících. Navíc je osvětlení doplněno osvětlovacími systémy s LED u každého sedadla.

6.2.6 Brzdová výzbroj a rekuperace

Vzhledem k úspoře trakční elektrické energie navrhuji využití brzd umožňující rekuperaci při brzdění na všech třech napěťových systémech. Vlaková souprava, lépe řečeno lokomotiva, rekuperaci využívá a je již vybavena příslušnou částí trakčního obvodu.

Dále navrhuji vlakovou soupravu opatřit brzdovou výzbrojí, kde mechanická část brzdy u běžných podvozků je tvořena kotoučovou brzdou. Okolky první nápravy navrhuji mazat přídavným zařízením. Při odstavení budou vozy zajištěny parkovací pružinovou brzdou (vždy na obou nápravách jednoho z podvozků každého vozu).

6.2.7 Vytápění a klimatizace

Vytápění vozů předpokládám teplovzdušné. Klimatizační agregáty budou součástí střechy. Systém vytápění i klimatizace bude plně automatický.

6.2.8 Informační systém a elektroinstalace

Dále předpokládám, že souprava bude vybavena akustickým a vizuálním informačním systémem, který bude zabezpečovat cestujícím nezbytné informace, které se dále budou zobrazovat na informačních LED tabulích v oddílech a nástupních prostorech.

Elektroinstalace v obou typech vozů bude s centrálního zdroje upravena na 24V DC, 3x400 V/50Hz, 23 V/50Hz pro napájení točivých strojů, notebooky, vozovou napájecí síť apod.

6.2.9 Spojení lokomotivy a vložených vozů

Spojení lokomotivy a vložených vozů bude k dispozici klasická šroubovka s nárazníky. Pro rychlé spojování vložených vozů bude souprava vybavena poloautomatickými krátkými spřáhly. Spřáhla, půjdou ovládat automaticky ze stanoviště strojvedoucího nebo mechanicky, táhlem na spřáhle. Při poklesu teploty budou, spřáhla automaticky vyhřívána. Vozy budou průchozí v celé délce soupravy elektronicky ovladatelnými čelními dveřmi. Spřáhla na soupravě budou umožňovat spojení nejen mechanické, ale i napájecí a řídicí. Navrženy jsou jak pro spojení pneumatického potrubí, k propojení vozů elektrickou energií a signálem řídicího systému. Dále budou zajišťovat vytápění a klimatizaci z vnějšího zdroje stejnosměrným napětím 3 kV, což bude zajišťovat topná spojka. Na rozdíl od klasických elektrických jednotek bude souprava vybavena centrálním zdrojem energie. Propojka na čelech vozu je navržena pro přenos hi-speed dat kamerového systému.

6.2.10 Podvozek

Podvozky budou umožňovat maximální hmotnost na nápravu až 18 t. Primární vypružení bude řešeno ocelovými vinutými pružiny s pryžo-kovovými prvky, sekundární vypružení navrhuji pneumatické.

6.2.11 Kamerový systém, vlaková komunikace a zabezpečovač

Pro bezpečnost cestujících bude souprava vybavena kamerovým systémem, výstupy z něho budou sledovány strojvedoucím a dále zálohovány pro případ možného využití.

Vlaková komunikace bude použita WTB (Wire Train Bus). Pro komunikaci v rámci soupravy volím CAN komunikaci (Controler Area Network). Pro některé funkce systémů je zachováno

ovládání mimo počítač a komunikaci. Především pro ovládání rychlobrzdy, vypínání hlavního vypínače, otevírání vnějších dveří, radiostanici a pro signalizaci požáru.

Vlaková souprava bude vybavena zabezpečovačem LS 90 a předpřipravena na evropský moderní vlakový zabezpečovač ETCS (European Train Control System), který postupně nahradí cca 20 různých národních systémů v Evropě. Vlakový zabezpečovač je předurčen pro provoz k zabezpečení jízdy soupravy, k funkci tachografu, ke kontrole bdělosti, k registraci apod.

6.2.12 Hasicí systém

Souprava mimo další běžné systémy bude vybavena automatickým hasicím systémem.

7 Závěr:

V minulých letech měla železniční doprava v České republice na přepravním trhu monopol a neměla problémy s přílivem cestujících. V dnešní době má dopravce snahu získat cestující zpět na železnici především z dopravy silniční. Dopravce začíná více pečovat o cestujícího, jak kvalitními informacemi, radou jak řešit návaznou dopravu, tak i komfortem jízdy plně srovnatelným s komfortem v letecké přepravě například z hlediska vybavení prostorů pro cestující, klidnosti chodu, hluku, tepelné pohody, zajištěním rychlého a kvalitního občerstvení s tím, aby bylo cestování příjemným zážitkem.

Snaha dopravce je také snižovat cestovní dobu z místa vzniku požadavku na přepravu do místa jeho ukončení. Je nezbytné, aby pro danou cestovní vzdálenost byly celkové cestovní časy stejné nebo kratší než u ostatních dopravních systémů. Samozřejmostí je také návaznost na ostatní dopravní systémy.

Přilákat a udržet cestující na kolejích mají za úkol také výrobci kolejových vozidel a subdodavatelé, kteří řeší systémovou integraci vozidla a s ní spojenou homologaci. Výrobce se snaží vytvářet užité hodnoty produktu, ale sám musí hledat inovační technická řešení, která budou praktická a použitelná u více provozovatelů a pro cestujícího budou atraktivní a cenově zajímavá.

Kategorie kolejových vozů, která je tématem bakalářské práce, zahrnuje vozidla předurčená v České republice pro přepravu na elektrifikovaných příměstských tratích, pokud možno zapojených do integrovaného dopravního systému. Vzhledem k požadavkům objednavatele na vysokou přepravní kapacitu pro hustě osídlené příměstské regiony je na místě zavádění dvoupodlažních elektrických jednotek. Dvoupodlažní jednotky dosahují zhruba o 40% vyšší obsaditelnost než jednopodlažní stejné délky. Dvoupodlažní elektrické jednotky se vyznačují zvýšenou cestovní rychlostí, která je dosažena vysokým měrným trakčním výkonem, velkou akcelerací a decelerací, nízkým nárokem na adhezi a vysokým podílem rekuperačního elektrodynamického brzdění. Jednotky jsou řešené jako bezbariérové s velkoprostorovým WC pro vozíčkáře, vybavené akustickým a optickým informačním systémem pro osoby s poruchou zraku či sluchu a vyhovující přepravě osob se sníženou schopností pohybu a orientace. Velký počet prostorných vstupů s širokými nástupními prostory zkracují doby nutné pro pobyt ve stanicích a tím umožňují rychlou výměnu cestujících na zastávkách.

Ve srovnání základních parametrů, které jsem provedl u jednotlivých dvoupodlažních jednotek v příloze č. 1 a č. 2 je patrné, že jsou silně ovlivňovány směrnici Evropského

společenství. Moderní dvoupatrové jednotky v sobě odrážejí současnou vysokou technickou úroveň s nejvyšší dosažitelnou úrovní bezpečnosti. Jedná se zejména o pevnost vozové skříňe a jejich odolnost vůči nárazu, účinné brzdy, bezpečnost cestujících, protipožární opatření atd. Svými vlastnostmi a vybaveností poskytují pohodlí, příjemné prostorné prostředí pro odpočinek (ergonomie) i práci (WiFi připojení, zásuvky pro notebooky). Navíc jsou šetrné k životnímu prostředí s nízkou úrovní hluku a vibrací, šetřící energii.

Nové modernizované železniční vozidla pro provoz v Evropě musí splňovat požadavky technické specifikace pro TSI, které odstraňují technické bariéry v transevropském železničním systému dopravy. Z uvedeného důvodu je třeba i mimo jiné, připravit se na tuto realitu a vybudovat flotilu nových a moderních interoperabilních železničních vozů, propojit jejich provoz v integrovaném systému dopravy velkoměst i v rámci mezinárodního provozu.

8 Seznam příloh:

Příloha č. 1 - Srovnání dvoupodlažních jednotek (vozů) vybraných výrobců z Evropy

Příloha č. 2 - Srovnání dvoupodlažních jednotek (vozů) vyráběných ve firmě Škoda Vagonka, a.s.

9 Seznam obrázků:

Obrázek 1: Vůz č. 1035 vyrobený v roce 1904 v Rusku.....	4
Obrázek 2: Elektrizace soustavy v Evropě	5
Obrázek 3a, 3b: Dvoupodlažní jednotka Bp (Bpjo) a její horní patro jednotky Bp.....	6
Obrázek 4: Dvoupodlažní jednotka Z2N 20500	9
Obrázek 5: Souprava VIVALTO s elektrickou lokomotivou řady E 464.....	10
Obrázek 6: Dvoupodlažní jednotky řady 450	10
Obrázek 7: Návrh elektrické jednotky rodiny OMNEO	12
Obrázek 8a, 8b: Návrh interiéru vstupních a výstupních prostor, návrh interiéru oddílu 2. třídy	12
Obrázek 9: SBB RABe 511 KISS.....	14
Obrázek 10: RABe 514	15
Obrázek 11a, 11b: EJ řady 470 „Zelený Kraken“ a interiér v horním podlaží	16
Obrázek 12: EJ řady 471 pro Českou republiku	17
Obrázek 13: EJ řady č. 471 (rozložení interiéru)	18
Obrázek 14a, 14b: Interiér EJ řady 471 se závěsy pro jízdní kola	18
Obrázek 15a, 15b: Interiér EJ řady 471 - dolní podlaží	18
Obrázek 16: WC s vakuovým odsáváním	19
Obrázek 17: Elektrická jednotka řady 671 pro Slovensko	20
Obrázek 19: EJ 575 (vnitřní rozložení)	21
Obrázek 18: Interiér vloženého vozu PVV 071 EJ řady 671	21
Obrázek 20: Elektrická jednotka řady 575, pro Litvu	22
Obrázek 21: EJ řady 951 "Push-Pull"	23
Obrázek 22: Lokomotiva E 109E.....	28
Obrázek 23: SKICA - "Návrh dvoupodlažní elektrické jednotky"	29
Obrázek 24: SKICA "Návrh dvoupodlažní soupravy Push – Pull, - vložený vůz s lokomotivou E 109E"	29
Obrázek 25: SKICA " Návrh dvoupodlažní soupravy - řídicí vůz"	30
Obrázek 26: SKICA - "Interiér vloženého vozu"	31

10 Použitá literatura:

- [1] HELLER, P., DOSTÁL, J.: *Kolejová vozidla I*. Plzeň: Typos-Digital Print, spol s.r.o., 2007.
- [2] HELLER, P., DOSTÁL, J.: *Kolejová vozidla. II*. 1.vyd. Plzeň : Západočeská univerzita, 2009.
- [3] HUDEČEK, M., ŠTAJER, V.: *Provoz kolejových vozidel*. 1.vyd. Plzeň : Západočeská univerzita, 2000.
- [4] KUČHTA, T., PERNIČKA, J.: Jednotky řady 671 pro ZSSK. *Železniční magazín*. Praha: M-Pressé plus, s.r.o., 2010, roč. 17 č. 5, s. 36-44.
- [5] KUČHTA, T.: Patrové elektrické jednotky OMNEO firmy Bombardier. *Železniční magazín*. Praha: M-Pressé plus, s.r.o., 2010, roč. 17 č. 4, s. 24-27.
- [6] KUČHTA, T.: Souprava řady 950 ZSSK najíždí první kilometry. *Železniční magazín*. Praha: M-Pressé plus, s.r.o., 2011, roč. 18 č. 2, s. 13.
- [7] KUČHTA, T.: Návštěva Tverského závoda (2). *Železniční magazín*. Praha: M-Pressé plus, s.r.o., 2009, roč. 16 č. 8, s. 16-18.
- [8] PERNIČKA, J., Flexx Tronic WAKO. *Železniční magazín*. Praha: M-Pressé plus, s.r.o., 2010, roč. 17 č. 5, s. 58-61.
- [9] PERNIČKA, J., Elektrické jednotky řady RABe 511 pro SBB. *Železniční magazín*. Praha: M-Pressé plus, s.r.o., 2010, roč. 17 č. 7, s. 48-51.
- [10] POHL, J.: Rychlá železniční osobní doprava. *Železniční magazín*. Praha: M-Pressé plus, s.r.o., 2010, roč. 17 č. 2, s. 24-27.
- [11] POHL, J.: Rychlá železniční osobní doprava. *Železniční magazín*. Praha: M-Pressé plus, s.r.o., 2009, roč. 16 č. 7, s. 40-43.
- [12] POHL, J.: Rychlá železniční osobní doprava. *Železniční magazín*. Praha: M-Pressé plus, s.r.o., 2010, roč. 17 č. 9, s. 12-15.
- [13] ŠIMAN, P.: Možnosti úspory trakční elektrické energie a motorové nafty závislé na železniční infrastruktuře. *Vědeckotechnický sborník ČD č.22/2006*. Olomouc, 2006.
- [14] WELTE, H., KLEIN, S.: Od Flirtu k polibku aneb Patrové jednotky KISS. *Železniční magazín*. Praha: M-Pressé plus, s.r.o., 2011, roč. 18 č. 2, s. 20-27.

Internetové adresy:

- [15] BOMBARDIER: *Commuter and Regional Rail* [online] 2011. Dostupné z: <http://www.bombardier.cz/en/transportation/products-services/rail-vehicles/commuter-and-regional-trains?docID=0901260d800102f>
- [16] JEHLÍK, J.: *Urbanismus U IV – navrhování zimní semestr 2011/12* [online]. 2011 [cit. 2010-09-06]. Dostupné z : [https://nit.felk.cvut.cz/~myrousz/uweb-test/public/upload/zdrahalova/prednasky_urbanismus\(2\).pdf](https://nit.felk.cvut.cz/~myrousz/uweb-test/public/upload/zdrahalova/prednasky_urbanismus(2).pdf), s 32.
- [17] LOKO STRÁNKY.NET: *Přezdívky a značení lokomotiv* [online] 2011. Dostupné z: <http://loko.webzdarma.cz/prezdivky.htm>

- [18] PAROSTROJ.NET: *Patrové vozy Bp* [online] 2011. Dostupné z: <http://www.parostroj.net/katalog/ov/clanky/Bpjo/Bpjo.php3>
- [19] PAŘÍŽ OD A DO Z: *RER příměstská železnice* [online]. 2011. Dostupné z: <http://www.paris.cz/doprava-po-parizi/rer/>
- [20] SELLNER, K., ČÁP, J.: RAIL.sk, *Současné tendence vývoje vysokorychlostních systémů pro hromadnou přepravu osob* [online]. 2010 [cit. 2010-08-05]. Dostupné z: <http://rail.sk/arp/europe/tendenc.htm>
- [21] SPOLEČNOST PRO VEŘEJNOU DOPRAVU: *Integrované dopravní systémy (IDS)* [online] 2011. Dostupné z: http://prahamhd.vhd.cz/Draha/vozy_mot.htm
- [22] STRÁNKY O PROTOTYPECH A LOKOMOTIVNÍCH UNIKÁTECH V ČR A SR: *Výběr lokomotivní řady pro její detailní popis* [online] 2012. Dostupné z: <http://www.prototypy.cz/812/812.htm>
- [23] SOUKROMÉ DOPRAVNÍ STRÁNKY BEDŘICHA ZENÁHLÍKA: *Vlaky ve Francii v roce 2010* [online]. 2011. Dostupné z: http://www.fotodoprava.com/vlaky_francie.htm
- [24] SOUKROMÉ DOPRAVNÍ STRÁNKY BEDŘICHA ZENÁHLÍKA: *Vlaky v Římě* [online]. 2011. Dostupné z: http://www.fotodoprava.com/roma_vlak.htm
- [25] SOUKROMÉ DOPRAVNÍ STRÁNKY BEDŘICHA ZENÁHLÍKA: *Vlaky v Barceloně* [online]. 2011. Dostupné z: http://www.fotodoprava.com/barcelona_vlak.htm
- [26] STADLER: [online] 2011. Dostupné z: <http://www.stadlerrail.com/pl/pojazdy/>
- [27] SIEMENS: [online] 2011. Dostupné z: <https://www.cee.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/Pages/Default.aspx>
- [28] STRÁNKY PŘÁTEL ŽELEZNIC: *První jednotka Stadler KISS pro WESTbahn Management* [online]. 2011 Dostupné z: <http://spz.logout.cz/novinky/novinky1.php?rok=2011&mesic=6>
- [29] STRÁNKY PŘÁTEL ŽELEZNIC: *Nové nízkopodlažní vozy do souprav Re 450* [online]. 2010 Dostupné z: <http://spz.logout.cz/novinky/novinky1.php?rok=2011&mesic=5>
- [30] STRÁNKY PŘÁTEL ŽELEZNIC: *Třetí jednotka řady 671 je již na Slovensku* [online] 2011 Dostupné z: <http://spz.logout.cz/novinky/novinky1.php?rok=2011&mesic=5>
- [31] STRÁNKY PŘÁTEL ŽELEZNIC: *Zkušební provoz naklápěcích podvozků WAKO* [online]. 2011 Dostupné z: <http://spz.logout.cz/novinky/novinky1.php?rok=2011&mesic=2>
- [32] STRÁNKY PŘÁTEL ŽELEZNIC: *Zkušební jízdy s elektrickými jednotkami RABe 511* [online]. 2011 Dostupné z: <http://spz.logout.cz/novinky/novinky1.php?rok=2011&mesic=1>
- [33] STRÁNKY PŘÁTEL ŽELEZNIC: *SBB-CFF-FFS objednává nové elektrické jednotky* [online]. 2011. Dostupné z: <http://spz.logout.cz/novinky/novinky1.php?rok=2010&mesic=5>
- [34] STRÁNKY PŘÁTEL ŽELEZNIC: *Patrová jednotka Stadler Dosto představena veřejnosti* [online]. 2012. Dostupné z: <http://spz.logout.cz/novinky/novinky1.php?rok=2010&mesic=6>

- [35] STRÁNKY PŘÁTEL ŽELEZNIC: *Švýcarsko se připravuje na provoz jednotek TGV Duplex 2N2* [online]. 2011. Dostupné z: <http://spz.logout.cz/novinky/novinky1.php?rok=2010&mesic=7>
- [36] STRÁNKY PŘÁTEL ŽELEZNIC: *Elektrické jednotky 471 v roce 2010* [online]. 2011. Dostupné z: <http://spz.logout.cz/novinky/novinky1.php?rok=2010&mesic=9>
- [37] STRÁNKY PŘÁTEL ŽELEZNIC: *Elektrická jednotka 575 pro Litvu* [online]. 2010. Dostupné z: <http://spz.logout.cz/novinky/novinky1.php?rok=2008&mesic=6>
- [38] ŠKODA: *Škoda vagonka, a.s.* [online] 2011. Dostupné z: <http://www.skoda.cz/cs/ospolecnosti/spolecnosti-skoda/skoda-vagonka-as/>
- [39] TECHNET.CZ: *Dveře dvoupatrového pantografu nepřivrou ani psi vodítko. O vlaku víme vše.* 2011. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/dvere-dvoupatroveho-pantografu-neprivrou-ani-psi-voditko-o-vlak-u-vime-vse-1uh/tec_reportaze.aspx?c=A080203_215748_tec_reportaze_rja
- [40] TECHNET.CZ: *City Elephant-pantograf, který je lepší než Pendolino* [online] 2011. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/city-elefant-pantograf-ktery-je-lepsi-nez-pendolino-fhw-/tec_tehnika.aspx?c=A080406_170731_tec_tehnika_rja
- [41] TECHNET.CZ: *V Ostravě se vyrábí „Ešus“ pro Slovensko. Na koleje vyjede v roce 2010.* 2011. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/v-ostrove-se-vyrabi-esus-pro-slovensko-na-koleje-vyjede-v-roce-2010-pxn-/tec_tehnika.aspx?c=A090219_165251_tec_video_rja
- [42] WIKIPEDIA: *Příměstské železnice* [online] 2011. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Commuter_rail
- [43] WIKIPEDIA: *Železniční doprava v Integrovaném dopravním systému Jihomoravského kraje* [online]. 2011. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDelezni%C4%8Dn%C3%AD_doprava_v_Integrovan%C3%A9m_dopravn%C3%ADm_syst%C3%A9mu_Jihomoravsk%C3%A9ho_kraje
- [44] ŽELPAGE, o.s., *Škoda dodá litévským železnicím další patrové jednotky* [online]. 2011 Dostupné z: <http://www.zelpage.cz/zpravy/8262?size=60>
- [45] ŽELPAGE, o.s., *Výroba jednotek řady 575 pro LG pokračuje podle plánu* [online]. 2010 Dostupné z: <http://www.zelpage.cz/zpravy/6103>













PŘÍLOHA č. 1

Srovnání dvoupodlažních jednotek (vozů) vybraných výrobců z Evropy

PŘÍLOHA č. 2

**Srovnání dvoupodlažních jednotek (vozů) vyráběných ve firmě
ŠKODA VAGONKA, a.s.**

Srovnání dvoupodlažních jednotek (vozů) vyráběných ve firmě ŠKODA VAGONKA, a.s.

	070	EJ 470	071	EJ 471	EPV 671	PVV 071	PRV 971	EJ 671	PVV 051	EJ 575	EJ 951	EJ 675
												
Rok uvedení do provozu	1991	1991	2009	2009	2010 - 11	2010	2010	2010 - 11	2010	2010	2011	7/2012
Maximální provozní rychlost	120 km/h	120 km/h	160 km/h	140 (160) km/h	160 km/h				160 km/h	160 km/h	160 km/h	160 km/h
Jmenovité napětí trolejového vedení		3 kV DC	-----	3 kV DC	3 kV DC, 25 kV/50Hz				-----	25 kV/50 Hz		3 kV DC, 25 kV/50Hz
Jmenovitý výkon trakčních motorů		2x 1 104kW	-----	4 x 500 kW	4 x 500 kW			4 x 500 kW	-----	4 x 500 kW		4 x 500 kW
Konstrukční stavba	Ocelová diferenciální konstrukce		Hliníková diferenciální konstrukce									
Výkon trvalý na obvodu kol		1 952 kW	-----	1 930 kW	1 930 kW			2 000 kW	-----	2 000 kW		2 000 kW
Délka vozu přes rovinu spřáhel	26,4 m	132 m	26,4 m	79,2 m	26,4 m			79,2 m	26,4 m	79,2 m	26,4 m	158,4 m
Výška vozu od TK	4 635 mm	4 635 mm	4 635 mm	4 635 mm	4 635 mm			4 635 mm	4 635 mm	4 635 mm	4 635 mm	4 635 mm
Šířka vozu	2 820 mm	2 820 mm	2 820 mm	2 820 mm	2 820 mm			2 820 mm	2 820 mm	2 820 mm	2 820 mm	2 820 mm
Uspořádání náprav	2' 2'	Bo'Bo'+ 3x(2'2')+ Bo'Bo'	2' 2'	Bo'Bo' + 2'2' + 2'2' + Bo'Bo'	Bo' Bo'	2' 2'	2' 2'	Bo'Bo' + 2'2' + 2'2' + Bo'Bo'	2' 2'	Bo'Bo' + 2'2' + 2'2' + Bo'Bo'	Bo' Bo'	Bo'Bo' + 2'2' + 2'2' + 2'2' + Bo'Bo'
Rozchod	1 435 mm	1 435 mm	1 435 mm	1 435 mm	1 435 mm				1 435 mm	1 520 mm	1 435 mm	1 520 mm
Pevných sedadel	156	576	134	310 (23 - 1. třída)	61	134	94	289	130	304 (23 - 1. třída)	90	636 (46 - 1. třída)
Sklopných sedadel	0	0	0	8	6	4	12	18	4	12	8	4
Stojících cestujících	188	784	134	333	65	134	134	333	134	312	280	312
Cestujících celkem	334	1 354	268	643	132	268	240	640	268	628	378	948
Vlastní hmotnost prázdného vozu	45,2 t	266 t	45,3 t	155,4 t	74 t	45,3 t	47,3 t	166,7 t	45,3	164 t	46,2 t	259 t
Maximální hmotnost loženého vozu	73,7 t	317 t	69,5 t	234,5 t	87,5 t	69,5 t	69,5 t	226,5 t	68,5 t	226,5 t	66,5 t	332,5 t
Maximální hmotnost na nápravu			18 t	18 t	22 t	18 t	18 t	18 t	18 t	18 t	18 t	18 t
Počet míst pro ortopedické vozíky	0	0	2	6	2	2	2	4	2	4	4	?
Nízkopodlažní nástup	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Klimatizace	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Automatické vedení vlaku		Ano		Ano	Ano			Ano		Ano	Ano	Ano
Zvedací plošina pro cestující na vozíku	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano			Ano		Ano	Ano	Ano
WC pro tělesně postižené	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Rekuperace elektrické energie		Ne		Ano				Ano		Ne	Ano	Ano