

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Konstrukce vozidel veřejné hromadné dopravy

Petr Šohajek

Praha 2011

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 9. Strojírenství, hutnictví, doprava a průmyslový design

Konstrukce vozidel veřejné hromadné dopravy

Construction of vehicle for public transport

Autor:

Petr Šohajek

Škola:

**Vyšší odborná škola a Střední
průmyslová škola dopravní
Masná 18, Praha 1,
Masná 1000/18 110 00 Praha 1**

Konzultant:

Zdeňek Nesiba

Praha 2011

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně, použil jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V: Praze - Řeporyjích Dne: 31.3.2011

Petr Šohajek

Na úvod patří zvláštní poděkování Zdeňku Nesibovi za obětavost, trpělivost, konzultace, podnětné připomínky a názory, bez kterých by nebyl možný vznik této práce.



Anotace

V práci je zpracován návrh zcela nového konstrukčního řešení vozidel pro veřejnou hromadnou dopravu osob na kratší vzdálenosti. Jednotlivé části práce se zabývají shrnutím praxe při provozu současných vozidel, popisem a zdůvodněním nového navrhovaného konstrukčního řešení včetně popsání jednotlivých komponentů vozidel, využití vozidel, přehledu jednotlivých typů vozidel, návrhem možného zavedení v dohledné době a nastínění ekonomického dopadu jeho použití.

Klíčová slova: Konstrukce vozidel VHD, modul, trojsedadlo, unifikace vozidel

Anotation

The work is a proposal of a completely new vehicle design solutions for the public transport of passengers on shorter distances. Individual sections deal with a summary of current practice in the operation of vehicle, description and justification for the proposed new design solutions, including the description of the various components of vehicles, vehicle use, report different types of vehicles, design of a possible implementation in the foreseeable future and to outline the economic aspects of its use.

Key words: Construction of vehicles, modul, trioseat, unification of vehicles

Obsah

Anotace

Anotation

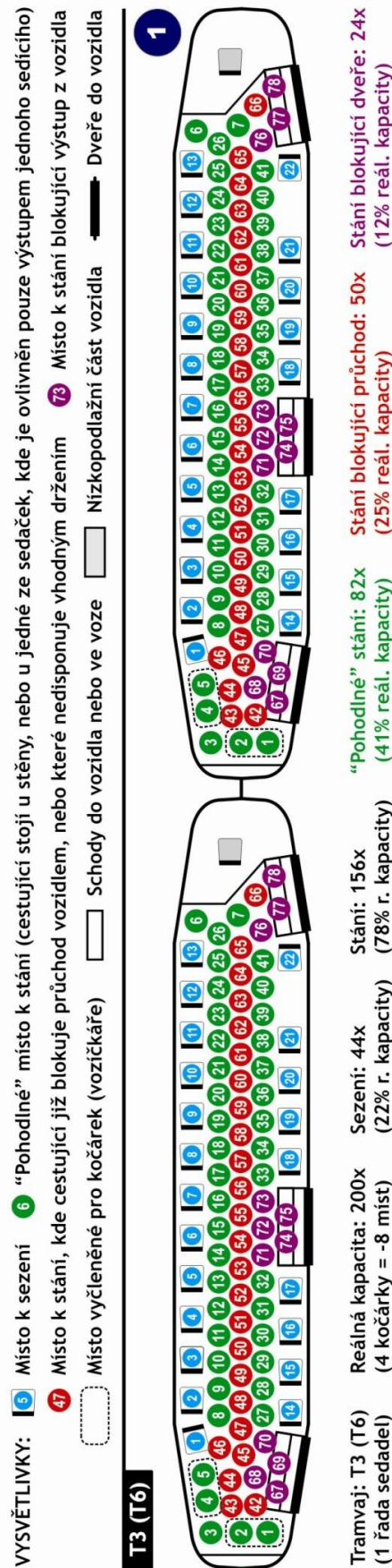
Úvod	1
1.1 Krátké shrnutí historie.....	4
1.2 Současný stav – úvod do problematiky.....	7
1.3 Současná srovnatelná řešení.....	8
1.4 Cíl navrhovaného řešení.....	16
1.5 Popis navrženého řešení.....	16
1.6 Popis pohybu cestujících v navrženém vozidle.....	22
1.7 Zdůvodnění výhodnosti uspořádání rohového trojitého sedadla.....	22
1.7.1 Ramena.....	23
1.7.2 Lokty.....	23
1.7.3 Boky.....	23
1.7.4 Kolena.....	23
1.7.5 Chodidla.....	23
1.8 Popis komponentů vozidlové skříně dle navrženého řešení.....	25
1.8.1 Komponenty.....	25
1.9 Využití předloženého návrhu.....	27
1.10 Přehled navržených typů vozidel.....	28
1.11 Popis jednotlivých vozidel.....	29
1.11.1 Minibus (ozn. 1-15-5).....	29
1.11.2 Minibus (ozn. 2-35-7).....	31
1.11.3 Minibus (ozn. 2-50-9).....	32
1.11.4 Autobus (ozn. 2-76-12).....	33
1.11.5 Autobus – trolejbus (ozn. 3-118-12).....	35
1.11.6 Tramvaj (ozn. 2-79-15).....	38
1.11.7 Vozidlo metra (ozn. 3-172-19).....	40
1.11.8 Železniční motorový vůz dvounápravový (ozn. 4-162-15).....	42
1.11.9 Železniční čtyřnápravový vůz čtyřúrovňový.....	44
1.11.10 Modul.....	47
1.12 Realizace v nejbližší době.....	49
1.13 Doporučení pro případné zavedení výroby.....	53
1.14 Ekonomický dopad návrhu.....	54
Závěr - shrnutí přínosů navrhovaného řešení.....	56
Hledisko cestujících – uživatelské.....	56
Hledisko výroby a údržby – výrobní a provozovatelské.....	56
Použité zdroje	
Seznam obrázků	

Úvod

Než přijde na další věci, rád bych se představil, aby jste jako čtenáři věděli, kdo si troufá předkládat následující návrhy. Mé jméno je Petr Šohajek. V současné době studuji na Vyšší odborné škole a střední průmyslové škole dopravní Masná 18 v Praze 1. Jsem ve 4. ročníku maturitního oboru Provoz a ekonomika dopravy – zaměření Dopravní služby v Evropské unii. Já osobně bydlím v malé městské části Prahy, v Řeporyjích. Pro cestování mezi školou a domovem, je možné použít mnohé dopravní prostředky. Například je možné jet vlakem a metrem nebo autobusem a metrem a nebo dokonce vlakem a tramvají. Z uvedeného vyplývá, že disponuji bohatými zkušenostmi v oblasti cestování dopravními prostředky na kratší vzdálenosti. Tyto zkušenosti spolu s dalšími impulsy posloužily jako motiv k vypracování studie, která se vám dostává do rukou. Přestože ve městě Praze je jeden z nejlepších integrovaných dopravních systémů v Evropě, nebudí ve mně každodenní cestování přílišnou radost.

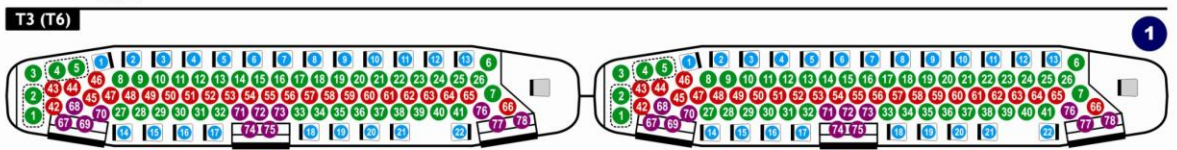
Pominu-li z průzkumů vyplývající nelichotivou bilanci délky přepravy a dostupnost MHD, docházím k názoru, že samotná cesta není nijak lákavá v porovnání s cestováním autem. Důvody jsou jednoduché. Současná vozidla se současným uspořádáním sedadel nejsou příliš pohodlná. Nejedná se o nepohodlnost sedadel jako takových, ale o nepohodlí při cestování na většině míst ve vozidle. Většinou míst je méně než 65 až 80 % podíl míst ve vozidle k stání. Cestování vstojem navíc se zavazadly není nic příjemného. Na následujících dvou obrázcích je studie ing. Martina Šubrtu, ze které je patrné rozmístění míst pro cestující v různých tramvajových soupravách včetně kvalifikace daných míst. Pokud již cestující ve vozidle sedí a má tu smůlu, že sedí na dvojitěm sedadle na místě „do uličky“ a cestující „u okna“ chce vystoupit, nezbyvá než vstát a uvolnit průchod do vesměs již tak přeplněné uličky.

Další nevýhodou, která „hraje do karet“ individuální automobilové dopravě, je cena jízdného. Je nutné si uvědomit, že v ceně jízdného jsou kromě provozních nákladů započteny také náklady na pořízení dopravního prostředku. Pořizovací ceny dopravních prostředků v dnešní době nejsou „lidové“. Je tomu právě naopak. Z těchto důvodů a mnoha dalších vznikla tato studie, která má za úkol nevýhody veřejné hromadné dopravy z velké části napravit. Jedná se o soubor, ve kterém je obsažen krátký souhrn historických milníků v dopravě, definování nevýhod a obtíží při cestování současnými vozidly, popis řešení pro zvýšení efektivity veřejné hromadné dopravy v současné době a konečně návrh pro zcela nová řešení vozidel veřejné hromadné dopravy, jež obsahuje základní prvek – **trojitě sedadlo** – umožňující následná konstrukční řešení celých vozidlových skříní a dále také navržení unifikované řady vozidel pro různé druhy dopravy. Nechybí ani ekonomické nastínění možností, které tento veskrze revoluční návrh přináší a shrnutí ostatních jasných pozitivních efektů, které přináší cestujícím, dopravcům i samotnému výrobcovi. Provoz vozidel v duchu tohoto návrhu a odstranění ostatních nevýhod dopravy a cestování hromadnou dopravou je již v rukou organizátora dopravy na daném území. Pro příklad uvádím společnost Kordis, která organizuje dopravu v Jihomoravské kraji nebo společnost Ropid, organizující dopravu v městě Praze a okolí.

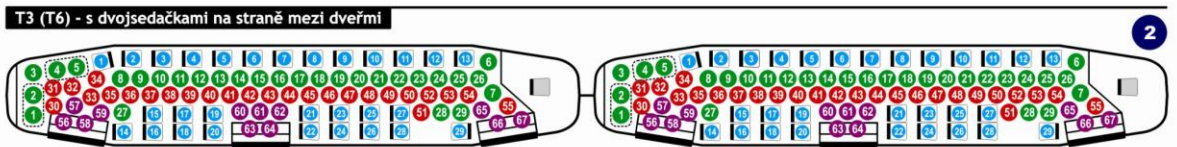


Obrázek 1: Kategorie míst k stání podle nabízeného komfortu v nejrozšířenějších tramvajových soupravách

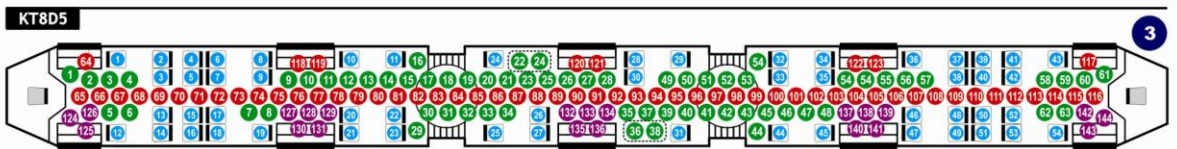
VYSVĚTLIVKY: ● Místo k sezení ● "Pohodlné" místo k stání (cestující stojí u stěny, nebo u jedné ze sedaček, kde je ovlivněn pouze výstupem jednoho sedícího) ● Místo k stání, kde cestující již blokuje průchod vozidlem, nebo které nedisponuje vhodným držením ● Místo k stání blokující výstup z vozidla
 Místo vyčleněné pro kočárky (vozičkáře) Schody do vozidla nebo ve voze Nizkopodlažní část vozidla Dveře do vozidla



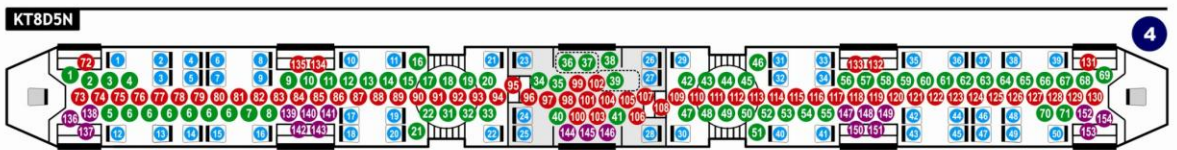
Tramvaj: T3 (T6) Reálná kapacita: 200x Sezení: 44x Stání: 156x "Pohodlné" stání: 82x Stání blokující průchod: 50x Stání blokující dveře: 24x
 (1 řada sedadel) (4 kočárky = -8 míst) (22% r. kapacity) (78% r. kapacity) (41% reál. kapacity) (25% reál. kapacity) (12% reál. kapacity)



Tramvaj: T3SU (T6) Reálná kapacita: 192x Sezení: 58x Stání: 134x "Pohodlné" stání: 58x Stání blokující průchod: 52x Stání blokující dveře: 24x
 (sedadla 2+1) (4 kočárky = -8 míst) (30% r. kapacity) (70% r. kapacity) (30% reál. kapacity) (27% reál. kapacity) (13% reál. kapacity)



Tramvaj: KT8D5 Reálná kapacita: 198x Sezení: 54x Stání: 144x "Pohodlné" stání: 63x Stání blokující průchod: 60x Stání blokující dveře: 21x
 (obousměrná) (2 kočárky = -4 místa) (27% r. kapacity) (73% r. kapacity) (32% reál. kapacity) (30% reál. kapacity) (11% reál. kapacity)

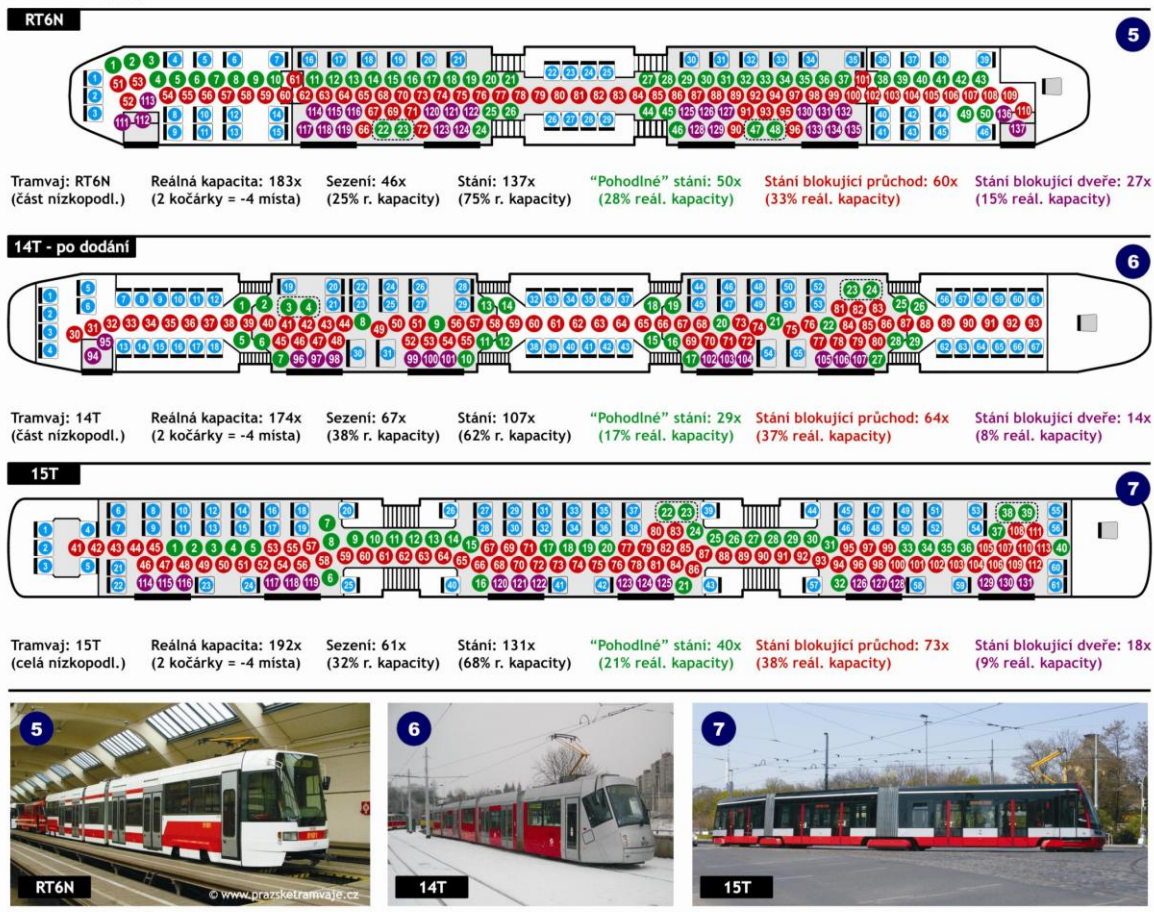


Tramvaj: KT8D5N Reálná kapacita: 204x Sezení: 50x Stání: 154x "Pohodlné" stání: 71x Stání blokující průchod: 64x Stání blokující dveře: 21x
 (část nízkopodl. i obousměrná) (2 kočárky = -3 místa) (25% r. kapacity) (75% r. kapacity) (35% reál. kapacity) (31% reál. kapacity) (9% reál. kapacity)



Obrázek 2: Proměny komfortu při stání v závislosti na rozmístění sedadel

VYSVĚTLIVKY: Místo k sezení "Pohodlné" místo k stání (cestující stojí u stěny, nebo u jedné ze sedaček, kde je ovlivněn pouze výstupem jednoho sedáčiho) Místo k stání, kde cestující již blokuje průchod vozidlem, nebo které nedispонуje vhodným držením Místo k stání blokující výstup z vozidla Místo vyčleněné pro kočárek (vozičkáře) Schody do vozidla nebo ve voze Nizkopodlažní část vozidla Dveře do vozidla



Obrázek 3: Proměny komfortu při stání v závislosti na rozmístění sedadel 2

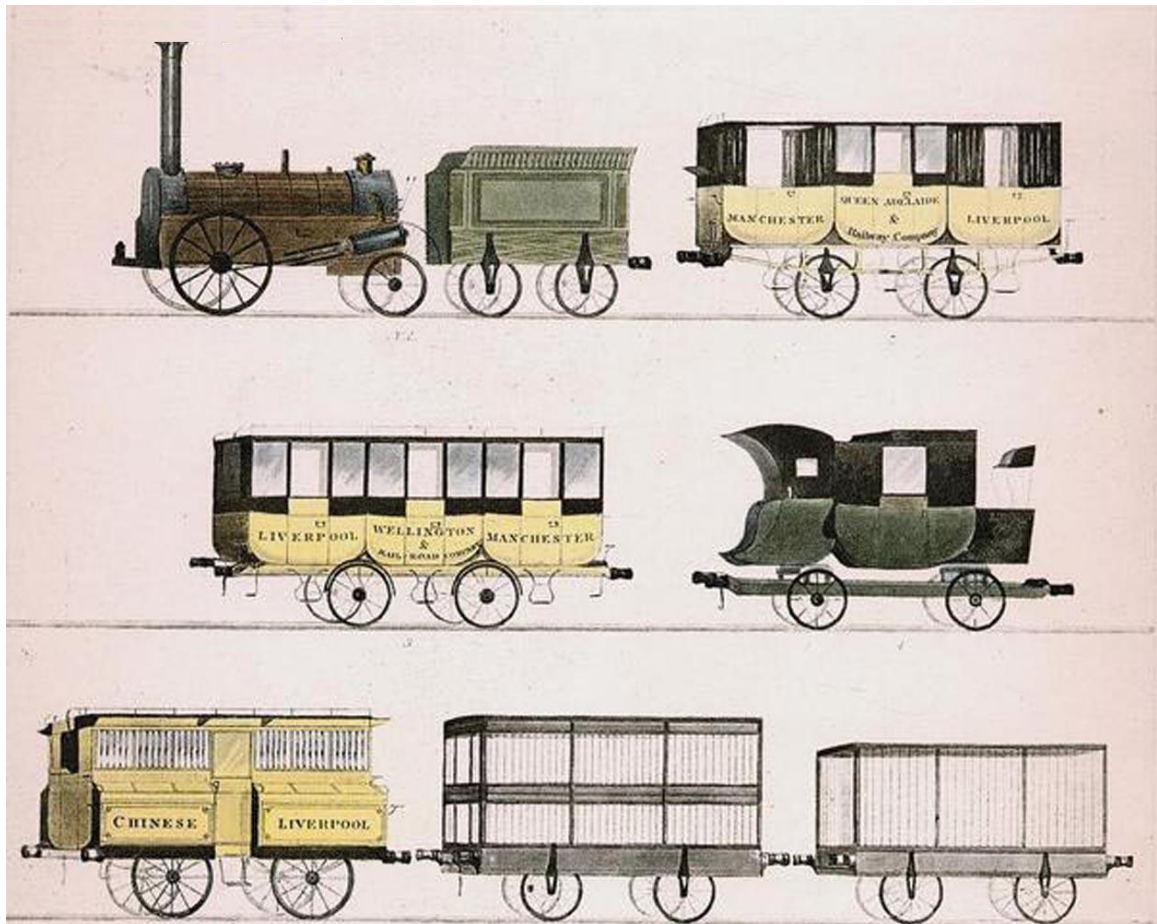
1.1 Krátké shrnutí historie

Na počátku všech suchozemských dopravních prostředků, které dnes známe, bylo kolo. Tento vynález byl základním určujícím prvkem ovlivňujícím směřování a osudy lidské civilizace. Dle archeologických poznatků bylo první kolo používáno Sumery okolo roku 4000 před naším letopočtem. Kolo umožnilo rozvoj první dopravy vozidly. Vozidla, tedy vozíky a vozy přinesly zlevnění, zrychlení a zkapacitnění přepravy nejprve nákladů a později i osob. Vozy byly taženy různými zvířaty v závislosti na podmínkách daného území. Způsob pohonu a konstrukce se u povozů příliš neměnil. V dobách renesance se pouze objevily kočáry s odpružením a různými úpravami interiéru. Dalším důležitým mezníkem v dopravě byl vynález parního stroje okolo roku 1720. V průběhu 18. století byl parní stroj zdokonalován různými technikami – nejvíce zásadních vylepšení je připisováno Jamesi Wattovi. V 19. století se síla parního stroje užívala jak v dopravě, tak v průmyslu. První použitelná parní lokomotiva byla zkonstruována pány Georgem Stephensonem a jeho synem Robertem v roce 1829. Dosahovala rychlosti kolem 50 km/h a dostala jméno Rocket. Brzy se stal nejrychlejším a nejspolehlivějším dopravním prostředkem vlak tažený parní lokomotivou. Osobních vozů byla velká řada a lišily se vybavením i technickými parametry. Z tohoto důvodu vznikly různé vozové třídy. Parní vlaky se také začaly pohybovat pod zemí. První metro bylo postaveno v Londýně v roce 1863 a jeho pohon byl parní. Další vývoj lidské civilizace a jejích dopravních prostředků byl ve znamení páry ve všech možných odvětvích až do příchodu použitelného spalovacího

motoru kolem roku 1890. Elektrický pohon se objevil také přibližně v této době. První železniční trať s elektrickým provozem v českých zemích byla trať postavená Františkem Křižíkem z Tábora do Bechyně. V dopravě na delší vzdálenosti se začala elektřina masově uplatňovat až těsně před 2. světovou válkou. Rozmach elektrizace v Československu přišel až po válce. V městské dopravě tramvajové se elektrická trakce rozvinula mnohem dříve. Například v Praze vyjela první elektrická tramvaj již v roce 1891.

Když odhlédneme od důležitých milníků a faktů v dopravě, jako je zavádění různých trakcí v různých druzích dopravy, zavádění různých kategorií, zahájení provozu na tratích a trasách, nebudeme brát v potaz věhlasné výrobce (Siemens, Tatra Vagónka, Škoda, Alstom, apod.) a podíváme se na cestování z pohledu cestujících, na vozidla ve kterých jsou přepravováni, zjistíme také zajímavá fakta. V omnibusové, resp. autobusové a trolejbusové dopravě se vozidla vyvíjela různým směrem. První autobus vyrobil Karl Benz v roce 1895. Postupem času vznikaly krátké verze, dlouhé verze, dvoupatrové verze, atd. Tramvaje se vyvíjely také velice různorodě. Vznikaly vozy motorové i vlečné, dvounápravové i vícenápravové. Zejména vozy vlečné disponovaly sníženou podlahou, která umožňovala snadnější nástup do vozů. Železniční vozy se vyvíjely také různě – v závislosti na jejich určení. Vznikaly vozy dálkové, meziregionální, regionální apod. V padesátých letech 20. století se začaly objevovat železniční vozy nízkopodlažní a také dvoupodlažní. Jedněmi z prvních železničních vozidel v nízkopodlažním provedení v českých zemích byly jednotky řady 451 ČD, které jezdí na tratích kolem Prahy dodnes. Do začátku 90. let 20. století byla výška podlahy u vozidel městské hromadné dopravy různá – dle použité konstrukce podvozků, pojezdu, pohonných agregátů apod., avšak přibližně v jedné rovině ve výšce okolo 900 mm. Přelomovým konstrukčním řešením bylo nízkopodlažní provedení karoserie vozidla na počátku 90 let. Objevily se první nízkopodlažní autobusy i tramvaje. Prvním nízkopodlažním autobusem v Praze byl v roce 1994 autobus Neoplan 4014/3, v roce 1995 následovaly autobusy Karosa 2070 Citybus. Po celém světě se začaly objevovat nízkopodlažní tramvaje a autobusy.

A tímto krátkým a neúplným výčtem se dostáváme až do dnešních dnů. Přes všechny vymoženosti a vylepšení měla a mají vozidla něco podobného. Tou podobností je myšleno uspořádání sedadel a konstrukce vozidla. Sedadla jsou vždy umístěna podélně nebo příčně přibližně v jedné rovině na daném podlaží. Konstrukce je tvořena spojením uzavřených profilů.



Obrázek 4: Souprava provozovaná na trati Liverpool – Manchester od roku 1829



Obrázek 5: Nízkopodlažní jednotka Českých drah řady 451 – výrobce Tatra Vagónka Studénka

1.2 Současný stav – úvod do problematiky

Současný systém veřejné dopravy (bus, tram, vlak, metro) se ve srovnání s možnostmi dopravy individuální nachází v několika pohledech v nevýhodné situaci. Přesto, že by měl vykazovat výrazně vyšší efektivitu ve srovnání s individuální automobilovou dopravou a z toho plynoucí nižší náklady na provoz, díky některým vstupům je tomu přesně naopak. Problém se týká zvláště ceny nově vyráběných vozidel v přepočtu na jedno místo pro cestujícího a dále úrovně kvality přepravy často reprezentované možností cestovat za nerozlišené jízdné pouze vstoje a to mnohdy dosti nekulturním způsobem.

Prodejní ceny vozidel veřejné dopravy (autobusy, trolejbusy, tramvaje, vozy metra i vozidla železniční) díky malé sériovosti výroby vykazují ve srovnání s osobními automobily na jednoho přepravovaného cestujícího v podmínkách našeho státu, ale i jinde v zahraničí, hodnoty až patnáctinásobně vyšší. (cca 50 000 Kč/1 místo u běžného automobilu kontra 750 000 Kč/1 místo např. u železničního motorového vozu).

K nevýhodnosti cenových poměrů v provozu dále přistupuje výrazně nevýhodný poměr celkové hmotnosti vozidla k hmotnosti užitečné, což způsobuje malá využitelnost cestujícími - v rozmezí od 40% u autobusů až k pouhým 10% u železničních vozidel. To se dosti podstatně odráží na energetické bilanci provozu zvláště při častém zastavování a rozjíždění, což má za následek zvýšené provozní náklady a z toho plynoucí cenu jízdného či vynucenou míru dotací.

S výjimkou nepatrné části železničních vozidel stavěných jako dvoupatrová nedochází u ostatních druhů vozidel k využití povoleného průjezdného profilu nebo alespoň k využití v jeho větší míře. To vyniká zvláště v poslední době, kdy jsou upřednostňována vozidla se sníženou úrovní podlahy a prostor ve vyšší úrovni do limitní výšky zůstává nevyužit. Naopak v úrovni sedících díky zasahování různých konstrukčních komponentů do interiéru, jako jsou podběhy, motory, nápravy, součásti el. výzbroje apod., dochází často k omezení počtu sedadel a k jejich vynucenému rozmístění způsobem, který není z hlediska cestujících mnohdy výhodný. Příčné uspořádání sedadel 2 + 2, které je obecně považováno za žádoucí při nutné konstrukční tloušťce stěn vozidla min. 50 mm, průchozí uličce alespoň 500 mm a při vnější šířce vozidlové skříně 2500 mm, zužuje sedadla na pouhých 450 mm. Toto se zvláště v oblasti ramen, boků a loktů vedle sebe sedících cestujících jeví jako nedostatečné. Vynucená tloušťka stěn vozidla je dána tradicí výroby reprezentované užitím uzavřených obdélníkových profilů pro konstrukci vozidlové skříně k zajištění její tuhosti, pro následné vybavení interiéru dalšími komponenty a pro přenos zátěže od cestujících. Konstrukční i výrobní proces vozidel veřejné dopravy probíhá u jednotlivých výrobců odděleně a už zcela odloučeně bez vzájemných kontaktů u vozidel různých druhů. O nějaké unifikaci či standardizaci nemůže být vůbec řeč. Přitom požadavky z hlediska užitnosti jsou prakticky totožné, a to napříč všemi druhy doprav osob na kratší vzdálenosti, kdy je z hlediska prostorového uspořádání požadována nízká úroveň podlahy, dostatečně početné a dosti široké dveře a dále přijatelně dostupné a pohodlné sezení. Výše uvedená konstrukční praxe kromě prostorových omezení s sebou přináší další nevýhodu, a to v použití uzavřených profilů a dutých výlisků nesoucích s sebou omezenou životnost vozidla z důvodu nemožnosti průběžné účinné kontroly míry koroze a jejímu případnému zabránění uvnitř těchto dutin. To má za následek zrychlenou korozi vozidla, pokud se užije tradiční běžná ocel. Pohlédneme-li do konstrukce jiných dopravních prostředků, kde z důvodu zajištění nutné vyšší bezpečnosti není možná aplikace uzavřených profilů – např. u lodí nebo letadel - zjišťujeme dosažení výrazně vyšší životnosti konstrukce. Ta není způsobena pouze použitím ušlechtlejších materiálů, ale též, a to zvláště u lodí, které jsou zhotoveny také jen z obyčejné „černé“ rezavějící oceli, důsledným otevřením a zpřístupněním obou stran povrchu konstrukce. To má za následek průběžnou možnost kontroly a povrchové údržby. Díky tomu je možné zajistit přirozeně zvýšenou životnost

konstrukce jako celku. Proto také lodě, ač se nacházejí permanentně ve vlhkém prostředí, dosahují výrazně vyšší životnosti než vozidla „suchozemská“, i když např.: lodě říční tloušťkou plechu u obšívky jsou srovnatelné s použitým materiálem u vozidel MHD. Tato zkušenost necht' poslouží jako jeden z návodů ke konstrukčnímu pojetí vozidel, kde situace v tomto ohledu není příznivá a takto vybízí k řešení.

1.3 Současná srovnatelná řešení

Pokud se zaměříme na současná světová řešení konstrukce vozidel vedoucí ke zvýšení kapacity nebo komfortu na bázi nízkopodlažnosti s použitím klasických prvků interiéru, musíme konstatovat, že má-li se dostavit požadovaný efekt, jedná se mnohdy o velice komplikovaná řešení. Šířka vozidel je omezena předpisy poněkud striktně na hodnotě kolem 2500 mm (malé odchylky podle druhu dopravy do míry 2550 mm či 2560 mm), takže zbývá možnost pouze zvětšovat výšku a hlavně délku vozidel nebo jimi tvořených souprav.

Zvětšování výšky vedlo dříve logicky k provedení dvoupatrovému, které však, jak se zdá, je již na ústupu. Důvodem je obtížná dostupnost druhého podlaží s poměrně velkým výškovým rozdílem dostupným prostřednictvím jednoho, max. dvou schodišť vesměs točitých s poměrně vysokým počtem stupňů – 10 i více. Vnitřní výška 2. podlaží navíc nespĺňuje normou ČSN 28 0312 předepsanou hodnotu 2 m a i tak je celková vnější výška vozidla na požadované mezi 4 m logicky nesplnitelná. U vozidel metra nebylo vícepodlažnosti použito vůbec a u tramvají se dnes prakticky s dvoupatrovým uspořádáním až na malé výjimky nesetkáme, takže jedinými běžně užívanými patrovými vozidly jsou železniční vagony. Zde však negativně působí poměrně malý počet schodišť, což zdržuje odbavování v zastávkách.

Pokud jde o zvýšení kapacity cestou prodlužování vozidel, má to zase za následek jiné komplikace, a to s přehledností odbavování, přílišnou délkou nástupišť, dobou odbavování na zastávkách, dokonalou informovaností i otázkami bezpečnosti zavírání dveří při rozjezdu. U busů navíc přistupuje obtížné dodržení totožné projížděné stopy v délce celého vozidla zvláště za nepříznivých povětrnostních podmínek. Ve světě dnes zcela běžné tramvajové soupravy s délkou kolem 60 m nebo tříčlánkové autobusy či trolejbusy s délkou cca 25 m budiž toho pádným důkazem. Obdobné komplikace mají i na ústupu jsoucí autobusové a trolejbusové vleky přetrvávající v provozu snad dnes již jen ve Švýcarsku. Do budoucna nepředstavují pravděpodobně dále rozvíjené řešení i přes jejich nespornou pozitivní vlastnost spočívající v možnosti regulace přepravní nabídky v průběhu dne, a to případně přímo na trase nebo v konečné stanici.



Obrázek 6: Trolejbus v Luzernu, Švýcarsko



Obrázek 7: Souprava trolejbusu (trolejbus + vlek) v Luzernu, Švýcarsko



Obrázek 8: Vlek trolejbusu – Luzern, Švýcarsko



Obrázek 9: Vlek trolejbusu – Lausanne, Švýcarsko



Obrázek 10: Dvoupatrový autobus – dopravce Arriva, Liverpool



Obrázek 11: Dvoupatrový autobus Volvo – dopravce Arriva, Liverpool



Obrázek 12: Tříčlánkový metro-bus v Hamburku – výrobce Van Hool – boční pohled



Obrázek 13: Tříčlánkový metro-bus v Hamburku – výrobce Van Hool



Obrázek 14: Patrová jednotka RABe 514 SBB (čelní vozy) – výrobce Siemens KV Praha-Zličín



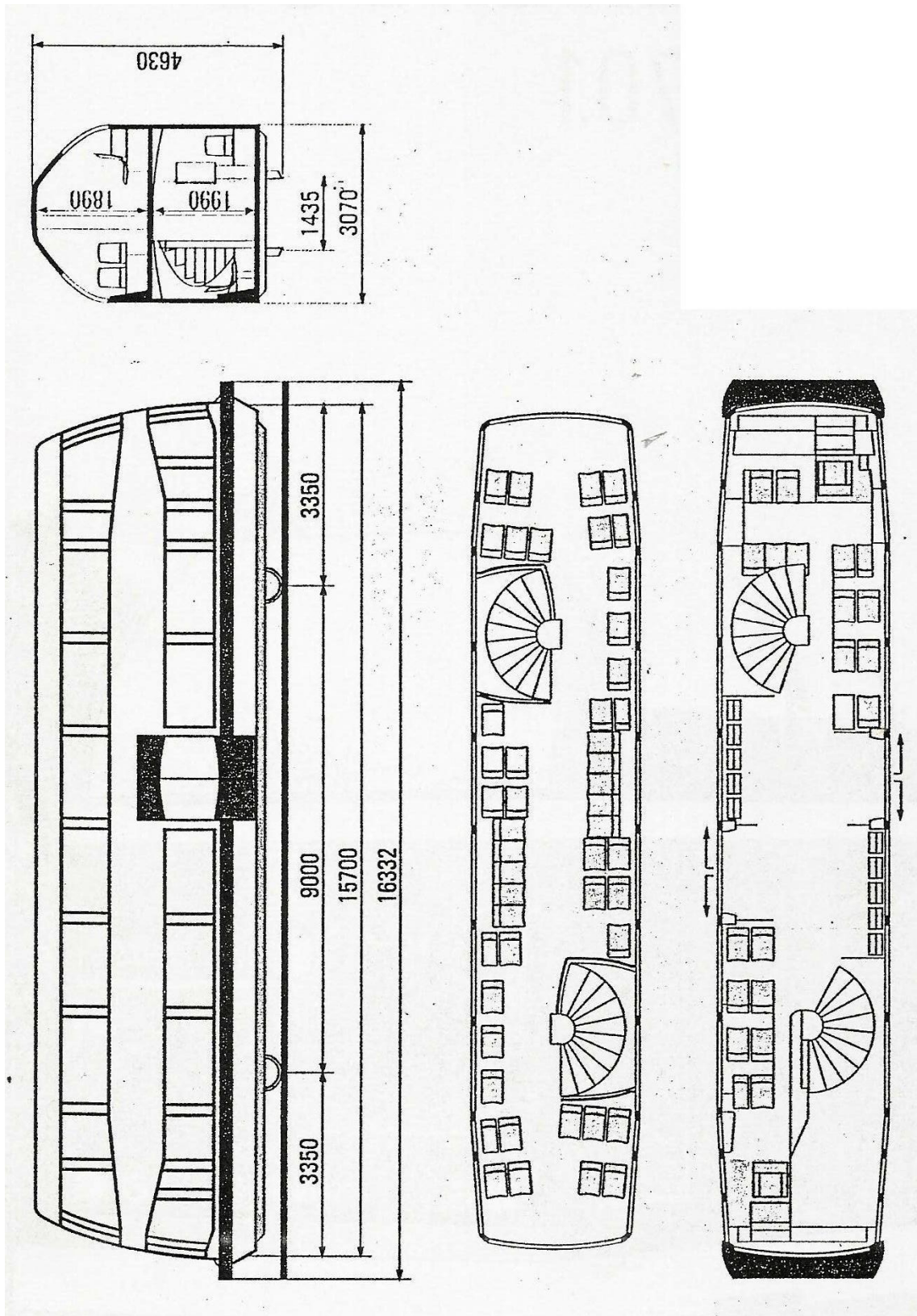
Obrázek 15: Patrová jednotka RABe 514 SBB (celá jednotka) – výrobce Siemens KV Praha-Zličín



Obrázek 16: Patrová jednotka Českých drah řady 471 – výrobce Škoda Vagonka – Ostrava-Vítkovice



Obrázek 17: Dvounápravový dvoupatrový motorový vůz řady 670 DB – výrobce vagonka Uerdingen



Obrázek 18: Dvounápravový dvoupodlažní motorový vůz DB řady 670

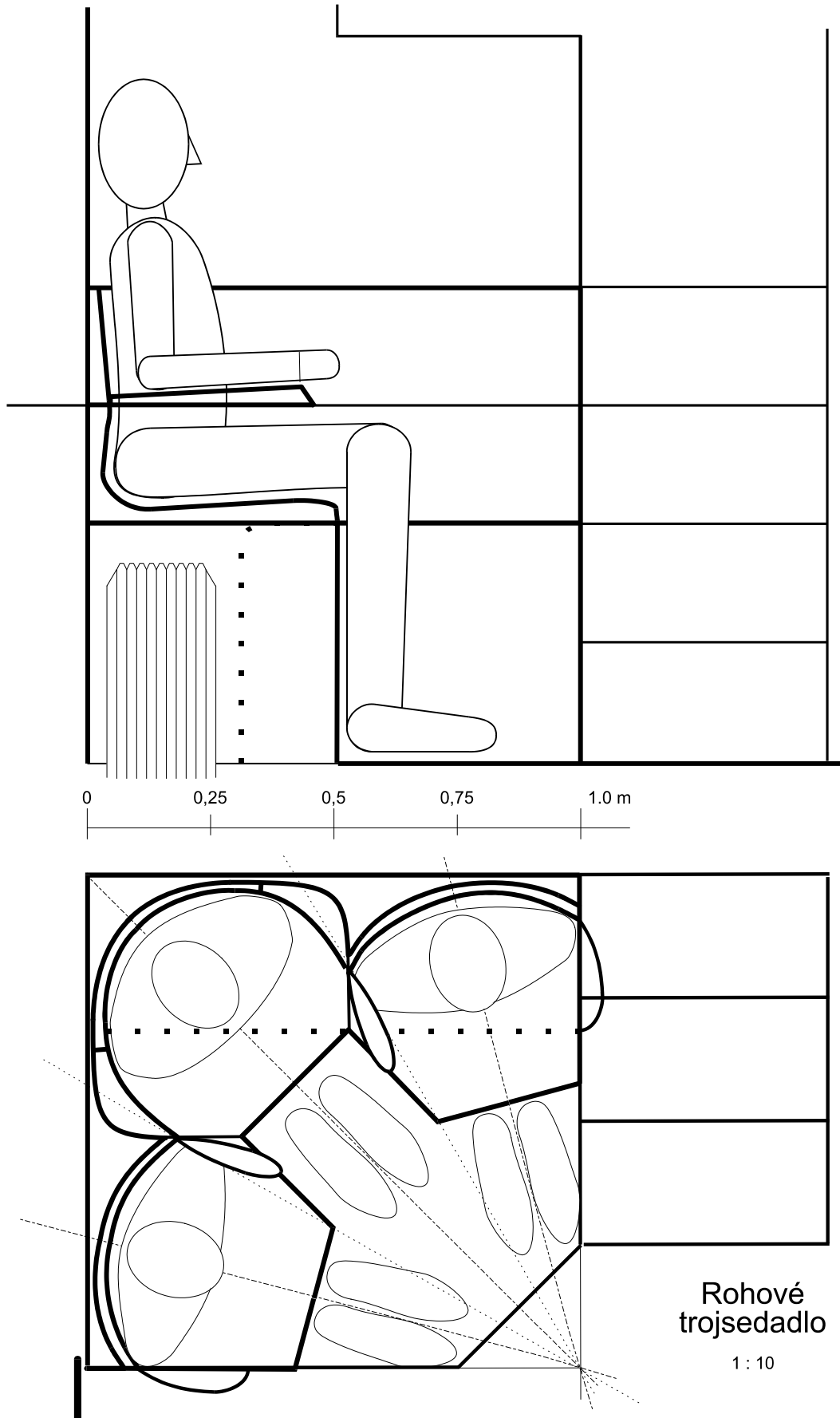
1.4 Cíl navrhovaného řešení

Níže uvedený návrh si klade za cíl výše popsané nevýhody zcela, nebo alespoň zčásti odstranit, z nichž se jako nejdůležitější jeví:

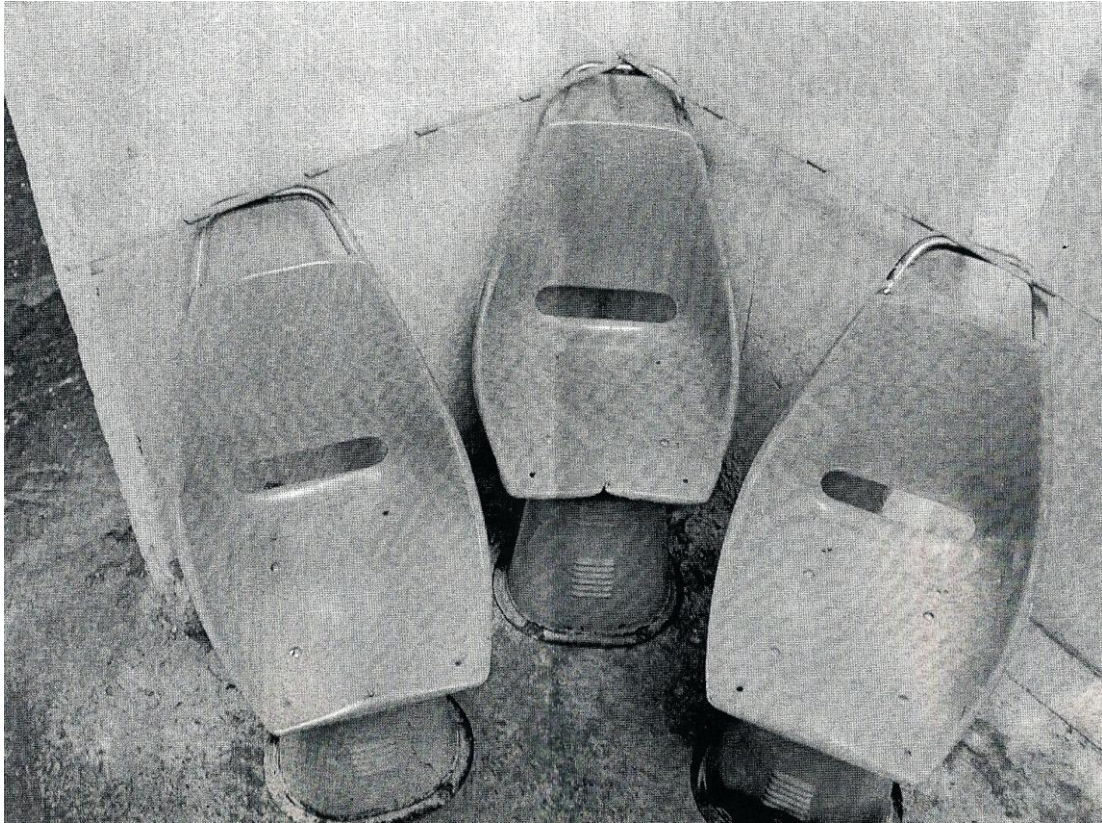
- zvýšení celkové kapacity vozidel lepším využitím průjezdného profilu
- zvýšení komfortu přepravy zlepšeným poměrem sedících ku stojícím
- prodloužení životnosti odstraněním veškerých uzavřených profilů
- zavedení rozsáhlé unifikace všech druhů vozidel veřejné dopravy

1.5 Popis navrženého řešení

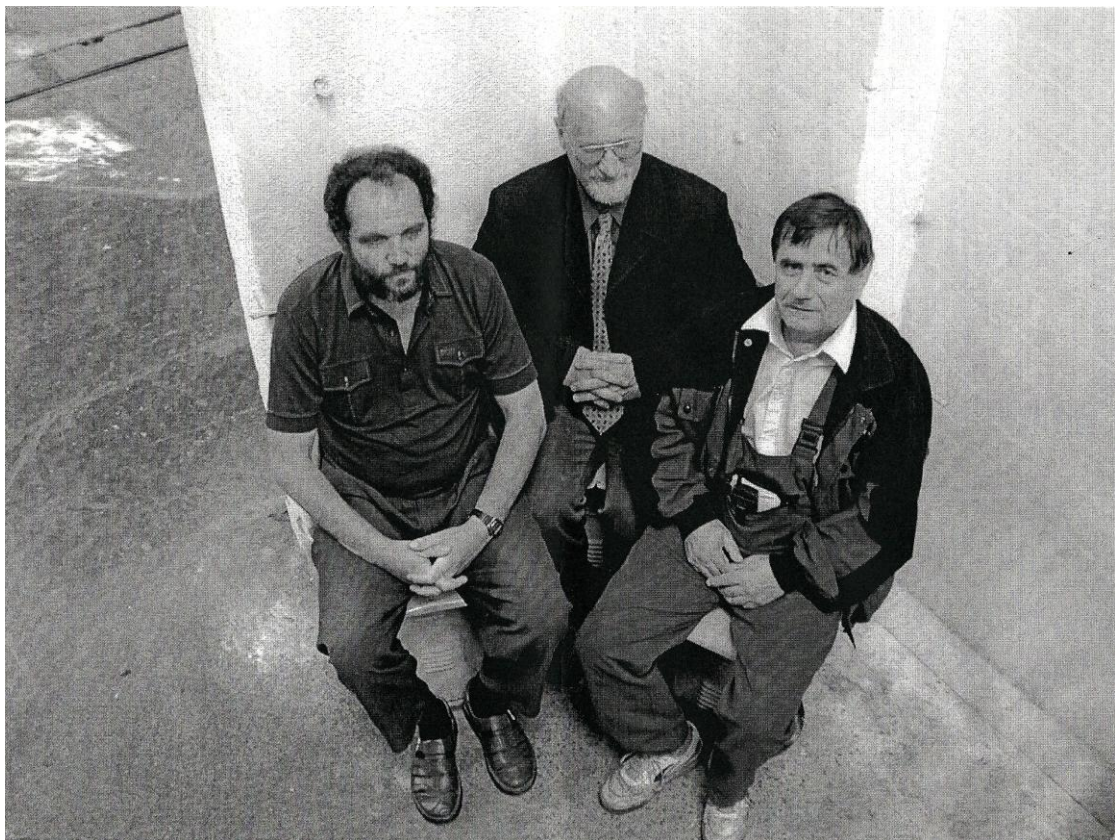
Podstatou konstrukčního pojetí i provozního využití je rozsáhlá unifikace jednotlivých prvků interiéru vozidla, která by měla mít za následek možnost jejich velkosériové výroby a tím snížení výrobních a provozních nákladů, a to dosti podstatně, pravděpodobně i násobně. Technické řešení se zakládá na aplikaci originálního uspořádání rohového trojitého sedadla, které je předmětem patentové ochrany. Zajišťuje cestujícím pohodlné sezení přidáním prostor zvláště v oblasti boků, ramen a loktů. Nově umožňuje instalaci opěrek na lokty, které dnes zcela chybí u některých druhů dopravních prostředků (např. vozidla MHD), pro které díky vzájemnému úhlu sedadel 30° jsou vytvořeny přirozené předpoklady. Toto uspořádání umožňuje navíc příchod a odchod k sedadlům bez nutnosti vstávání sousedících. Sedadla, opěradla, zástěny i schody jsou napevno zakomponovány do vozidlové skříně, tvoří její integrální součást a mají kumulovanou funkci s účastí na jejím pevnostním namáhání.



Obrázek 19: Výkres rohového trojsedadla



Obrázek 20: Simulace rozmístění sedadel tramvaje T3 dle návrhu trojsedadla

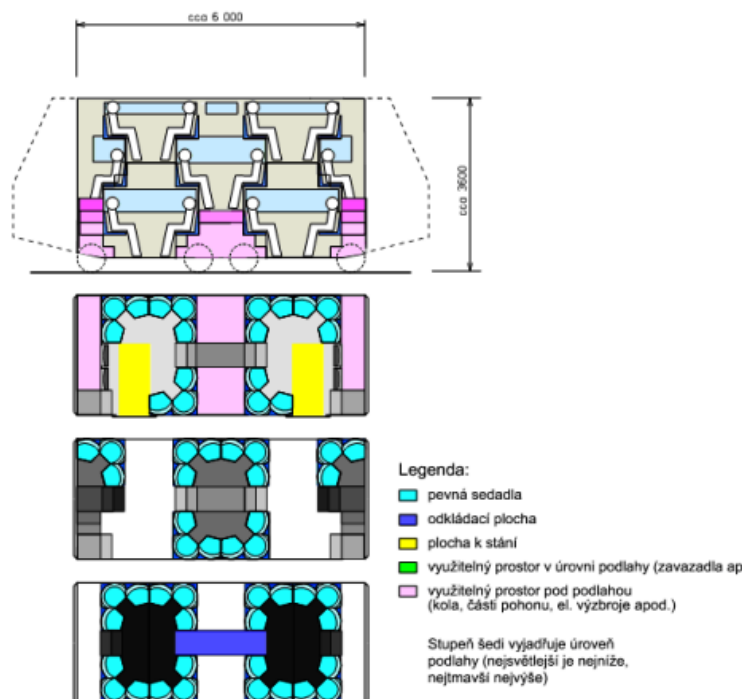


Obrázek 21: Simulace obsazení sedadel tramvaje T3 dle návrhu trojsedadla osobami

Prostor vymezený pro sezení má výšku nad sedákem cca 1 m, což je přibližně o 10 cm více, než mají běžné osobní automobily. Pokud jsou sedadla umístěna nad sebou, jsou vždy v následující vyšší úrovni vzhledem ke směru jízdy orientována směrově opačně. Přístup k horním sedadlům se děje prostřednictvím schodů, které se nacházejí v ose vozidla, kde jsme u současných vozidel zvyklí na průběžnou uličku. Také tyto schody umožňují podélný průchod vozidlem jak cestujícím, tak i pracovníkům dopravce.

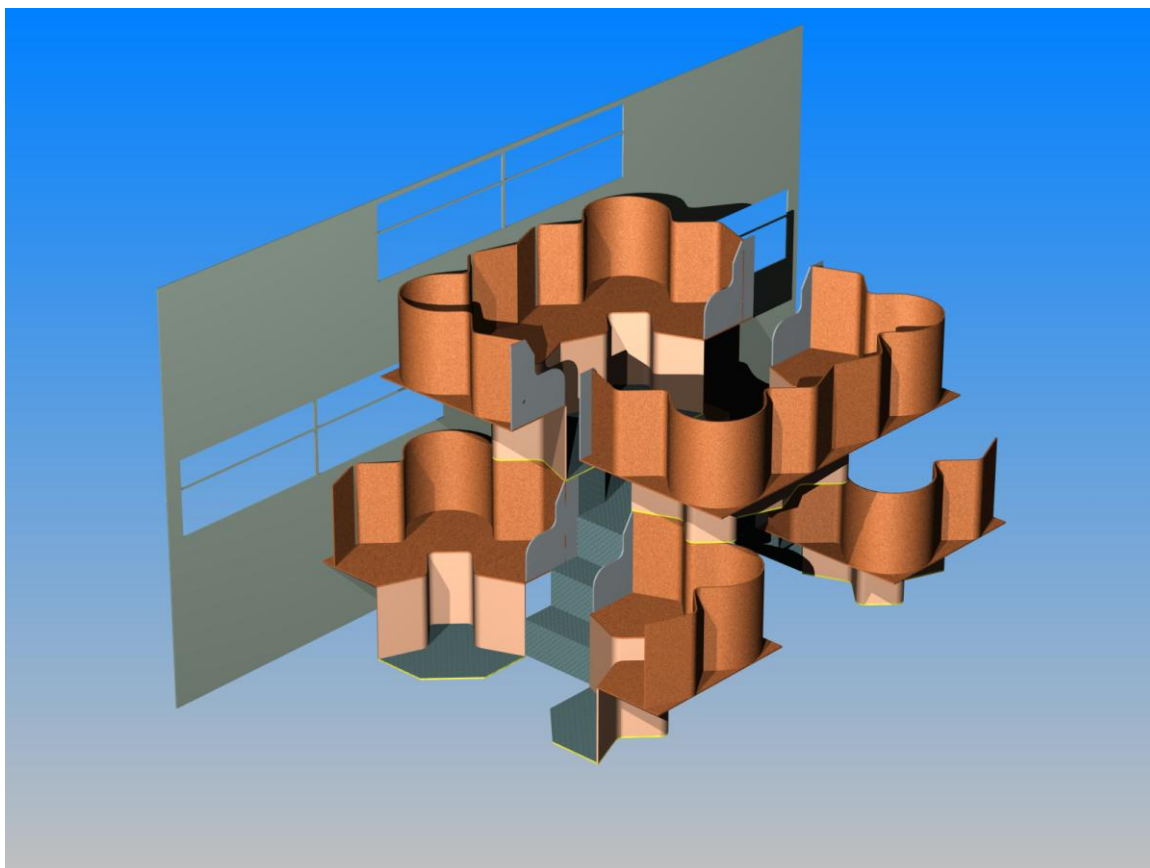
Pokud se užije uspořádání dvou úrovní sedadel nad sebou, lze dosáhnout dosud běžně užívané vnější výšky vozidel jednopodlažních, která se nachází přibližně na úrovni 3 m. Lze však užít i 3 úrovní sedadel nad sebou a stále ještě vyhovět stávajícím předpisům z hlediska vnější celkové povolené výšky, kterou lze udržet na úrovni od cca 3,65 m (limit u tramvaje 3,65 m – stanoveno například v Pravidlech technického provozu městských drah) až do 3,75 m (limit u autobusu 4,0 m – stanoveno v ČSN 30 0026). U železničních vozidel, kde je celková vnější povolená výška na hodnotě 4 680 mm – stanoveno v ČSN 28 0312, lze dokonce aplikovat 4 úrovně sedadel nad sebou. Jediné, avšak tolerovatelné omezení v návrhu představuje nemožnost úplného napřímení cestujících vstoje v patře nejvyšším, což je běžný nedostatek i u dnešních patrových autobusů, i když se u nich vyžaduje přesun v celé délce vozidla, kdežto v návrhu se zkracuje na pouhé necelé 2 m. Další navýšení celkového počtu sedadel tímto získaných však tuto menší nevýhodu plně vyváží.

Úhrnně lze konstatovat, že počet sedadel se proti dnešku zvyšuje v poměru násobku rovnému počtu použitých úrovní sedadel, (dosud známý pojem „patro“ zcela nevystihuje princip uspořádání), tedy v rozmezí dvou až čtyřnásobném. Přibližně ve stejném poměru lze předpokládat snížení provozní potřeby vozidel v příměstské dopravě u železnice a autobusů a tím ke snížení nákladů na jednoho přepraveného cestujícího. U linek MHD dojde navíc ke zvýšení komfortu a bezpečnosti přepravy v případě posazení dnešních stojících a dále ke zkrácení pobytu vozidel na zastávkách z důvodu uvolnění prostoru pro stojící u dveří v případě zvýšených přepravních nároků (přepravní špičky).

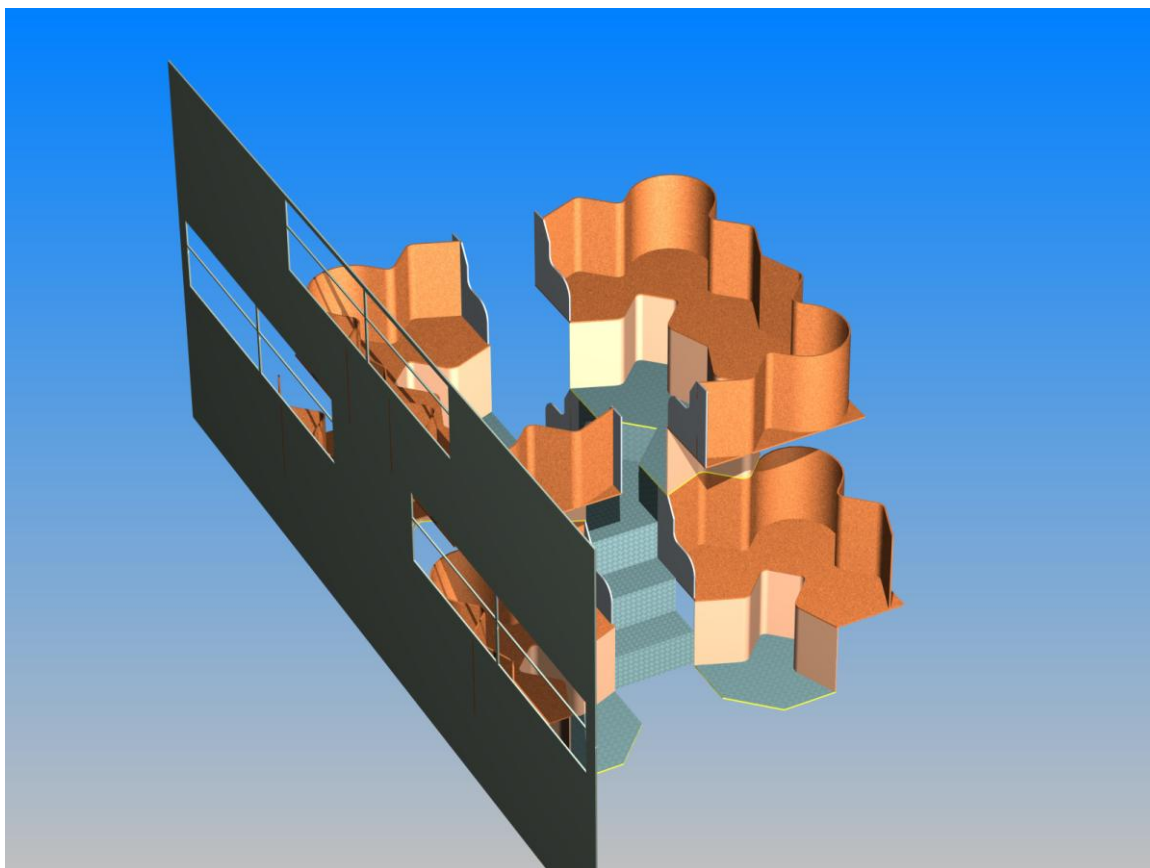


Universální tříúrovňový modul 3-60-6
60 pevných sedadel, 4 sklopné, 10 míst k stání

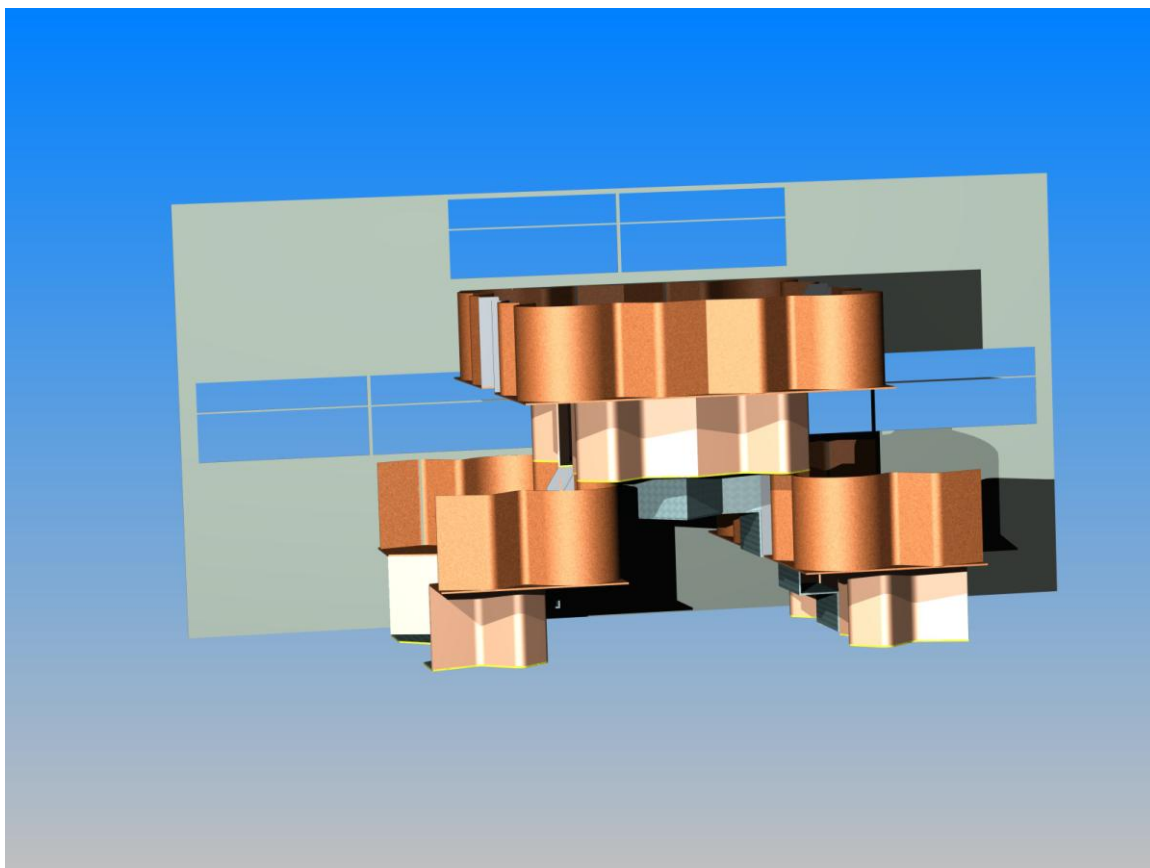
Obrázek 22: Modul



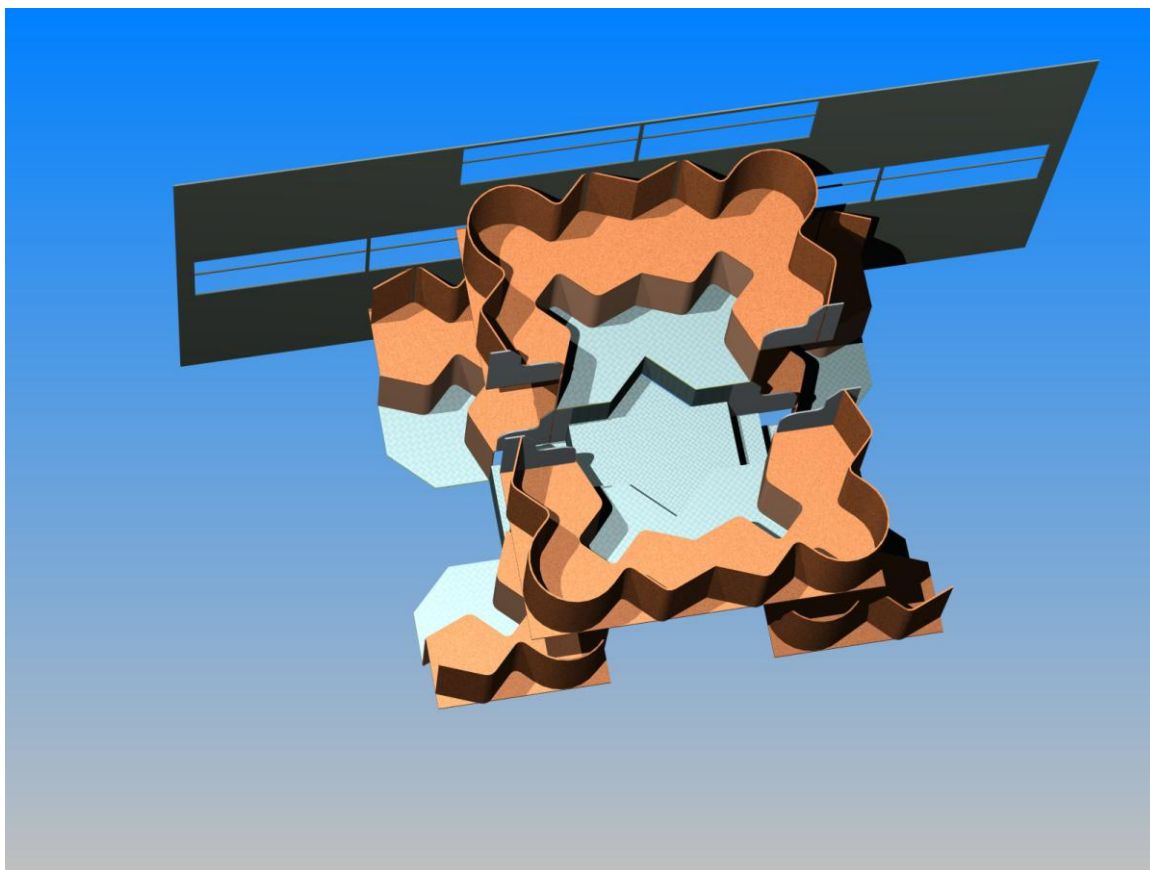
Obrázek 23: Vizualizace modulu 1



Obrázek 24: Vizualizace modulu 2



Obrázek 25: Vizualizace modulu 3



Obrázek 26: Vizualizace modulu 4

1.6 Popis pohybu cestujících v navrženém vozidle.

Pokud se aplikuje navržené řešení např. v provedení tříúrovňovém s modulem délky 6 m, které zatím v předkládaném návrhu z jednotlivých možností představuje max. dosažitelný efekt, lze popsat pohyb cestujících následujícím způsobem. Nastupující projdou jedněmi ze dvou dveří o šířce 0,75 m, kterými tento modul disponuje a podle kondice či chuti se rozhodnou, zda setrvají v úrovni nejnižší, kde se nachází celkem 18 sedadel pevných a 4 sedadla sklopná. Invalidé, osoby starší a s omezenou pohyblivostí zůstávají samozřejmě zde v této nejnižší úrovni. Dětské kočárky a invalidní vozíky mají vymezené 2 prostory zčásti pod schody a to mírně šikmo stranou od obou dveří vedle sklopných sedadel. Oba prostory jsou rozměrově totožné, vzájemně symetrické, pouze stranově převrácené. Mají rozměry cca 1 x 0,75 m. Polovina tohoto prostoru s výškou 2,5 m je určena pro přepravu dlouhých předmětů situovaných na výšku, (např. lyží či svisle zavěšených jízdních kol). Avšak ti cestující, kteří jedou na delší vzdálenost, a nebo k tomu mají jiný důvod, zvláště pak mladší a mobilnější, se mohou rozhodnout, zda vystoupají po 4 stupních schodů do centrální části modulu, kde se nachází dalších 12 sedadel, nebo zvolí přístupové schody s počtem 2x4 stupně při stěně vozidla vedoucí do 3. úrovně, kde se nachází 2 boxy s celkovým počtem dalších 24 sedadel. Cestou do 3. úrovně lze spočinout též na úrovni 2. podlaží v rozích vozidlové skříně, kde se nacházejí další 2 trojitá sedadla. Celkový počet sedadel v šestimetrovém modulu vozidlové skříně je tedy 60 pevných a 4 sklopná, což představuje cca 10 sedadel na 1 m délky vozidla a znamená tomu úměrný přibližný trojnásobek dnešních parametrů vozidel MHD.

O stavu obsazenosti prostor v 2. a 3. úrovni cestujícími dávají informaci klasická konvexní (vypouklá) zrcadla zvětšující úhel optického záběru umístěná u stropu tak, jak známe běžně u patrových busů ve světě užívaných nebo elektronické informační panely. Prostory pro zavazadla se nacházejí jednak za opěradly a jednak nad hlavami sedících v 1. a 2. úrovni. Na jednoho cestujícího připadá pro zavazadla přibližně 40 litrů objemu a to navíc v čistém a suchém prostředí, nikoliv na zemi, což představuje absolutní změnu proti stávajícím zvyklostem. Tyto prostory nejsou fyzicky rozděleny, dají se pochopitelně slučovat, takže lze uložit i zavazadla objemnější.

Předváděný tříúrovňový modul představuje univerzální sestavu použitelnou jak pro vozidla silniční, tak kolejová. Užitím jednoho modulu se představuje standardní délka minibusu, kdy s kabinou řidiče o délce cca 1,5 m dosahuje s tímto prodloužením celkovou délku cca 7,5 m. Jeden modul může také představovat střední nesený díl článkové tramvaje s užívanou vzdáleností otočných čepů podvozků 7,5 m a nebo také zadní díl článkového autobusu či trolejbusu. Použijí-li se 2 tyto moduly v těsném sousedství, vzniká vozidlo délky 12 m, což je standardní délka busu s rozvorem kolem 6 m a nebo tramvaje v její prizmatické části bez zužujících se převisů vozidlové skříně. Kapacita 120 sedadel je ve srovnání s dnešními vozidly užívanými v MHD se srovnatelnou délkou na přibližně čtyřnásobné úrovni.

Předpokládá se, že uvedená vozidla budou nasazena na linky s bezpečným stykem cestujících, označovací strojky či registrační zařízení lze umístit poblíž dveří vedle schodů. Přímý kontakt s řidičem v rozšířené roli tarifně obsluhujícího personálu možný je, vyžaduje to pouze určité úpravy v sousedství kabiny řidiče.

1.7 Zdůvodnění výhodnosti uspořádání rohového trojitého sedadla

Sezení jakožto fenomén představuje jeden ze základních prvků posuzování kvality přepravy osob. Z dosavadních platných norem – ČSN EN 30326-1, ČSN EN 30326-2 a doporučení vyplývá, že pro pohodlné sezení je zapotřebí prostor o konstantní šířce cca 50 cm a délce cca 75 cm. Výška potřebná pro sezení není nikterak definována, tudíž ani omezována. Při hlubší analýze zjistíme, že šířku lze sledovat v 5 různých rovinách, kde

dochází vlivem anatomie a z ní plynoucí kinematiky lidského těla ke změnám v požadavcích na zábor okolního prostoru. Jedná se o tyto úrovně:

- ramena
- lokty
- boky
- kolena
- chodidla.

1.7.1 Ramena

Zde vesměs 50 cm postačuje, problém u nadprůměrně urostlých jedinců se projeví, pouze pokud se vyskytnou takoví 2 jedinci vedle sebe. Potom se čerpá chybějící prostor na úkor uličky. Problém zhoršuje navíc zimní oblečení cestujících.

1.7.2 Lokty

V úrovni loktů již 50 cm vesměs nevyhovuje ani pro 2 sedící vedle sebe, i když jsou menšího vzrůstu, protože znemožňuje pohyb rukou vedle těla a vede k jeho vynucené nehybnosti. Při aplikaci loketních opěrek, které známe z dopravních prostředků vyšších kategorií (vlak, letadlo), se běžně jedná o nárok na šířku cca 70 cm, přičemž právě v těchto prostředcích lze navíc odložit vrchní vrstvu ošacení a takto prostorovým problémům více napomoci. V prostředcích MHD tato možnost samozřejmě není.

1.7.3 Boky

U boků je situace podobná jako u ramen, vesměs rozměr dostačuje, pouze při setkání 2 osob majících v této části těla nadměrné proporce, mohou nastat problémy, které se řeší opět na úkor uličky, což způsobuje další snížení její průchodnosti. Zde se též projevuje výrazněji vliv zimního oblečení, které při sezení „nabývá“ v oblasti břicha a vč. obsahu kapes v místech, kde je právě přidržováno navíc i příruční zavazadlo. To je položeno nejčastěji na stehnech a přidržováno pažemi, neboť v prostředcích MHD není vyčleněn prostor pro jejich snadné a čisté uložení.

1.7.4 Kolena

V úrovni, resp. prostoru kolen míra 50 cm dostačuje vesměs i s rezervou cca 20 cm, která je využívána pouze pro obměnu polohy vedoucí k zabránění strnulosti při sezení.

1.7.5 Chodidla

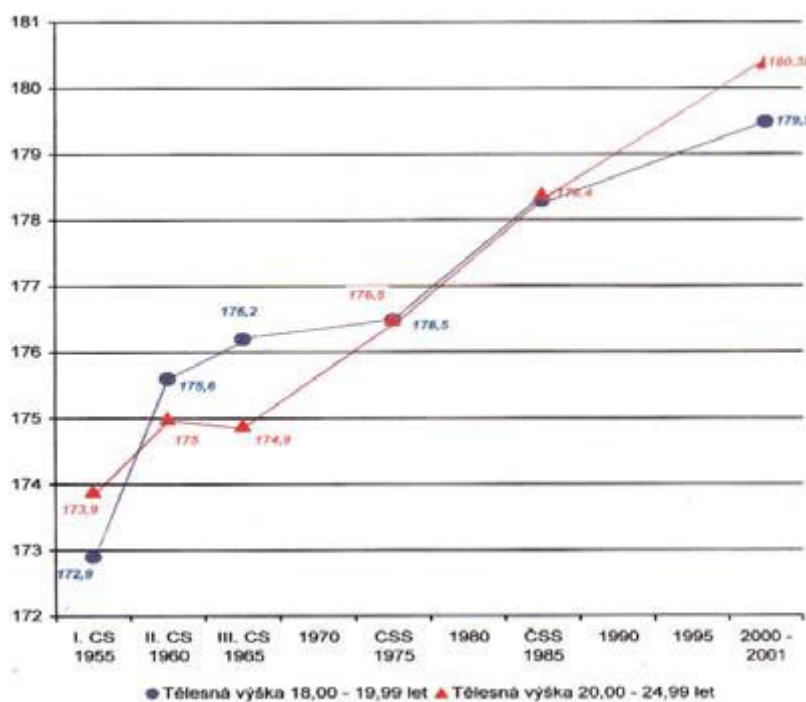
V úrovni chodidel je situace obdobná a dnešních cca 50 cm se jeví jako dostatečná šířka opět s rezervou cca 20 cm.

Pokud uvedené poznatky shrneme, lze konstatovat, že současné zvyklosti v uspořádání sedadel umístěných vedle sebe v některých úrovních přisuzují sedícím cestujícím **nedostatečný** prostor a v jiných disponují **přebytečným** prostorem.

A právě na tom je založen princip navrženého řešení, které hodlá uvedené disproporce mezi požadavky a jejich naplněním uvést do většího souladu. Upozorňujeme, že zpočátku navržené řešení působí určitým nezvyklým dojmem, ale při vyzkoušení a hlubším posouzení a oproštění se od konvencí, se dostaví pocitové vjemy překvapivě pozitivní – viz příložená fotografická dokumentace. Zvláště příjemně působí možnost pohybu rukou a

jejich volnost např. pro držení příručního zavazadla nebo dokonce možnost pohodlného čtení novin za jízdy. Střední sedadlo se vlastně „zasouvá“ z linie sedadel krajních hlouběji do rohu a krajní sedadla jsou od sebe takto oddělena přístupovým prostorem k sedadlu střednímu. To, pokud je obsazeno, má kolena zde sedícího v nižší úrovni, než se nacházejí lokty sedících na sedadlech bočních, takže si vzájemně nepřekázejí. Lze tvrdit, že právě tento detail je zkrácený **extrakt principu** úspěšnosti předkládaného návrhu.

Toto uspořádání umožňuje příchod i odchod z kteréhokoliv sedadla bez nutnosti vstávání sousedů, což dnes mimochodem možné není a mnohdy to navíc způsobuje nevyužití kapacity všech sedadel, pokud z nějakých důvodů zůstane sedadlo u okna neobsazené. Další pozitivní efekt přináší skutečnost, že navržené řešení neomezuje cestující s poněkud delšími dolními končetinami, protože před kolena se nenachází žádná překážka, takže nejsou nikterak omezováni. To se jistě ocení zvláště v budoucnu, pokud bude i nadále pokračovat trend prodlužování lidského těla – od roku 1955 dle průzkumů o 8 cm – uvedeno – Jirkovský, D. Vojenské zdravotnické listy č.5/2003 [online]. Praha: Tělesná výška a hmotnost mladých mužů ve věku 18 až 25 let v druhé polovině 20. století. [Cit.15.2.2011]. Dostupné z URL: http://www.pmfhk.cz/VZL/VZL5_2003/Vz15_5.pdf



Obrázek 27: Graf prodlužování lidského těla

Pokud hodnotíme výškové poměry pro sedící cestující, musíme konstatovat při aplikaci 3 úrovní sedadel nad sebou, že dochází ke snížení stropu nad sedícími asi u 60 % sedadel na hodnotu přibližně 100 cm. Je to však míra plně dostačující, i když ve veřejných dopravních prostředcích poněkud nezvyklá. Pro přibližné porovnání může posloužit výška stropu v běžných osobních automobilech, která se nachází na hodnotě cca 90 cm a nebo výška stropu pod zavazadlovou policí v dálkových autobusech, kde se praktikují nejčastěji přibližně míry kolem 110 cm. Pro zaujímání a opouštění sedadel cestujícími s takto sníženým stropem, které bylo detailně podrobováno studiu, bylo zjištěno, že kinematika pohybu lidského těla v tomto případě vůbec s tímto sníženým stropem nekoliduje, protože nejprve se tělo při vstávání v mírně sehnuté poloze dostává svým těžištěm půdorysným průmětem až nad chodidla, a teprve potom se napřimuje, což je kinematicky nutný postup

prováděný tělem zcela bezděčně, aniž bychom si to uvědomovali. Navíc část sedadel se sníženým stropem dostává jakýsi bonus v podobě opěrky hlavy, která kromě nabízeného zvýšeného pohodlí přidává souběžně i funkci bezpečnostní při případných haváriích, jak jsme tomu ostatně přivyklí u jiných dopravních prostředků.

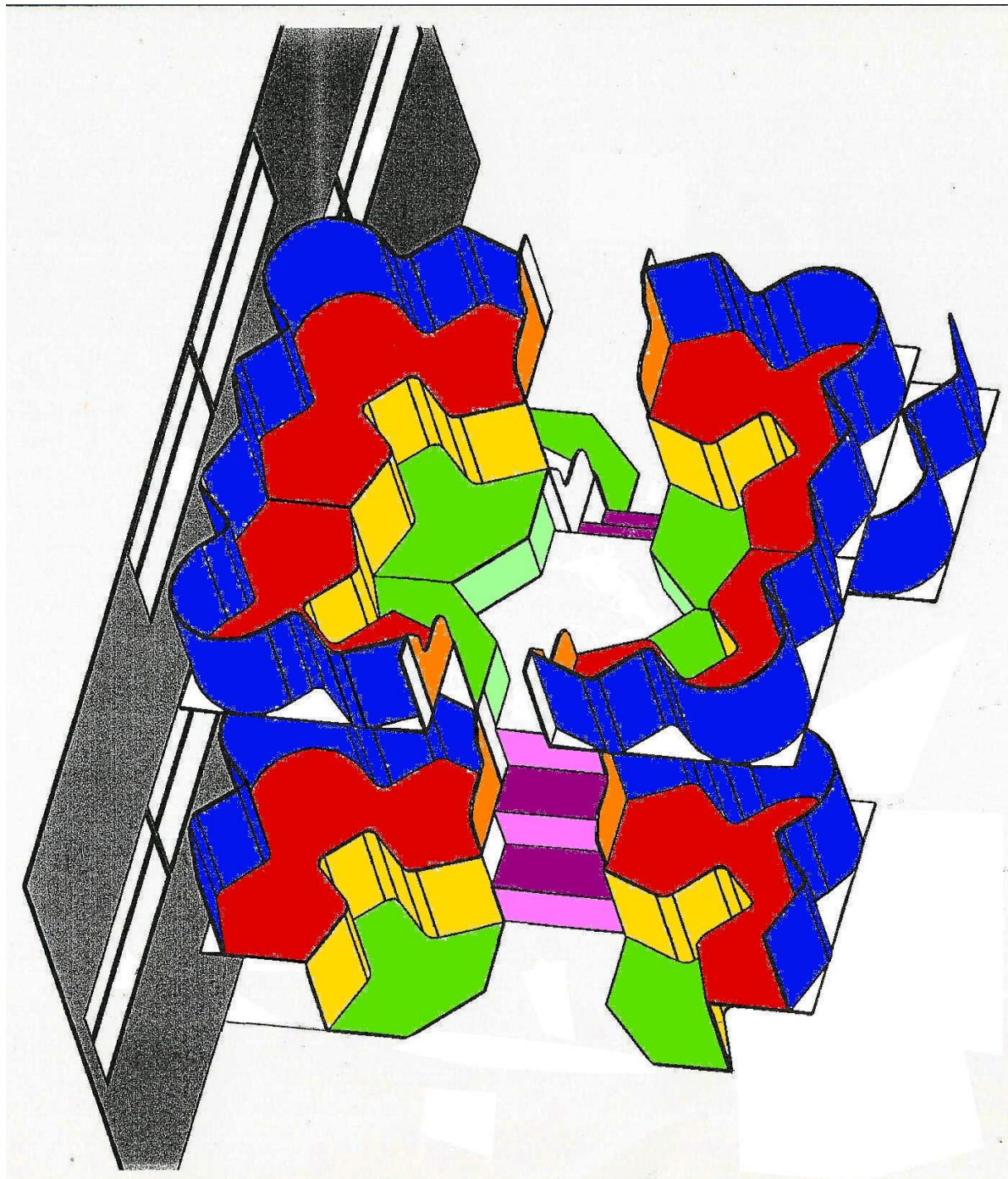
1.8 Popis komponentů vozidlové skříně dle navrženého řešení

Pro lepší pochopení tvaru a provedení jednotlivých částí vozidlové skříně a jejich vazeb byl vybrán soubor pouze se dvěma vrstvami sedadel nad sebou a částí podlahy příslušející jednomu dveřím. Pro názornost byly jednotlivé díly očíslovány, a to tak, že díly vodorovně situované dostaly číslo liché a svisle situované číslo sudé. Na přiloženém obrázku některé díly na vnějším obvodu konstrukce nejsou znázorněny (např. dveře, pravá bočnice či střecha), lze si je však lehce představit. Stejně tak není znázorněna konstrukce uchycení k podvozkové části, jedná se o pouhé dispoziční znázornění prostorového uspořádání návrhu. Proto není ani uveden počet jednotlivých použitých kusů jednotlivých dílů, lze jej však lehce dopočítat.

1.8.1 Komponenty

Pro **základní dispoziční uspořádání** celé vozidlové skříně je zapotřebí pouhých 15 druhů tvarově a rozměrově odlišných součástí, jejichž seznam je následující:

1. podlaha u dveří (obdélník 2,5 x 0,75 m)
2. podpěra sedadla (výška cca 0,5 m)
3. podlaha u schodů (šestiúhelník cca 1 x 0,5 m)
4. opěradlo trojité (výška cca 0,5 m)
5. podlaha pro sedící (osmiúhelník cca 0,6 x 0,9)
6. podpěra podlahy sedících (výška cca 0,25 m)
7. sedadlo trojité (cca 1,4 x 0,9 m)
8. podpěra schodu (cca 0,5 x 0,25)
9. schod (cca 0,5 x 0,25 m)
10. zástěna s průhledovým výřezem a loketní opěrkou (cca 0,5 x 1,0 m)
11. střecha (šířka cca 2,5 m - není na obrázku znázorněna)
12. bočnice pravá (výška 2,5 m – není na obrázku znázorněna)
13. neobsazeno
14. bočnice levá (výška cca 2,5 m)
15. neobsazeno
16. okno (vlepené do karoserie napevno cca 1,0 x 0,5 m)
17. neobsazeno
18. dveře předsuvné (cca 0,75 m x 2,0 m - nejsou na obrázku znázorněny)



Obrázek 28: Komponenty

K použitému materiálu jen krátká poznámka. Technologicky nebyl návrh řešen, použitý materiál se bude odvíjet od úspěšnosti prosazení návrhu. Pravděpodobně jiný materiál bude použit pro zhotovení makety, která by samozřejmě měla být zhotovena ještě před celou realizací návrhu a jiný materiál se použije pro zhotovení prototypů a pravděpodobně až po nabytí jistých poznatků lze zvažovat použití nejvhodnějších materiálů pro sériovou výrobu. Patrně se bude jednat o kombinaci užití ocelového plechu, případně i nerezového či hliníkového zčásti možná i perforovaného, vodostálé překližky deskové i ohýbané, umělohmotných výlisků, laminátových tvarových konstrukcí, organického skla atd. Rozhodně však **nebudou použity** z výše popsaných důvodů **uzavřené profily**, což umožní provést výrazně tenčí tloušťku stěny vozidla a získaný prostor využít pro ještě více rozměrnější sedadla a schody. Zvuková i tepelná izolace bude přirozenou cestou řešena

souběžně s provedením sedadel a opěradel. Okenní sloupky se v pravém smyslu slova nevyskytují, jedná se pouze o vsazení oken v místech styku bočnic karoserie a svislých příčně situovaných součástí interiéru (např.: opěradla či zástěna s loketní opěrkou). Spojení jednotlivých součástí budou řešena obvyklou konstrukční praxí jako kombinace šroubových spojů, nýtování, svařování a lepení. V této oblasti zatím nebyla provedena precizace, jsou zatím formovány určité představy spadající již mimo rámec předkládané studie.

1.9 Využití předloženého návrhu

Výše popsané řešení umožňuje celou škálu aplikací na vozidlech určených pro dopravu osob na kratší vzdálenosti do doby přepravy přibližně 1 hodiny, což podle charakteru provozu znamená ujetou vzdálenost asi 20 až 50 km. Lze je užít jak v dopravě městské, tak i příměstské, a to jak v kolejové, tak i silniční. Pro představu jsou uvedeny pouze základní typy, které vytváří ucelenou velikostní škálu od nejmenších minibusů pro 20 osob přes autobusy a trolejbusy různých velikostí v provedení dvou i tříúrovňovém, stejně tak i tramvají navíc s možností v provedení vícečlánkovém, dále vozidla metra proveditelná též jako tříúrovňová se zachováním dnešní celkové výšky vozidla až po čtyřúrovňová železniční vozidla buď 2-nápravová s délkou skříně cca 15 m a kapacitou kolem 180 osob a nebo i 4-nápravová s kapacitou při délce 26,5 m až 250 osob. Jejich ukázkový výčet je v následujících kapitolách.

1.10 Přehled navržených typů vozidel

V této kapitole se seznámíme s několika základními typy vozidel konstruovanými v duchu předkládaného návrhu. Nejedná se o vyčerpávající výčet, řešení je aplikovatelné v daleko širší škále, která překračuje rámec této studie.

Vybrané návrhy představují v případě silničních vozidel ucelenou velikostní řadu s délkami od minibusu 4,5 m s 15 sedadly uspořádanými samozřejmě pouze v 1 úrovni až po bus délky 12 m se třemi úrovněmi sedadel a celkovou kapacitou 120 osob. Také nejsou připomenuty možnosti aplikací u vozidel s požadovanou vysokou obsaditelností, např. ve světě se stále více uplatňující tříčlankové autobusy i trolejbusy, jejichž řešení na bázi návrhu je možné a navíc s dodaným výrazným dalším efektem celkové obsaditelnosti až 300 osob dává další netušené možnosti.

Kolejová vozidla jsou zastoupena tramvajemi jednak sólo provedení délky 15,5 m se 76 sedadly ve dvou úrovních nad sebou a za druhé tříčlankovou tříúrovňovou 3-180-28 složenou z modulů. Dále pak vozidlem metra délky 19 m se 176 sedadly ve třech úrovních a dále dvěma verzemi železničních motorových vozů – 2-nápravového s délkou 15 m a kapacitou 162 sedadel a 4-nápravového s délkou 26,5 m a kapacitou 176 sedadel.

Podrobnější parametry jsou uvedeny ve dvou následujících tabulkách. Pro snazší orientaci bylo zvoleno pracovní označení vozidel, které má vztah k základním prvkům konstrukce návrhu.

Označení v pevném pořadí:

počet úrovní sedadel – počet sedadel - celková délka (zaokrouhlená v metrech).

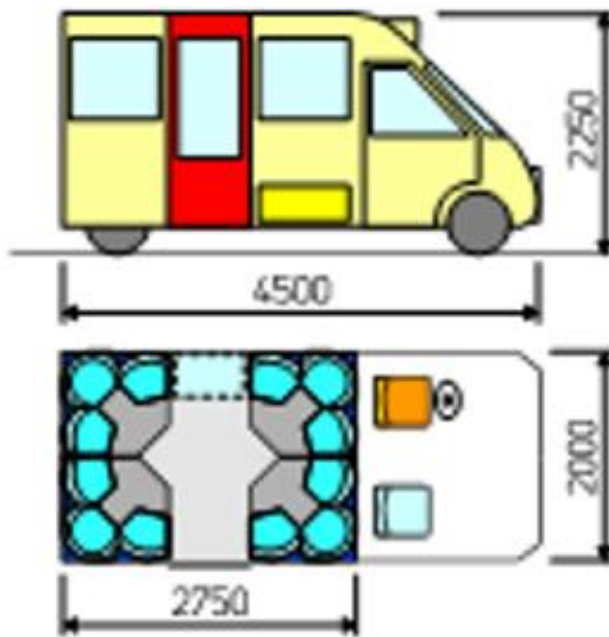
U vozidel nejsou uváděny parametry nesouvisející přímo s návrhem patřící k standardnímu vybavení. Jelikož vozidla fyzicky neexistují, mnohé parametry určují spíše stanovené meze a nebo jsou stanovena odborným odhadem.

1.11 Popis jednotlivých vozidel

Busy					
Označení	1-15-5	2-35-7	2-50-9	2-76-12	3-118-12
Délka (m)	4,5 (5,5)	7,0	9,4	12	12
Šířka (m)	2,0	2,55	2,55	2,55	2,55
Výška (m)	2,25	3,05	2,75	3,0	3,75
Počet sedadel	15 (19)	35	50	76	118
Celková obsaditelnost	20 (25)	57	60	100	120
Počet dveří	1	2	3	4	4
Rozvor náprav (m)	3,5 (4,5)	3,2	5,7	6,0	6,0
Průměr kola (m)	0,7	0,9	0,9	1,1	1,1
Hmotnost celková (t)	3,5	6,5	10,0	16,0	18,0
Hmotnost pohotovostní	2,0	3,0	5,5	8,5	9,0
Výkon (kW)	80	100	140	200	200
Rychlost (km/h)	100	100	100	100	70

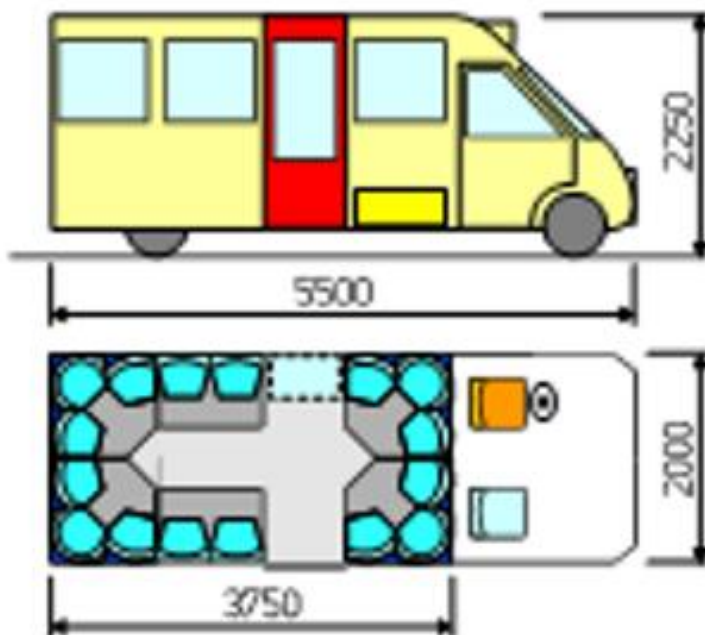
1.11.1 Minibus (ozn. 1-15-5)

Představuje nejmenší vozidlo z nabízené škály. Je sestaven z běžně vyráběné dodávky srovnatelné tonáže s předním náhonem použitím její přední části vč. pohonu a kabiny řidiče, zadní část je v duchu návrhu s použitím 4 trojsedadel. Je určen pro nejméně zatížení linky v okrajových částech měst, v extravilánu s řídkou zástavbou a nebo v době s nízkou frekvencí cestujících, např. mimo pracovní dny v ranních a večerních hodinách. Kromě 15 sedadel, z nichž 2 se nacházejí vedle řidiče, je schopen pojmout dalších 5 stojících cestujících, což je však považováno za pouhé nouzové řešení – viz předcházející zdůvodnění. Vedle tohoto vozidla je dále představen ještě jeden „podtyp“, který vznikl prodloužením vozidlové skříně o 1 m, čímž se zvýšila kapacita o 4 sedadla a 2 stojící. V praxi by asi o něj byl větší zájem, menší základní typ je uveden jako hlavní z důvodu větší předkládané celkové velikostní škály navržených vozidel.



Minibus - 4,5 m

14,5 + 1 míst k sezení, 1,2 m² k stání



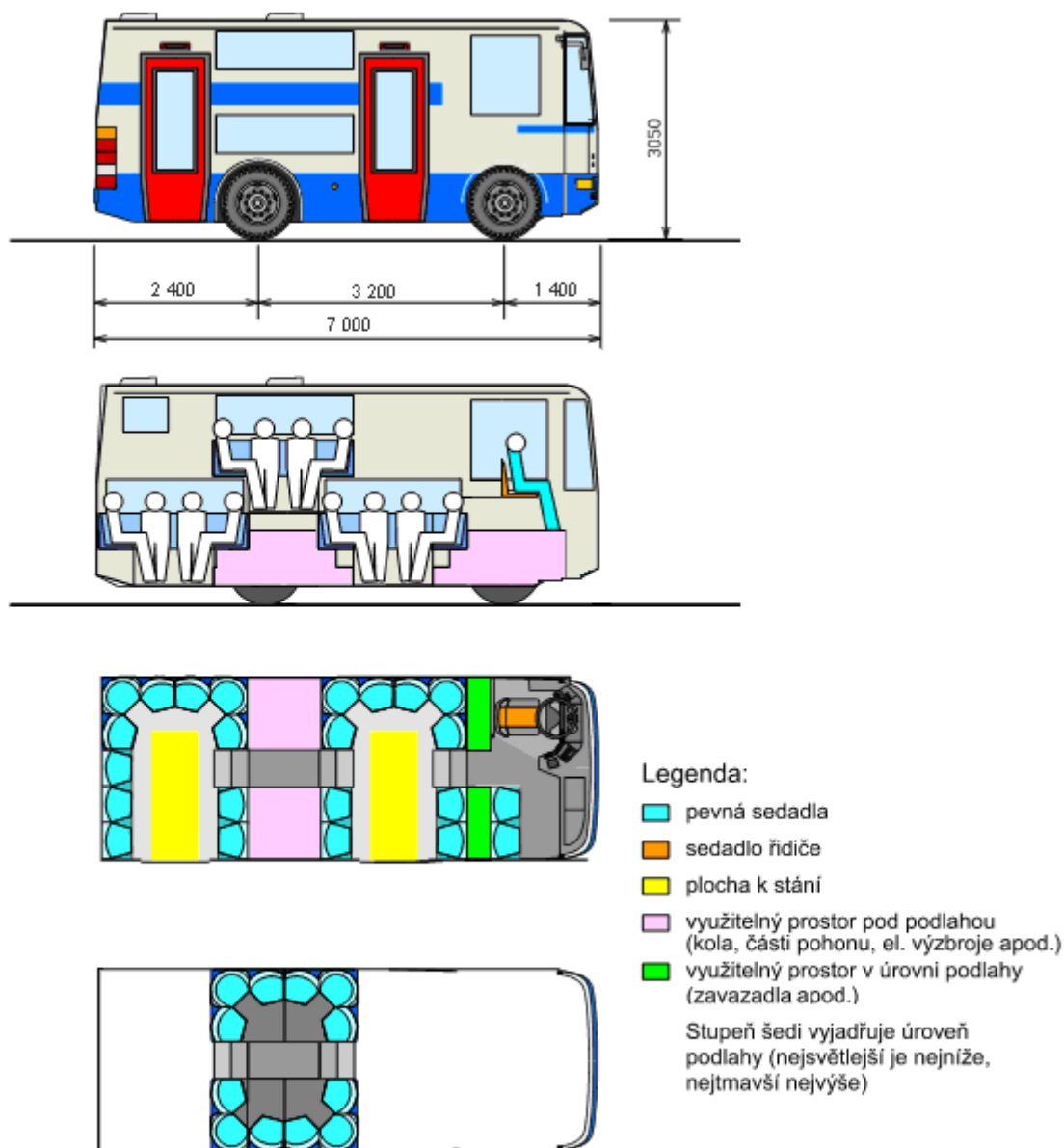
Minibus - 5,5 m

18,5 + 1 míst k sezení, 1,7 m² k stání

Obrázek 29: Minibus (ozn. 1-15-4,5)

1.11.2 Minibus (ozn. 2-35-7)

Druhý v řadě, zvolen byl s ohledem na středovou polohu mezi svými velikostními sousedy. Je to nejmenší navržené vozidlo s aplikací návrhu se sedadly ve dvou úrovních. Uspořádání je variabilní, existují i jiná řešení zvláště v přední části. Představená verze je však nejjednodušší, neboť také hodlá využít přední část vč. pohonu některé z vyráběných verzí dodávkových vozidel srovnatelné tonáže s pohonem zadní nápravy a motorem vpředu. Určení je pro méně zatížené linky obdobně jako u výše představeného návrhu. Vzhledem k 35 sedadlům, jimiž disponuje, je za určitých okolností vozidlo schopno nahradit i dnešní “velké“ autobusy s délkou 12 m.

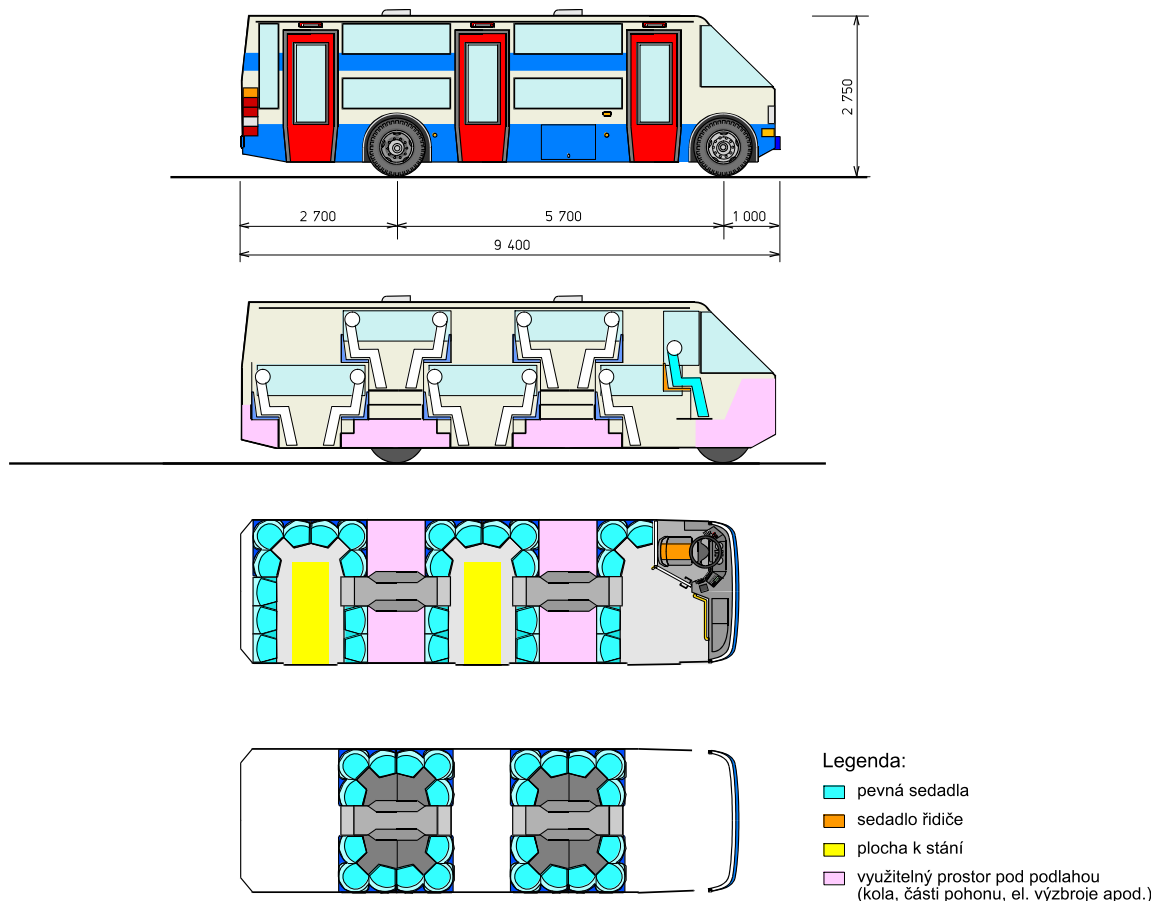


Autobus 7 m 35 sedadel, 12 míst k stání

Obrázek 30: Minibus (ozn. 2-35-7)

1.11.3 Minibus (ozn. 2-50-9)

Postaven na podobné bázi jako výše uvedené vozidlo, je však prodloužen o jednu sekci, takže již disponuje 50 sedadly. Tím je schopen plně nahradit při uvažované normální obsaditelnosti normou stanovené na 5 osob stojících na 1 m čtvereční dnešní velké autobusy s délkou 12 m, ovšem s výrazně nižšími provozními náklady. Pohon zadní nápravy zajišťuje motor umístěný vpředu. Nabízí se i jiná řešení této velikostní kategorie, ta jsou však stavěna bez použití běžně vyráběných celků a lze s nimi uvažovat až po zvládnutí úvodní fáze výroby v případě její úspěšnosti.



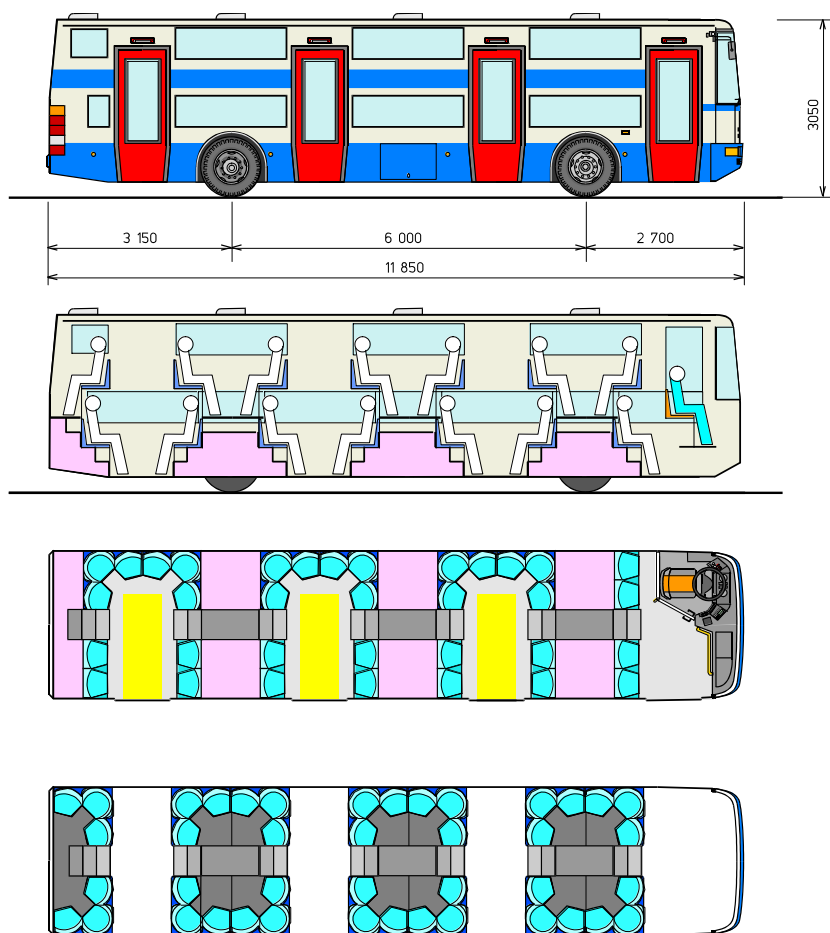
Autobus / trolejbus 9,4 m 50 sedadel, 2,2 m² k stání

Obrázek 31: Minibus 2-50-9,4

Stupeň šedi vyjadřuje úroveň podlahy (nejsvětlejší je nejnižší, nejtavší nejvýše)

1.11.4 Autobus (ozn. 2-76-12)

Vozidlo zvnějšku nejvíce podobné dnešním provozovaným autobusům, z nichž si dokonce ponechává čelní část vč. stanoviště řidiče a pohon zadní nápravy od motoru umístěného vzadu. Vozidlo má, stejně jako všechna ostatní, zachovanou podchůdnou výšku 2 m, která není nikde omezována, ani při usazování se na sedadlech 2. úrovně. Toto vozidlo je určeno pro profily tras s překážkami, např. s nevyhovujícími nízkými mosty, kde nelze použít vozidla s vyšší karoserií povolenou předpisy na hodnotě 4 m, kde by se dosahovalo samozřejmě vyšší efektivity provozu. V předložené verzi je schopno nahradit současné autobusy, ovšem bez výrazného snížení nákladů, pouze se zvýšeným komfortem. Za určitých okolností by však uvedené vozidlo mohlo vzniknout jako přestavba vozidel stávajících tak, že by se nově dodala jen vozidlová skříň a ponechaly by se nosné části rušených vozidel včetně pohonu, tzn. přední i zadní náprava s koly a brzdami, prvky pérování, motor, převodovka a vše splňující podmínky bezpečné použitelnosti. Takto vzniklé vozidlo by mohlo vykazovat cca 1/3 pořizovací ceny vozidla komplet nového při splnění základního požadavku – nízkopodlažnosti. Obdobným způsobem se postupovalo před nedávnem při opravách trolejbusů Škoda 14 Tr, kdy byl v rámci generální opravy dodán kompletní nový skelet vozidlové skříně, bohužel „zastaralého“ provedení s původní výškou podlahy. Přesto vznikla velice spolehlivá vozidla oblíbená nejen u cestujících, ale i u provozovatelů, i když celkové stáří přesáhlo mnohdy 20 let. Obdobná praxe by se dala uplatnit i u jiných typů vozidel, což by mohlo znamenat řešení třeba i jen přechodné v době stále ještě přetrvávající světové finanční krize.

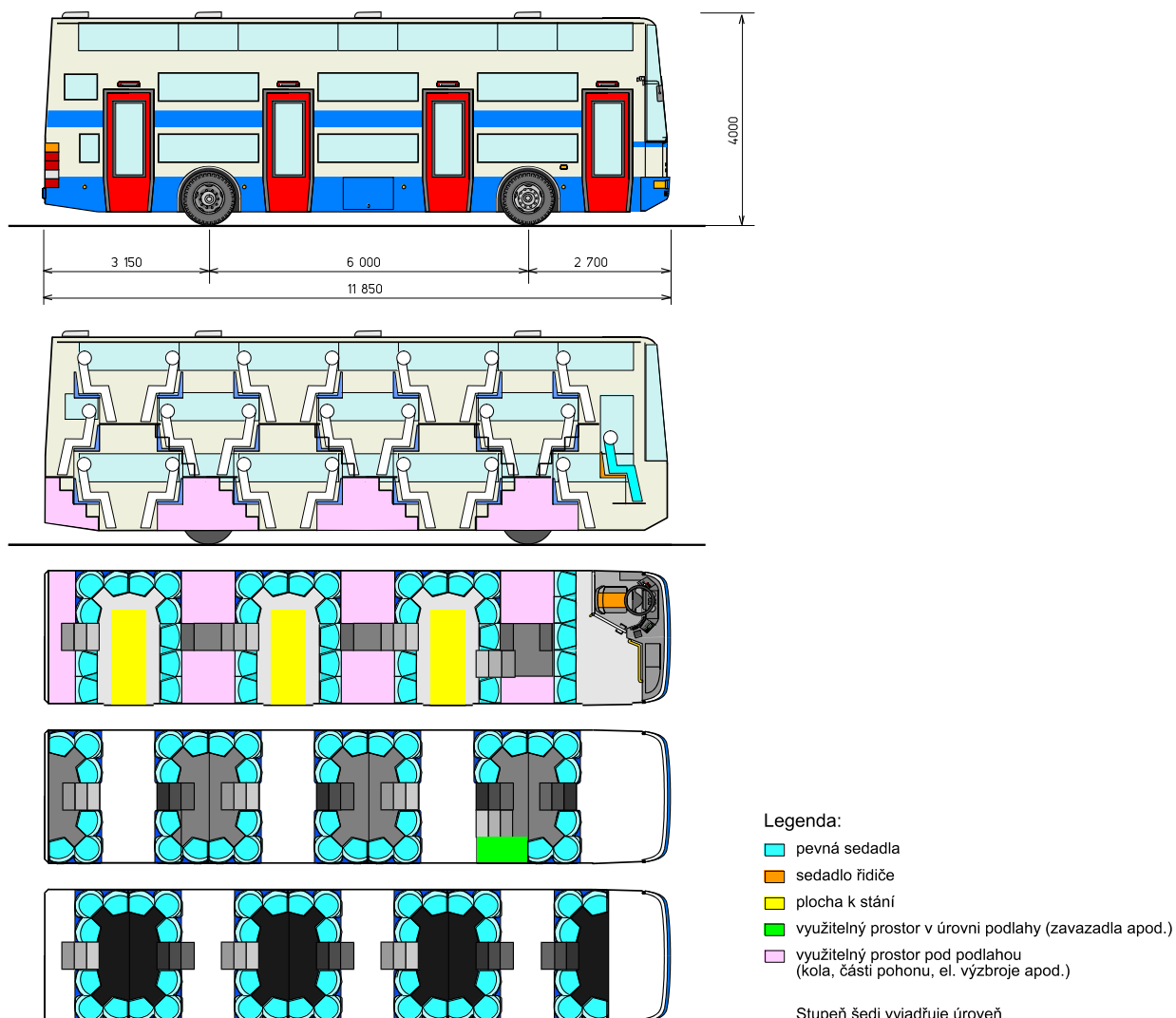


Autobus / trolejbus 12 m 76 sedadel, 24 míst k stání

Obrázek 32: Autobus (ozn. 2-76-12)

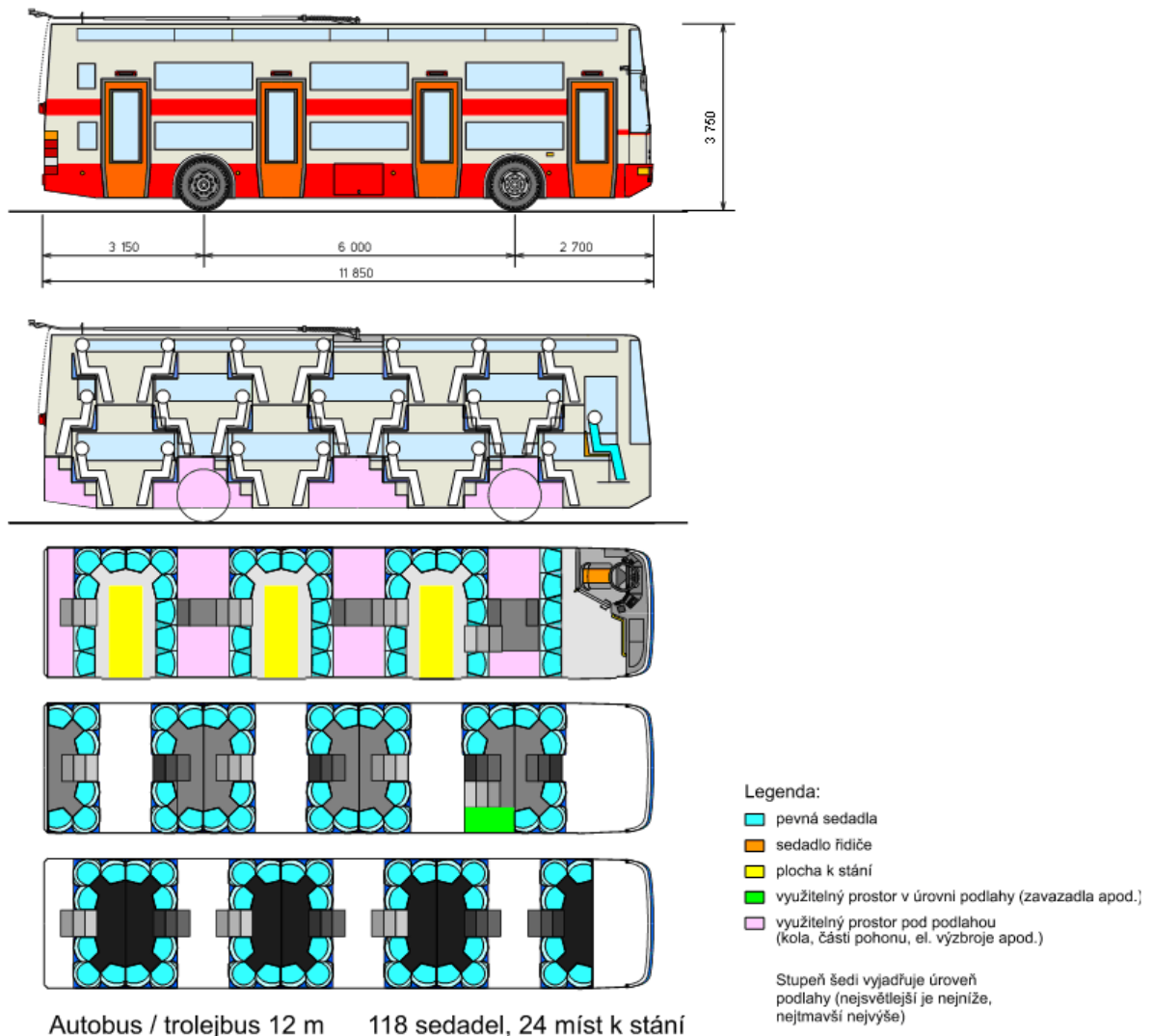
1.11.5 Autobus – trolejbus (ozn. 3-118-12)

je vývojovým pokračováním vozidla předcházejícího. V případě pohonu spalovacím motorem si ponechává uspořádání podvozku s pohonem zadní nápravy a upravené čelní kabiny. Karoserie je dále doplněna 3. úrovní sedadel, čímž vzniká nárok na výškové provedení min. 3,75 m při zachování nástupní hrany dveří na úrovni 0,25 m. Obecně lze pro stanovení výšky jakéhokoliv vozidla dle návrhu užít zjednodušeného přibližného výpočtu takto: **výška nástupní hrany + výška sedáku + násobek 1 m x počet úrovní sedadel**. Pokud by se využilo plně povolené výšky silničního vozidla 4 m, získá se více prostoru nad sedadly 3. úrovně, což by mohlo zapůsobit pozitivně zvýšením pocitu otevřenosti a uvolněnosti zde sedících. V případě užití této karoserie pro trolejbus se bude jednat též o pohon zadní nápravy, ale zde bude možnost volby, zda poloha motoru bude výhodnější vzadu, či mezi nápravami. V případě aplikace na podobné bázi stavěného trolejbusu kloubového, který zde není předveden, bude při poloze motoru mezi nápravami možnost umístění 2 elektromotorů, což je výhodné pro kopcovitý profil tratí. Výška karoserie 3,75 m pro trolejbus bude též limitní z důvodu umístění trolejových sběračů na střeše vozidla, i když díky uspořádání sedadel v horní úrovni vymezuje místo pro jejich základnu v poněkud do střechy zapuštěné poloze.



Autobus / trolejbus 12 m 118 sedadel, 24 míst k stání

Obrázek 33: Autobus (ozn. 3-118-12)



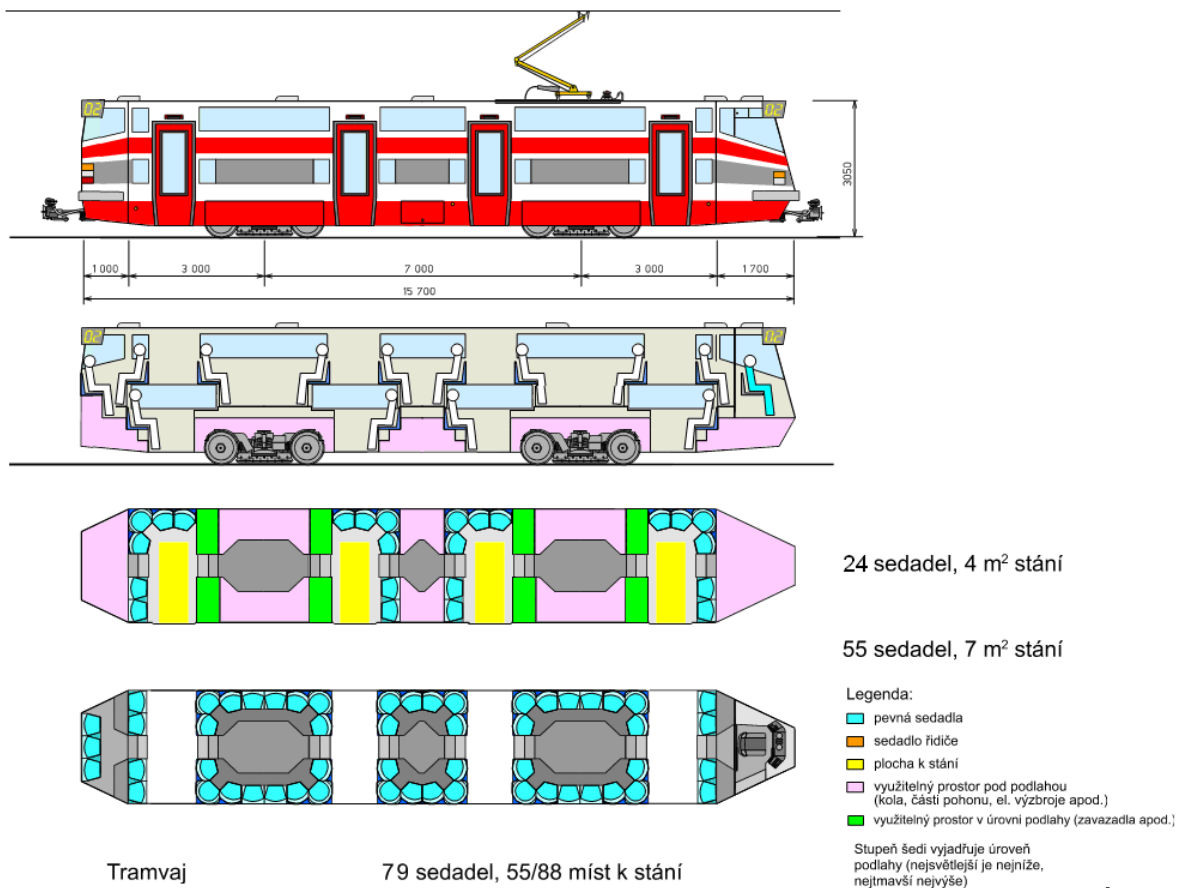
Obrázek 34: Trolejbus (ozn. 3-118-12)

Kolejová vozidla				
Druh vozidla	Tramvaj	Metro	Vůz s 2 nápravami	Vůz se 4 nápravami
Označení	2-79-15	3-172-19	4-162-15	4-176-26
Délka (m)	15,3	19	15	26,5
Šířka (m)	2,5 (2,65)	2,7	3,0	2,8
Výška (m)	3,0	3,65	4,68	4,68
Počet sedadel	76	172	162	176
Celková obsaditelnost	160	250	180	250
Počet náprav	4	4	2	4
Vzdálenost čepů/náprav (m)	7,0	15,0	9,0	19,0
Hmotnost celková (t)	32	50	36	72
Hmotnost pohotovostní	20	32	22	54
Rychlost (km/h)	70	90	100	160

1.11.6 Tramvaj (ozn. 2-79-15)

Tento návrh tramvaje představuje nejsnadněji a nejlevněji proveditelnou verzi tramvaje se 100 % nízkopodlažností, a to za použití stávajících podvozků tramvajů řady T, které mají americký původ s geniálními prvky konstrukce, příp. jejich pozdějších odvozenin, které po celou dobu provozu u nás již přes 60 let vykazují max. provozní spolehlivost a navíc jsou k dispozici při své nadčasovosti téměř s nekončící životností v použitelném stavu při rušení starších tramvajů, které mají věkem cca 40 let zchátralou vozidlovou skříň. Samozřejmě by byla možnost postavit tramvaj na bázi výrazně moderněji, ale násobně vyšší cena by asi neprokazovala přijatelnou ekonomiku provozu. Návrh také alternativně uvažuje s řešením progresivnějším na bázi článkového uspořádání se sedadly ve třech úrovních, jeho grafické znázornění má však zatím pouze informativní podobu.

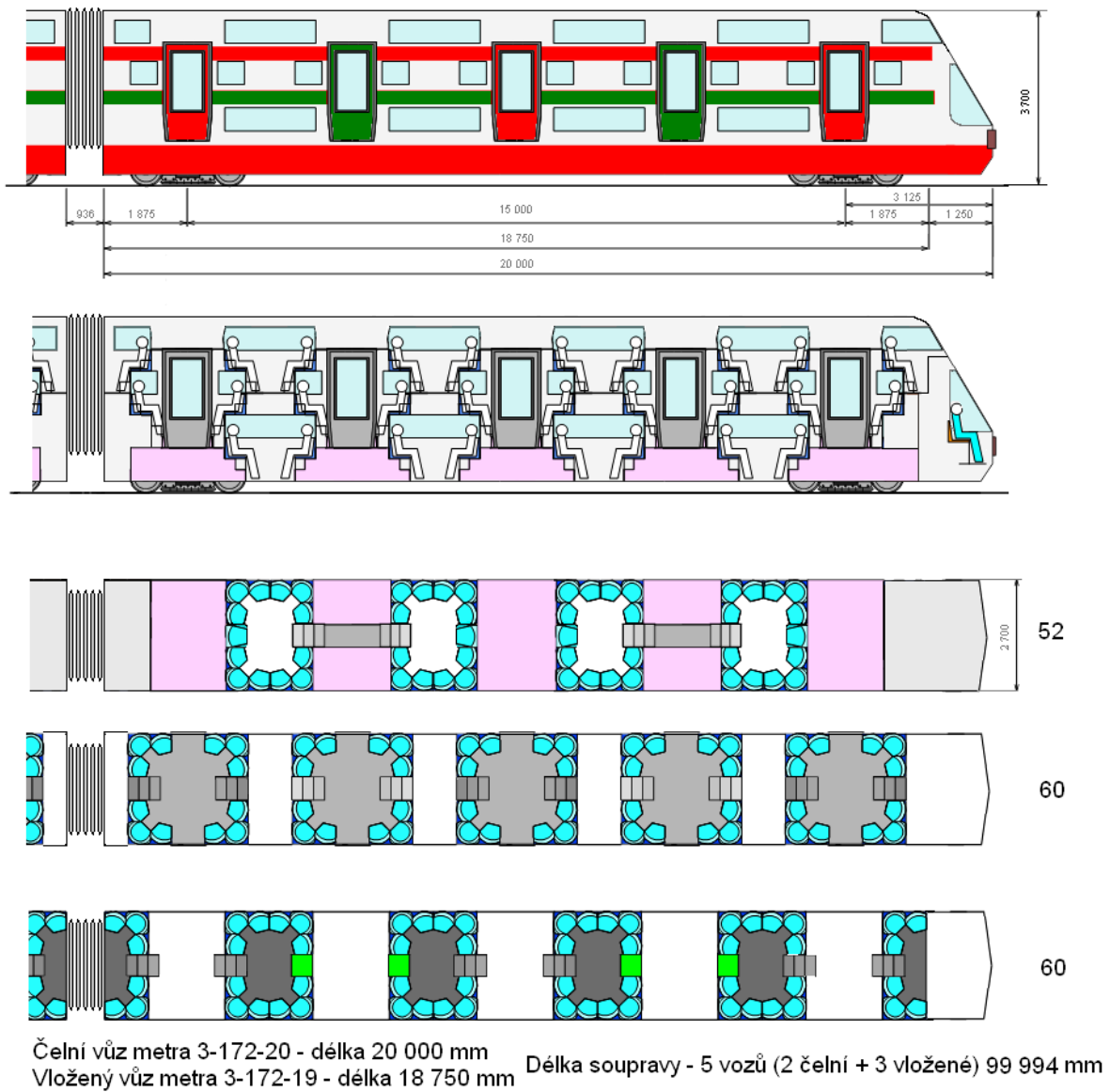
Představená tramvaj má délku cca 15,5 m, vzdálenost otočných čepů podvozků 7,0 m, vozidlová skříň má 4 dveře. Vozidlo je spojovatelné do dvojic, příp. i do trojic, takže může vzniknout souprava s délkou cca 45 m a kapacitou 230 sedadel a až celkových 450 osob. Zde však autoři vybízejí k doporučení urychleného přístupu k realizaci navrženého řešení, neboť v současné době probíhá generační obměna vozového parku tramvajů za horentních nákladů formou dodávek tramvajů Škoda 13T, 14T a 15T, jejichž užitná hodnota neodpovídá vynaloženým prostředkům (cena přes 60 mil Kč, tedy více než **stonásobná – ano, nejedná se o překlep** - proti jejich předchůdkyni T3) a do budoucna může znamenat i zánik či komplikace tramvajových systémů z důvodu neufinancovatelnosti, což je kontraproduktivní. Stavbou vozidel na bázi osvědčených prvků lze dosáhnout mnohdy i lepších výsledků za nesrovnatelně nižších nákladů.



Obrázek 35: Tramvaj 2-79-15

1.11.7 Vozidlo metra (ozn. 3-172-19)

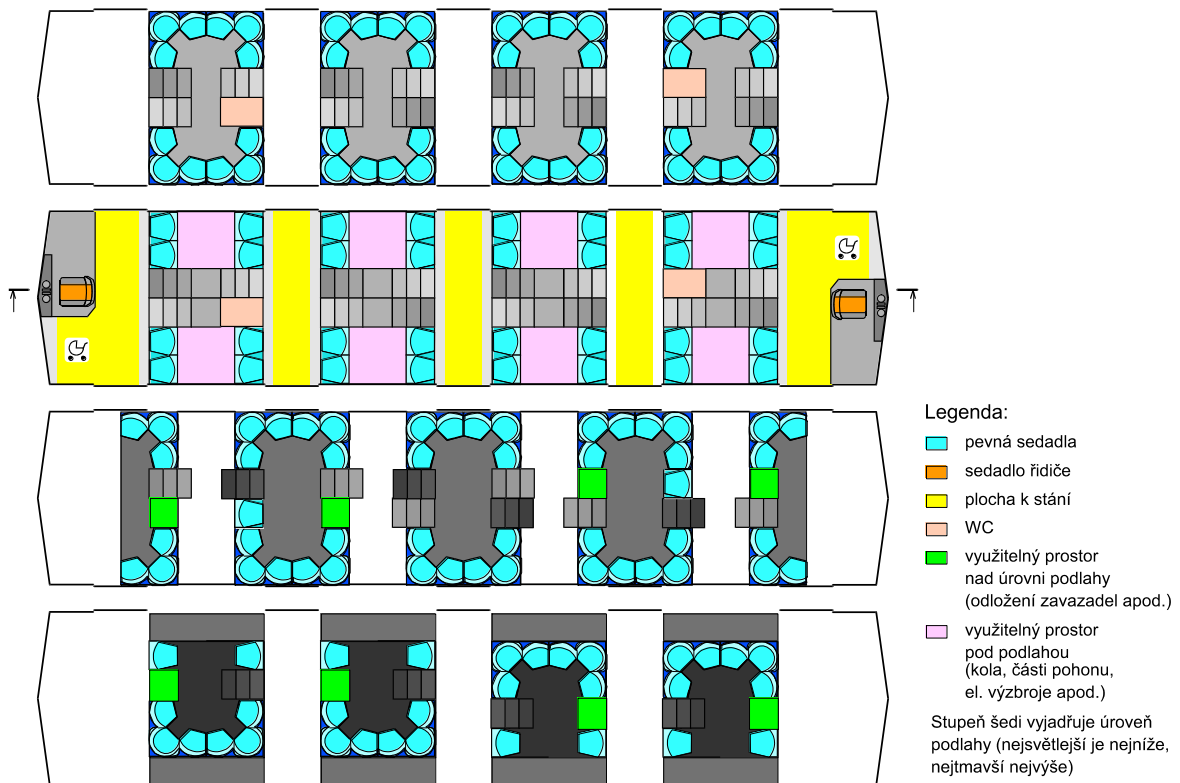
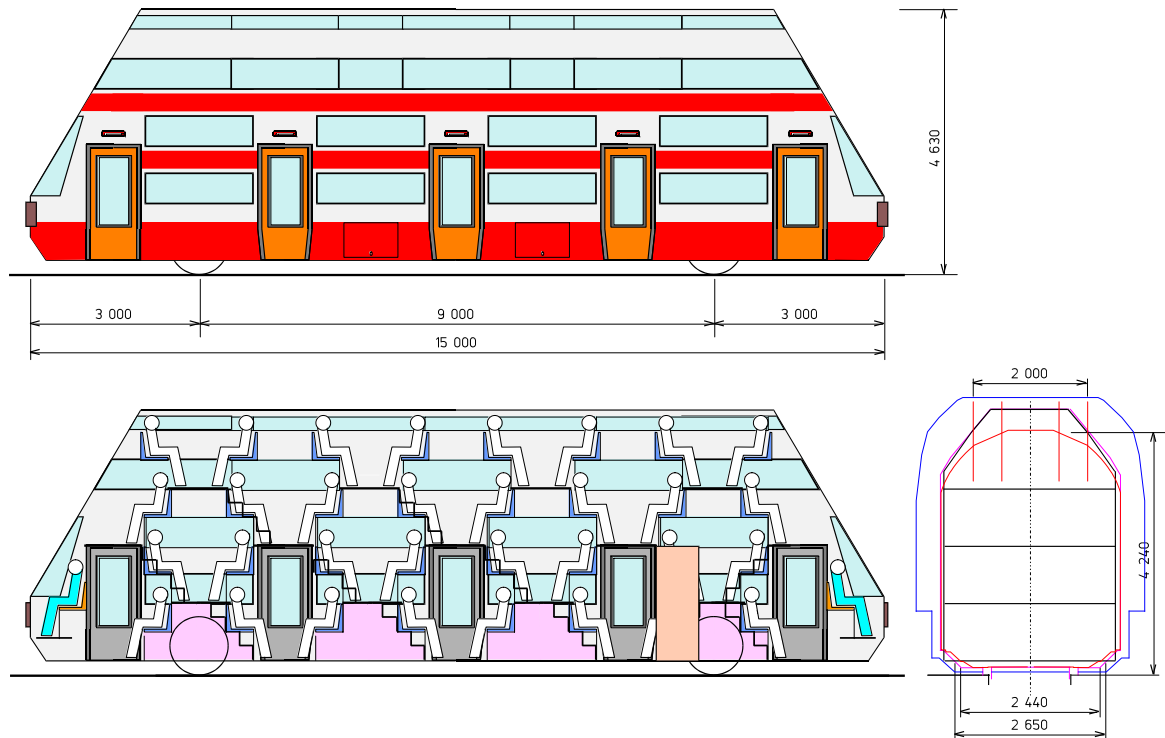
V případě metra byl použit zcela odlišný přístup ke konstrukci vozidlové skříně. Jsou také zachovány koncepčně stávající podvozky, dokonce lze obdobně jako u tramvají použít podvozky ze zrušených vozidel, neboť jejich životnost ve srovnání s životností vozidlové skříně je vyšší. Vstup do vozidla se děje celkem 5 dveřmi, které jsou rozmístěny, jak je to obvyklé, po obou stranách proti sobě. Vzhledem ke skutečnosti, že systémy metra jsou již vesměs zbudovány a mají nástupní výšku na přibližné úrovni 1 m, bylo zvoleno s ohledem na dispoziční možnosti návrhu nastupování v prostřední úrovni sedadel, a to tak, že dveřmi lichými, tedy 1. 3. a 5. je možno z nástupní plošiny za dveřmi postupovat dále vzhůru do 3. úrovně sedadel a dveřmi sudými, tedy 2. a 4. lze dále pokračovat dolů do 1. úrovně sedadel nacházejících se v prostoru mezi podvozky. Tím je docíleno možnosti zvýšení počtu sedadel na přibližný čtyřnásobek současného stavu a přitom zachovat průchodnost v prostoru dveří na stávající úrovni, naopak lze očekávat v tomto směru zlepšení, neboť větší část cestujících jistě využije možnosti posadit se a prostor za dveřmi zůstane volnější. Celková výška vozidla zůstává na hodnotě 3,65 m, tedy prakticky totožná se současným stavem. Existuje alternativní návrh s užitím jen dvou úrovní sedadel s poněkud nižším získaným efektem, i tak ovšem výrazným proti současnosti.



Obrázek 36: Vozidlo metra (ozn. 3-172-20)

1.11.8 Železniční motorový vůz dvounápravový (ozn. 4-162-15)

Jedná se o nejmenší vozidlo z představované řady pro užití v železniční osobní dopravě. Pro jednoduchost pochopení souvislostí a zvýraznění odlišností je uvažováno konstrukčně na bázi známého motorového vozu ř. 810, z něhož si ponechává nápravy a způsob pohonu. Ten je alternativně zvažován s přenosem elektrickým užitým u rekonstrukce týchž vozidel pro Slovenské železnice do podoby tamější řady 812. Vozidlo má celkem 2x5 dveří a sedadla umístěná celkem ve čtyřech úrovních. Celková kapacita předkládaného vozidla, které má požadované snížené nástupy, je 162 sedících a asi 20 stojících, takže lze jím nahradit současné soupravy motorových vozů nejen s jedním, ale i dvěma přípojnými vozy, jejichž nabídka kapacity je s návrhem srovnatelná. Vzhledem k tomu, že se jedná o vozidlo sólo, jsou tím automaticky řešeny otázky topení a personální zajištění obsluhy více vozů a jejich objíždění a nutné manipulace více pracovníků dopravce v koncových stanicích. Lze tak urychleně zastavit neefektivní rekonstrukce vozidel ř. 810 do podoby známé Regionovy (ř. 814), které se obecně nepovažují za příliš zdařilé a ve srovnání s návrhem i verze třídílná vykazuje nižší kapacitu při výrazně vyšších provozních nákladech díky nutným 2 motorovým vozům.



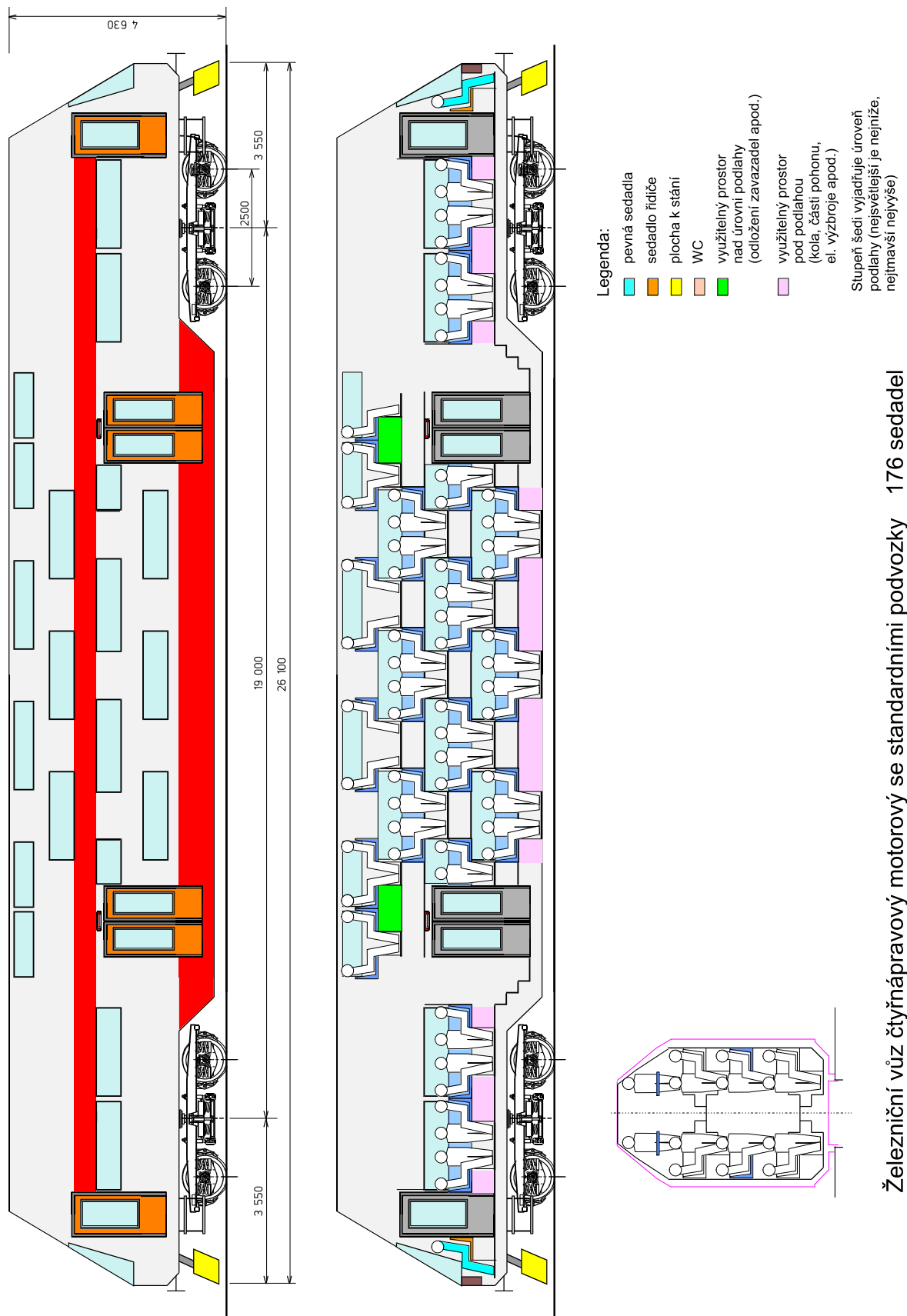
Železniční vůz dvounápravový 162 sedadel, 4,5 m² plocha k stání

Obrázek 37: Železniční motorový vůz 4-162-15

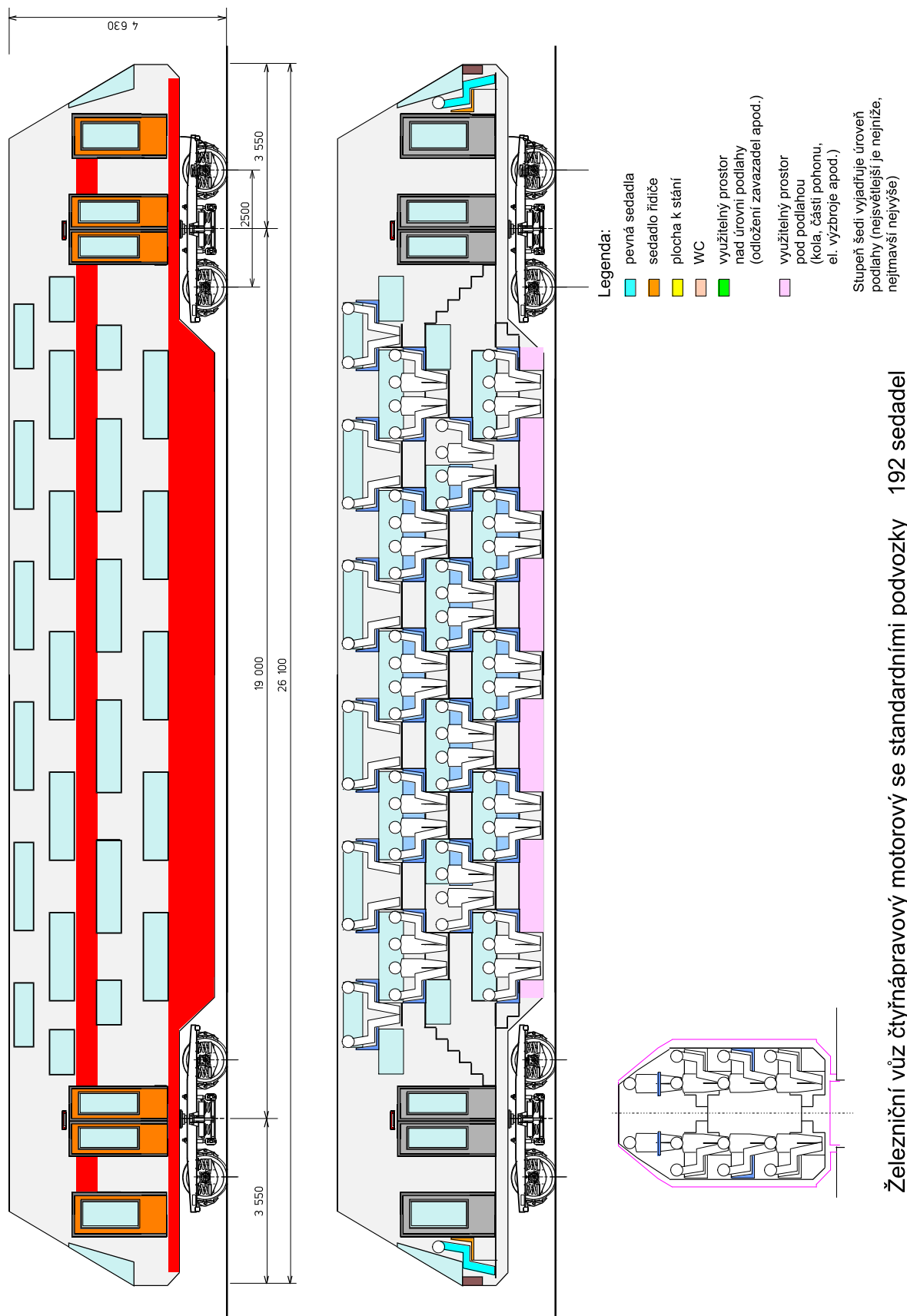
1.11.9 Železniční čtyřnápravový vůz čtyřúrovňový

Tento vůz představuje reprezentanta možného běžně použitelného železničního vozidla nasazeného v příměstské dopravě do doby jízdy cca 1 hod., tedy do vzdálenosti cca 50 km. Přesný rozsah tohoto omezení může být stanoven na základě postupně zjišťovaných poznatků. Předkládané vozidlo je v provedení motorového vozu, lze je však stejně tak provést jako běžný osobní vůz tažený lokomotivou. Úpravy by se potom jednaly odlišného provedení představek. Grafické znázornění má pouze poukázat na možnosti návrhu aplikovatelné na železnici, kde je povolená výška vozidla 4,68 m schopna zvládnout celkem 4 úrovně sedadel nad sebou, což má převratný vliv na celkovou kapacitu vozidla. Na rozdíl od výše uvedeného návrhu dvounápravového vozu, který má jednotlivé úrovně sedadel dostupné protisměrnými schody přímo od každých dveří, zde je zvoleno řešení se dvěma schodišti na koncích vozidla a se dvěma podélně průchozími uličkami, z nichž vedou odbočky do jednotlivých oddílů se 6 sedadly střídavě prostřednictvím 1 mezilehlého schodu vzhůru či dolů a navíc s posunem o délku $\frac{1}{2}$ modulu vůči uličce patra druhého tak, aby došlo k max. efektivnímu využití vnitřního objemu vozidla.

Kromě uvedené verze existuje i verze další, která má vstupní dveře až nad podvozky, což sice zvyšuje kapacitu o 16 sedadel, ale ztrácí možnost pohodlného nástupu u nás zavedené úrovně výšky nástupišť 550 mm. Tento návrh by byl vhodný u železničních správ, kde jsou běžné úrovně nástupišť shodné s úrovní podlah vozidla (např. Velká Británie, Ruská federace apod.).



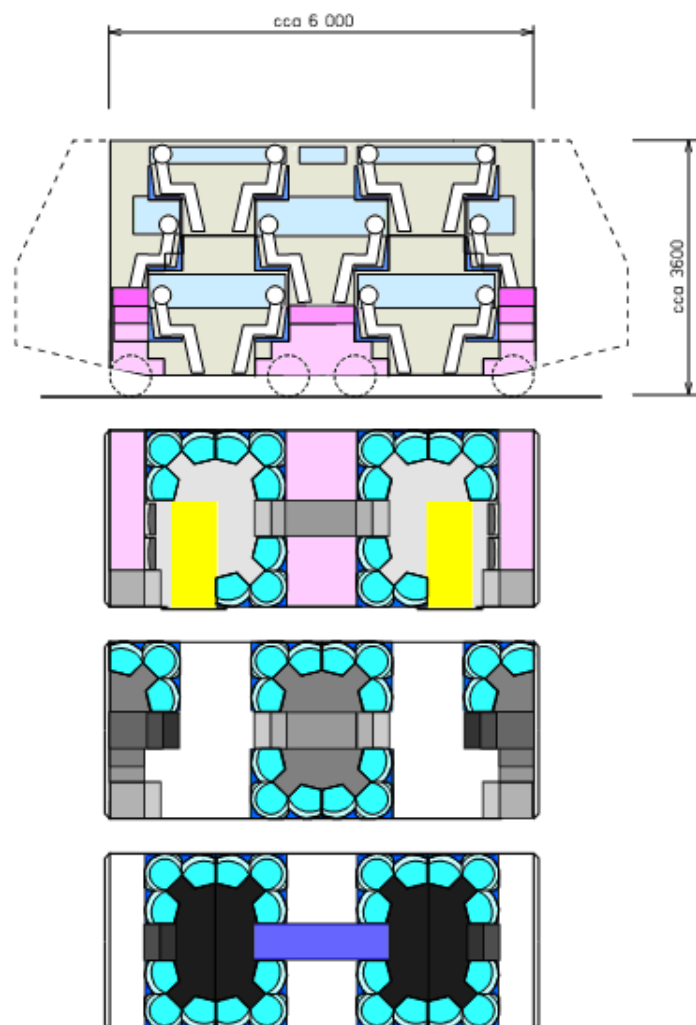
Obrázek 38: Železniční motorový vůz čtyřnápravový (ozn.4-176-26) – nízkopodlažní nástup



Obrázek 39: Železniční motorový vůz čtyřnápravový (ozn.4-196-26) – vysokopodlažní nástup

1.11.10 Modul

Mimo uvedené návrhy je pouze rámcově představen modul se třemi uvažovanými úrovněmi sedadel nad sebou, který pravděpodobně vykazuje nejvyšší efektivitu z předkládaných návrhů. V grafickém znázornění je uveden jako univerzální s vyznačením možného umístění náprav a případným dodáním čel vozidla - detailně viz kapitoly předcházející.



Legenda:

- pevná sedadla
- odkládací plocha
- plocha k stání
- využitelný prostor v úrovni podlahy (zavazadla ap)
- využitelný prostor pod podlahou (kola, části pohonu, el. výzbroje apod.)

Stupeň šedi vyjadřuje úroveň podlahy (nejsvětlejší je nejniže, nejtmaší nejvýše)

Univerzální tříúrovňový modul 3-60-6 60 pevných sedadel, 4 sklopné, 10 míst k stání

Obrázek 40: Univerzální třípodlažní modul (ozn. 3-60-6)



Tříčlánková tramvaj 3-180-28 složená ze 3 unifikovaných modulů (3-60-6) - délka 28.m
180 pevných sedadel, 30 míst ke stání, 12 sklopných sedaček

Obrázek 41: Tramvaj 3-180-24 složená z unifikovaných modulů

1.12 Realizace v nejbližší době

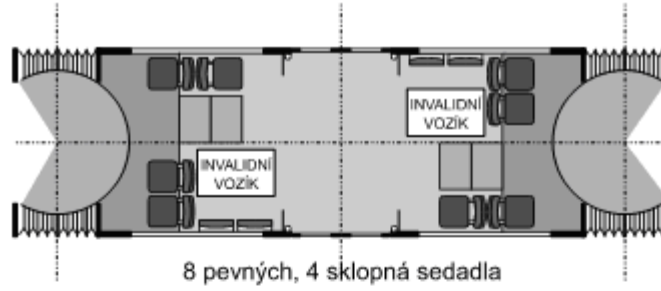
Pro odzkoušení základních funkcí uvedeného návrhu se jeví jako nejméně organizačně náročné zhotovení středního nízkopodlažního dílu pro stávající tramvaje vyráběné podnikem ČKD Tatra v Praze, a to buď záměnou za dosavadní střední díl u tramvajů typu KT8D5, a nebo dosazení spojovacího dílu mezi dosavadní sólo tramvaje typu T3 nebo T6, či vložení třetího dílu do stávající tramvaje dvoučlánkové typu K2. Podobné rekonstrukce se dnes provádějí, jde pouze o to, namísto vozidlové skříně konvenční, která se aplikuje dnes, vyrobit a dodat střední článek řešený v duchu předloženého návrhu. Není tím potřeba v této fázi řešit otázky pohonu ani rozmisťování různých agregátů a je možno se soustředit pouze na dispoziční záležitosti a provedení jejich detailů. Na přiloženém výkresu jsou znázorněny dvě tramvaje T6, mezi které namísto zúžených představek je známým způsobem dosazena vozidlová skříň středního článku, avšak v provedení tříúrovňovém, kde výška vozidlové skříně je shodná s výškou pantografu ve stažené poloze, tj. 3650 mm. Vzdálenost otočných čepů podvozků je ponechána na hodnotě užitě u vozidel typu KT8 – 7500 mm.

Tomu by však pro možnost získání základních zkušeností mohlo předcházet i vyzkoušení trojitého sedadla v některém ze současných typů vozidel, kde se jeví jako nejvhodnější dnešní běžná tramvaj KT8 či vlečný tramvajový vůz VV 60 LF provozovaný v Brně a Ostravě - (viz obr.).

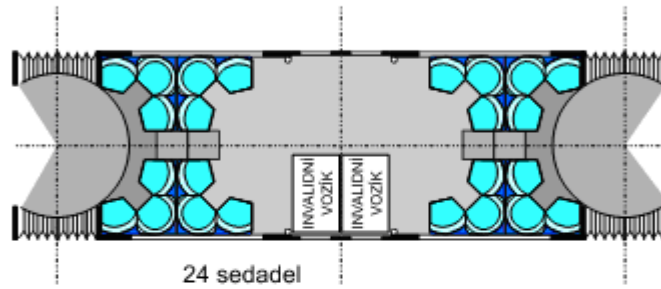


Obrázek 42: Modernizovaná tramvaj KT8D5RN s vloženým nízkopodlažním dílem

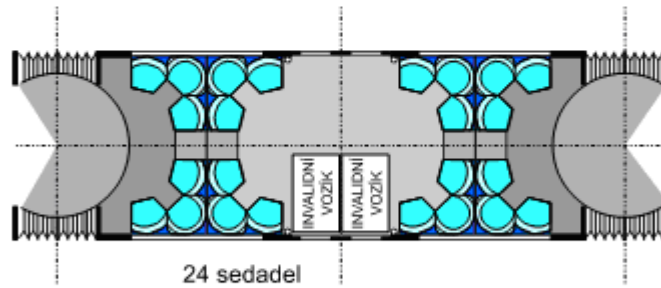
Střední článek KT8D5N - dnešní stav



Střední článek KT8D5N - varianta I.



Střední článek KT8D5N - varianta II.



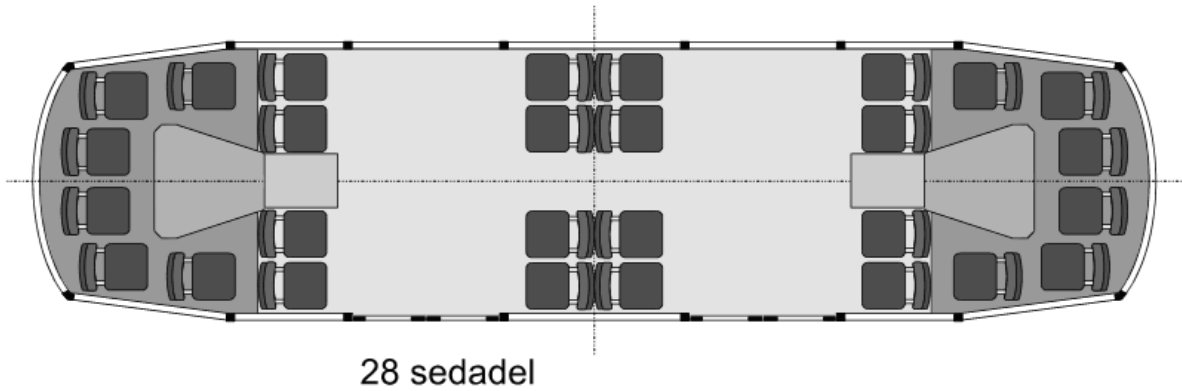
Střední článek KT8D5N - varianta III.



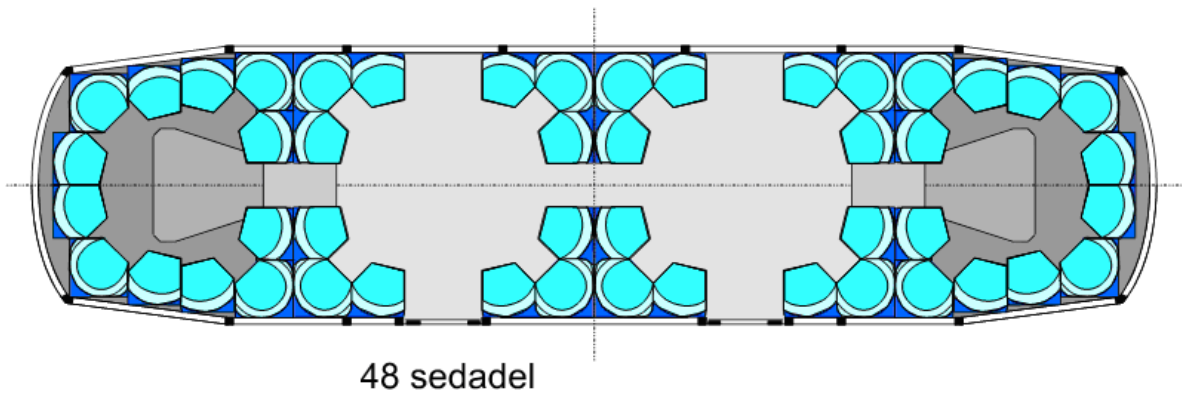
Obrázek 43: Možnosti úpravy současného nízkopodlažního dílu KT8D5RN



Obrázek 44: Vlečný vůz VV 60 LF DPO
Původní uspořádání

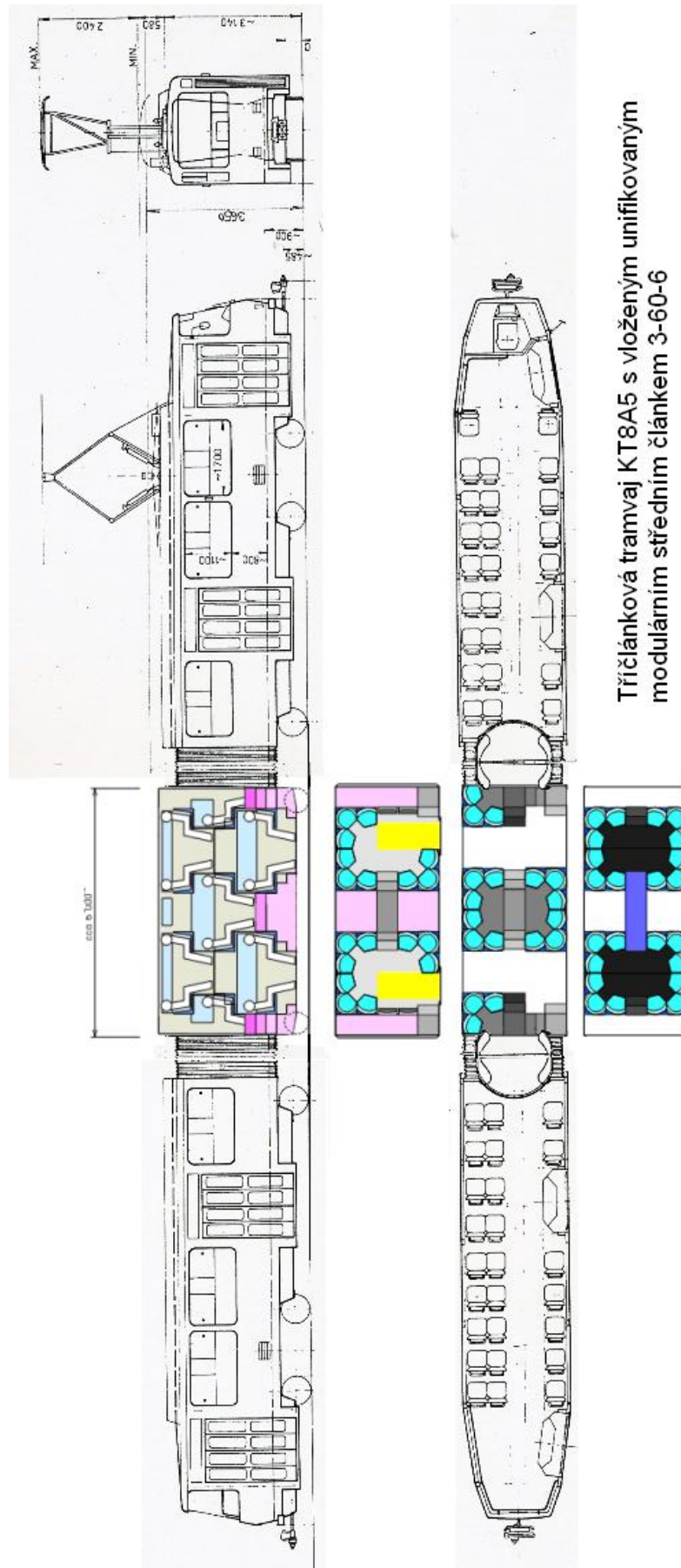


Návrh nového uspořádání



Měřítko 1 : 50

Obrázek 45: Úprava rozmístění sedadel ve vlečném voze VV 60 LF



Obrázek 46: Nově vniklá tramvaj KT8A5 pomocí dvou vozů T6 a modulu 3-60-6

1.13 Doporučení pro případné zavedení výroby.

Aby se dostavil maximální efekt plynoucí z návrhu řešení, bude vhodné se podržet zavedených postupů, při nichž se přichází s něčím objevným výrazně se odlišujícím od dosavadních zvyklostí.

Nejprve bude vhodné postavit stacionární maketu rohového trojitého sedadla v měřítku 1:1, na které se odzkouší provedení detailů ovlivňujících správnou funkci sezení. To bylo zatím odzkoušeno pouhou simulací za použití 3 sedadel z tramvaje T3, která se pro daný účel poměrně hodí, takže základní poznatky již jsou získány – viz přiložené fotografie. Poté bude vhodná stavba rozšířené makety o trojsedadlo umístěné v 2. úrovni nad trojsedadlem prvním, aby se odzkoušely dispoziční možnosti pohybu cestujících ve vozidle.

Jistou alternativou k uvedenému postupu týkajícího se ovšem pouze provedení sedadel v jedné úrovni by mohlo být v první fázi umístění sedadel simulujících návrh koutového sezení přímo do současného prostředku MHD, např. do vymezené části tramvaje typu T3, např. na zadní plošinu nebo ke středním dveřím. Jejich původní laminátová sedadla poskytují pro zmíněnou simulaci vyjíměčně vhodné dispozice.

Po získání dostatečných poznatků a zkušeností bude vhodné přejít ke stavbě skutečného vozidla. Jako nejvhodnější se jeví stavba středního článku pro rekonstruovanou tramvaj staršího typu, která dosud postrádá nízkopodlažní část. Tyto rekonstrukce se dnes provádějí v několika našich městech např. na typech tramvajů KT8, K2 nebo T3. Tím se těmto vozidlům zajišťuje zvýšená užitná hodnota s prodlouženou životností dalších min. 15 let. Pokud by se uskutečnila přestavba, resp. doplnění stávající stavby vozidel o střední článek dle návrhu, vyřeší se tím současně několik požadovaných zlepšení, a to:

- zajištění nízkopodlažnosti alespoň části vozidlové skříně pro pohodlnější nástup a výstup zvláště pohybově omezených cestujících
- umožnění bezbariérového vjezdu dětských kočárků a invalidních vozíků
- zrychlení obratu cestujících v zastávkách o cca 40 %
- zvýšení celkové kapacity vozidla
- navýšení celkového počtu sedadel zhruba na dvojnásobek.

Vzhledem k určité náročnosti tohoto projektu, i když je oproštěn o řešení pohonu jako takového, neboť ten je součástí již existujících rekonstruovaných vozidel v krajních člancích, bylo by vhodné souběžně pracovat i na vývoji také silničních vozidel dle předloženého návrhu. Zde se jeví jako nejjednodušší provedení malého minibusu s délkou cca 5 m a kapacitou 20 osob, kde také vzhledem k užité již hotové přední části vybraného vhodného vozidla z kategorie dodávek či minibusů včetně pohonu přední nápravy, bude možnost se soustředit na detailní provedení vozidlové skříně dle návrhu se 4 rohovými trojsedadly.

Jak bylo výše uvedeno, dochází dle návrhu k výraznému omezení počtu použitých součástí potřebných pro výrobu celé vozidlové skříně včetně jejího základního vybavení. Jelikož jsou jednotlivé díly navrženy jako součást rozsáhlé unifikační řady postihující komplexní škálu vozidel užívaných ve veřejné dopravě ve městech a jejich okolí, lze považovat za nejefektivnější výrobu jednotlivých částí velkosériově a ty dodávat jednotlivým výrobcům, kteří by o ně měli zájem. Vzhledem ke skutečně převratnému zvýšení sériovosti výroby dosahující až do úrovně desetitisíců a zčásti i statisíců ročně vyrobených kusů jednotlivých součástí, dostaví se logicky jednoznačně výrazné snížení výrobních nákladů, které by mohlo znamenat revoluci v cenové nabídce nově dodávaných vozidel. Detailní propočty samozřejmě chybějí, odborný odhad hovoří možná až o násobcích jednotek snížení ceny

vozidlové skříně. Zde se nabízí jistá analogie s efektivitou velkosériové výroby osobních automobilů.

Tímto postupem se podaří zachovat výrobu ve stávajících zařízeních dosavadních výrobců, což zabrání případnému konkurenčnímu chaosu v situaci na trhu vozidel pro veřejnou dopravu. Po státu nebude vyžadována žádná regulace, takže vše bude moci proběhnout klidně a bez nebezpečí jakéhokoliv stranění některým výrobcům, jak je bohužel z četných současných příkladů známo.

Pokud je v městské a příměstské veřejné dopravě našeho státu v současné době provozováno cca 4000 železničních vagónů, 600 vozidel metra, 2500 tramvají a 1000 trolejbusů - obojích „jednotkově přepočtených“ - a asi 15 000 autobusů různých druhů a velikostí s životností v rozsahu přibližně 15 až 40 let, znamená to pro pravidelnou obnovu vozidel zajišťovanou nově hypoteticky pouze moduly dle návrhu v řádu asi 5000 vyrobených kusů těchto šestimetrových modulů jakožto základního stavebnicového prvku ročně. Je to sice číslo teoretické a má posloužit pouze pro hrubou orientaci, na druhé straně se váže pouze k přepravním potřebám našeho státu bez zohlednění exportních možností. Pokud by došlo k uplatnění se i na zahraničních trzích, dostáváme se do úplně jiných dimenzí, zvláště při uplatnění na trzích 3. světa, kde dále přistupuje možnost daňových a celních úlev pro zařízení určená pro konečnou montáž u příjemce.

1.14 Ekonomický dopad návrhu

Z dosavadně uvedeného vyplývá, že finanční efekt z předloženého návrhu spadá do několika oblastí. V konečné fázi by měl mít dopad na snížení ceny jízdného, tedy na výdaje cestujícího, případně na míru státních dotací pro zajištění dopravní obslužnosti v civilizovaném světě garantované zákonem.

Uvědomělý a objektivně informovaný cestující by se měl právě podle jemu nabízené ceny jízdného zachovat jednak tržně a porovnat tuto cenu s jinými přepravními možnostmi a jednak morálně s uvědoměním si míry poškození životního prostředí spojené s jeho rozhodnutím. V případě měst k tomu ještě přistupuje urbanistická zátěž plynoucí z realizovaných opatření tomu předcházejících.

Cena jízdenky by měla být co nejnižší při zachování předem stanovené míry komfortu. Cenu jízdenky ovlivňují nejvíce náklady na provoz, z nichž jedny z nejpodstatnějších jsou náklady na energii a dále náklady na pořízení vozidla a z nich se odvíjející odpisy. Náklady personální se v návrhu neprojevují tolik výrazně, neboť u vozidel MHD nedochází k výrazné změně maximální kapacity navržených vozidel ve srovnání se stávajícími, takže produktivita práce řidiče se v návrhu výrazně nemění, snad jen v případech, kdy již dnešní nabízená kapacita nepostačuje a musí být navýšena dalším vozidlem, které pochopitelně způsobí také navýšení nákladů personálních. Garantovaná dopravní obslužnost v příměstské dopravě má poněkud jiné požadavky úzce související s počtem nabízených spojů a ty kladou neměnný nárok na personální zajištění.

U odpisů vozidel a spotřebované energie je však situace porovnání současnosti a návrhu výrazně odlišná. Pomineme-li skutečnost, že v návrhu cestující vesměs sedí, tedy jsou přepravováni na vyšším kvalitativním stupni, musíme si všimnout hledisek dalších, která se definují obtížně a spadají spíše do oblasti zdravotní a sociologické. A právě tam se jeví jízda vstoje jako výrazné negativum - možný úraz, příhodné podmínky pro krádeže, hygiena, přenos nemocí, obtěžování úmyslné i nechtěné, přímý tělesný kontakt atd., - tedy vše, co je spojeno právě s cestováním vstoje daleko vyšší měrou. Pro podvědomý rozhodovací proces cestujícího při volbě dopravního prostředku však mající podstatný vliv, i když se o něm málokdo příliš otevřeně zmiňuje.

Vzhledem k zvýšení kapacity vozidla a jejímu rozvrstvení do více úrovní dochází dále k výrazně pozitivnímu jevu, a to k uvolnění prostor ve vozidlech v blízkosti dveří, což má

za následek zrychlení obratu cestujících na zastávkách. Z velké části se odstraňuje nešvar, kdy část cestujících je nucena nedobrovolně vozidlo v zastávce opustit společně s jinými vystupujícími a poté opět s nově nastupujícími se do vozidla vrátit. To značně zdržuje právě v dopravních špičkách, kdy nejvíce působí i další vnější negativní vlivy na dosahovanou cestovní rychlost. To má pak za následek nedodržování jízdních dob, nutnost jejich regulace a realizaci dalších opatření pro dopravu jako celek a tím ji ještě více prodražovat (např. další stavební úpravy).

Z návrhu jasně vyplývá, že dnešní vozidlo pro max. 80 osob s 30 sedadly, což je např.: zcela běžný autobus vnější délky 12 m a hmotnosti cca 11 tun s výkonem motoru cca 200 kW mající průměrnou spotřebu v režimu MHD cca 40 l/100 km může být plnohodnotně nahrazeno vozidlem dle návrhu s délkou jen 7,5 m se 64 sedadly a 16 místy k stání, hmotností cca 6 tun a výkonem motoru přibližně polovičním - 120 kW a z toho se odvíjející spotřebou na předpokládané úrovni cca 25 l/100 km. Vyplývá to ze skutečnosti, že vozidlo je přibližně polovičních rozměrů i hmotnosti a má výrazně lepší poměr hmotnosti užitečné k hmotnosti celkové. Tato změna poměru hmotností představuje vyšší užitnou hodnotu, neboť odvede stejnou přepravní práci s menšími náklady.

Pro komplexní pochopení souvislostí budiž připomenuta ještě další výrazná okolnost, že celosvětově bývají vozidla MHD v průměru využívána na úrovni cca 25 % nabízené kapacity - posuzováno v průběhu celého dne, resp. týdne a to pro oba směry jízdy ve vztahu k maximální konstrukční obsaditelnosti vozidla. To v případě výše uvedeného autobusu znamená cca 20 osob, tedy převedeno na hmotnost - asi 1,5 tuny zátěže. Je to známá skutečnost podložená mnohokrát provedenými dopravními průzkumy renomovaných institucí u nás i ve světě – tvrzení prověřeno např. i interními materiály společnosti ROPID. Je logické, že s touto hodnotou se pochopitelně ekonomicky lépe vypořádá vozidlo z nižší tonážní kategorie, kterou představuje právě návrh. Obdobně lze porovnat i ostatní navržené druhy dopravních prostředků, výsledky budou podobné, kdy např. železniční souprava motorového vozu s přípojným bude moci být nahrazena motorovým vozem sólo dle návrhu, bus kloubový bude nahraditelný busem sólo, jiný bus sólo, byť i menších rozměrů, např. 8,5 m délky, bude na méně frekventovaných linkách nahraditelný minibusem délky 5 m dokonce s více nabízenými místy k sezení a přitom s polovičními provozními náklady atd. **V tomto ohledu tkví podstata finanční úspěšnosti předkládaného návrhu.**

V celostátním měřítku při hypotetickém zavedení návrhu konečného stavu v plném rozsahu může znamenat snížení nákladů na osobní dopravu zajišťovanou výše uvedeným výčtem vozidel o finanční částku ve výši až několika miliard korun ročně za současného zvýšení kvality a komfortu přepravy. V případě rozšíření návrhu i mimo rámec naší republiky se dostáváme do obtížně definovatelných pochopitelných dimenzí. K tomu ještě přistupuje možnost aplikace uvedeného návrhu v oblasti dopravy lodní a po určitých úpravách možná i letecké, ale to už se vymyká rozsahu zaměření návrhu, jen se takto připomínají další možnosti a jejich případná posouzení.

Závěr - shrnutí přínosů navrhovaného řešení

V téměř 180 let trvající historii veřejné dopravy není znám případ, že by nějakým proveditelným konstrukčním návrhem byla nabídnuta skokově tak převratná změna dotyčných vozidel, která by představovala takový soubor pozitivních provozních dopadů navíc s tak výrazně výhodným finančním vyjádřením.

Hledisko cestujících – uživatelské

Z hlediska uživatelského, tzn. z pohledu cestujících, se jedná o následující zlepšení:

1. snížení cen jízdného či vnějších dotací vlivem snížení provozních nákladů
2. zvýšení komfortu prezentovaného větším počtem sedadel navíc s opěrkami
3. omezení nutnosti stání ve vozidlech a tím zvýšení i bezpečnosti proti pádu
4. sjednocení prvků interiéru všech druhů vozidel mající za následek zlepšení orientace ve vozidle a získání jednotných návyků
5. vymezení prostoru pro zavazadla i u vozidel MHD
6. zlepšení pohybu ve vozidle odstraněním kumulace cestujících u dveří při návalech v dopravních špičkách
7. bezpodmínečné vyhovění požadavku nízkopodlažnosti u všech dveří
8. zvýšení bezpečnosti uvnitř vozidla díky odolnosti karoserie při haváriích v důsledku účasti prvků interieru na jejím pevnostním namáhání.

Hledisko výroby a údržby – výrobní a provozovatelské

Z hlediska výrobního a údržby se jedná o následující zlepšení:

1. unifikace komponentů vozidlové skříně všech druhů vozidel v maximální možné míře (sedadla, okna, dveře, opěradla, schody, madla apod.) způsobující výrazné zlevnění výroby a údržby
2. účast prvků interiéru na pevnostním namáhání vozidlové skříně způsobující vyztužení a přitom odlehčení konstrukce vzájemnou integrací funkcí jednotlivých součástí (sedadla, opěradla, schody, madla, apod.)
3. možné zvýšení celkové kapacity vozidel s uspořádáním sedadel ve více úrovních nad sebou při zachování stávajících norem
4. využití sedadel i opěradel jako integrovaných prvků tepelné a zvukové izolace
5. zvýšení životnosti konstrukce pojaté jako prostorový oboustranně permanentně přístupný nosník bez jakýchkoli dutin
6. umístění komponentů pohonu a ovládání do relativně čistých a přístupných schrán v prostoru mezi sedadly, opěradly a pod střechou
7. sjednocení součástkové základny v maximálním možném rozsahu – přínos pro skladování a distribuci náhradních dílů.

Použité zdroje

- 1 Prostorová studie „Trojsedadlo“ – přihlášený a uznaný užitiný vzor
- 2 Grafická znázornění Ing. Ivo Mahel
- 3 Grafická znázornění Ing. Roman Šiler
- 4 Archív – Zdeněk Nesiba
- 5 Archív – Petr Šohajek
- 6 Jirkovský, D. Vojenské zdravotnické listy č.5/2003 [online]. Praha: Tělesná výška a hmotnost mladých mužů ve věku 18 až 25 let v druhé polovině 20. století. [Cit.15.2.2011]. Dostupné z URL:
http://www.pmfhk.cz/VZL/VZL5_2003/Vz15_5.pdf
- 7 ČSN EN 12663-1 280320: Železniční aplikace - Pevnostní požadavky na konstrukce skříní kolejových vozidel - Část 1: Lokomotivy a vozidla osobní dopravy (a alternativní metoda pro nákladní vozy).
- 8 ČSN 280337:1994/Oprava1 01.01.2011: Obrisy pro tramvajová vozidla.
- 9 ČSN 280338: Obrisy pro kolejová vozidla metra.
- 10 ČSN 280312: Obrisy pro kolejová vozidla s rozchodem 1435 a 1520 mm. Technické předpisy.
- 11 ČSN 300026: Základní automobilové názvosloví. Rozměry vozidel. Definice základních pojmů.
- 12 Kuchař, F. Městský přepravní řád. 2. doplněné vydání. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1973
- 13 Ministerstvo dopravy České socialistické republiky. Pravidla technického provozu městských drah. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1970
- 14 Výzkumné zprávy ústavu silniční a městské dopravy
- 15 Fotografie motorového vozu řady 670 DB [online]. [5.3.2011]. Dostupné z URL:
<http://www.railfaneurope.net/pix/de/diesel/dmu/670/dbag670.jpg>
- 16 Fotografie tříčlánkových autobusů v Hamburku [online]. [6.2.2011]. Dostupné z URL: http://public-transport.net/bus/Hamburg/10_15.htm. http://public-transport.net/bus/Hamburg/10_4.htm
- 17 Fotografie dvoupatrových autobusů v Liverpoolu [online]. [6.2.2011]. Dostupné z URL: <http://www.flickr.com/photos/firstpmt/4575919782/>.
<http://www.flickr.com/photos/nicholaslawley/2841883787/>
- 18 Fotografie trolejbusů v Luzernu [online]. [6.2.2011]. Dostupné z URL:
<http://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=4082>
- 19 Fotografie vleku trolejbusu v Lausanne [online]. [6.2.2011]. Dostupné z URL:
<http://www.busportal.cz/modules.php?name=print&sid=4151>
- 20 Fotografie patrových vlakových souprav SBB RABe 514 [online]. [6.2.2011]. Dostupné z URL: <http://www.k-report.net/foto/i007939.jpg>.
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8f/RABe_514_bei_Felben-Wellhausen.jpg
- 21 Fotografie patrové vlakové soupravy ČD 471 [online]. [6.2.2011]. Dostupné z URL: <http://www.zelpage.cz/fotogalerie/big/471016.jpg>
- 22 Fotografie nízkopodražní vlakové soupravy ČD 451 [online]. [6.2.2011]. Dostupné z URL: <http://www.zelpage.cz/fotogalerie/big/451054.jpg>
- 23 Náskres soupravy provozované na trati Liverpool - Manchester [online]. [6.2.2011]. Dostupné z URL:
http://farm4.static.flickr.com/3099/3115747340_4ab3146768_o.jpg

- 24 Šubrt, M. Proč některé tramvaje (a zvláště jednu z nich) nemáme rádi. [online]. [6.3.2011]. Dostupné z URL: <http://subrt.blog.idnes.cz/c/154515/Proc-nektere-tramvaje-a-zvlaste-jednu-z-nich-nemame-radi.html>
- 25 I dnes.cz: Zpravodajský server [online]. [18.2.2010]. Dostupné z URL http://zpravy.idnes.cz/praha-ma-ctvrtou-nejlepsi-mhd-v-evrope-v-testu-ji-pomohlo-levne-jizdne-1e4-/domaci.asp?c=A100218_113342_praha_nos

Seznam obrázků

Obrázek 1: Kategorie míst k stání podle nabízeného komfortu v nejrozšířenějších tramvajových soupravách	2
Obrázek 2: Proměny komfortu při stání v závislosti na rozmístění sedadel.....	3
Obrázek 3: Proměny komfortu při stání v závislosti na rozmístění sedadel 2.....	4
Obrázek 4: Souprava provozovaná na trati Liverpool – Manchester od roku 1829	6
Obrázek 5: Nízkopodlažní jednotka Českých drah řady 451 – výrobce Tatra Vagónka Studénka	6
Obrázek 6: Trolejbus v Luzernu, Švýcarsko	9
Obrázek 7: Souprava trolejbusu (trolejbus + vlek) v Luzernu, Švýcarsko.....	9
Obrázek 8: Vlek trolejbusu – Luzern, Švýcarsko	10
Obrázek 9: Vlek trolejbusu – Lausanne, Švýcarsko	10
Obrázek 10: Dvoupatrový autobus – dopravce Arriva, Liverpool.....	11
Obrázek 11: Dvoupatrový autobus Volvo – dopravce Arriva, Liverpool.....	11
Obrázek 12: Tříčlankový metro-bus v Hamburku – výrobce Van Hool – boční pohled	12
Obrázek 13: Tříčlankový metro-bus v Hamburku – výrobce Van Hool.....	12
Obrázek 14: Patrová jednotka RABe 514 SBB (čelní vozy) – výrobce Siemens KV Praha-Zličín.....	13
Obrázek 15: Patrová jednotka RABe 514 SBB (celá jednotka) – výrobce Siemens KV Praha-Zličín	13
Obrázek 16: Patrová jednotka Českých drah řady 471 – výrobce Škoda Vagónka – Ostrava-Vítkovice.....	14
Obrázek 17: Dvounápravový dvoupatrový motorový vůz řady 670 DB – výrobce vagónka Uerdingen	14
Obrázek 18: Dvounápravový dvoupodlažní motorový vůz DB řady 670	15
Obrázek 19: Výkres rohového trojsedadla	17
Obrázek 20: Simulace rozmístění sedadel tramvaje T3 dle návrhu trojsedadla	18
Obrázek 21: Simulace obsazení sedadel tramvaje T3 dle návrhu trojsedadla osobami	18
Obrázek 22: Modul.....	19
Obrázek 23: Vizualizace modulu 1	20
Obrázek 24: Vizualizace modulu 2	20
Obrázek 25: Vizualizace modulu 3	21
Obrázek 26: Vizualizace modulu 4	21
Obrázek 27: Graf prodlužování lidského těla	24
Obrázek 28: Komponenty.....	26
Obrázek 29: Minibus (ozn. 1-15-4,5).....	30
Obrázek 30: Minibus (ozn. 2-35-7).....	31
Obrázek 31: Minibus 2-50-9,4.....	32
Obrázek 32: Autobus (ozn. 2-76-12).....	34
Obrázek 33: Autobus (ozn. 3-118-12).....	36
Obrázek 34: Trolejbus (ozn. 3-118-12).....	37
Obrázek 35: Tramvaj 2-79-15.....	39
Obrázek 36: Vozidlo metra (ozn. 3-172-20).....	41
Obrázek 37: Železniční motorový vůz 4-162-15	43
Obrázek 38: Železniční motorový vůz čtyřnápravový (ozn.4-176-26) – nízkopodlažní nástup.....	45
Obrázek 39: Železniční motorový vůz čtyřnápravový (ozn.4-196-26) – vysokopodlažní nástup.....	46
Obrázek 40: Universální třípodlažní modul (ozn. 3-60-6)	47

Obrázek 41: Tramvaj 3-180-24 složená z unifikovaných modulů.....	48
Obrázek 42: Modernizovaná tramvaj KT8D5RN s vloženým nízkopodlažní dílem.....	49
Obrázek 43: Možnosti úpravy současného nízkopodlažního dílu KT8D5RN	50
Obrázek 44: Vlečný vůz VV 60 LF DPO.....	51
Obrázek 45: Úprava rozmístění sedadel ve vlečném voze VV 60 LF	51
Obrázek 46: Nově vniklá tramvaj KT8A5 pomocí dvou vozů T6 a modulu 3-60-6	52