

ComplexTrans – spolupráce železnice a silnice je prospěšnější než jejich konkurence

Jiří Hofman, Západočeská univerzita v Plzni

3-D vizualizace byly připraveny studenty Západočeské univerzity v Plzni nebo profesionálními designéry.

1. ÚVOD

Systemy pozemní dopravy železnice a silnice jsou v konkurenci. Silnice je mnohem úspěšnější a železnice se snaží čelit zaostávání v objemu přepravy cestujících a zboží prostřednictvím většího pohodlí, vyšší rychlosti a dalších inovací. Vývoj silniční dopravy je však značný a není snadné ho dohnat. Spolupráce mezi silniční a železniční dopravou je využívána pouze v omezené míře.

Může být železnice stejně úspěšná jako silnice?

Pod názvem ComplexTrans probíhá v akademickém prostředí již více než 25 let vývojový projekt založený na vzájemné adaptaci silničních a železničních vozidel a jejich spolupráci, jehož cílem je vytvořit globální systém přepravy osob a zboží ve městech a mezi nimi, který řeší všechny současné dopravní problémy a přináší i zcela nové dopravní i nedopravní možnosti.

1.1 Dnešní stav v silniční a železniční dopravě v EU

S rostoucí populací, industrializací a globalizací se poptávka po přepravě osob a zboží zvyšuje.

Silniční a železniční přeprava jsou dva hlavní způsoby pozemní dopravy, přičemž silniční přeprava zaujímá v EU absolutní většinu v dopravě osob (83% individuální doprava + 9% hromadná doprava) a v dopravě zboží (75%), zatímco železniční přeprava osob a zboží má významně nižší podíl (8% a 18%). To se mimo jiné odráží v tom, že železnice jako celek není schopna samofinancování a potřebuje značnou finanční podporu.

Důvody tohoto stavu jsou zejména v tom, že

- automobily (osobní i nákladní) mohou provádět přepravu ode dveří ke dveřím bez překládky,
- automobily jsou zcela nezávislé na čase,
- automobily mohou při osobní přepravě nabídnout soukromí a
- v individuální soukromé osobní dopravě jsou zpravidla považovány za důležité pouze finanční náklady na pohonné hmoty a ostatní finanční prostředky (amortizace a údržba) nejsou při posuzování nákladů brány v úvahu.

Vlak má také výhody, kterými jsou zejména

- vyšší maximální a cestovní rychlost,
- nízká specifická spotřeba energie,
- elektrický pohon a možnost nezávislosti na fosilních palivech,
- vyšší provozní bezpečnost,
- nižší závislost na počasí (mlha, sníh, led).

Velmi důležitá je vysoká dopravní kapacita železnice, která umožňuje odlehčit přeplněným silnicím. To je důležitý důvod, proč členské státy EU podporují železnici a usilují na ni převést více přepravních výkonů v osobní i nákladní dopravě a přispět tak ke snížení jejich finančních ztrát.

1.2 Předpokládaný (samostatný) vývoj železniční a silniční dopravy

Dochází k rozsáhlému vývoji v železničním průmyslu, který zahrnuje

- zvýšení komfortu a rychlosti v osobní dopravě,
- hustou pohodlnou regionální příměstskou přepravu cestujících a
- rozšířenou a zlepšenou přepravu zboží.

Dále se vývoj soustřeďuje na interoperabilitu, snadnou údržbu, zvýšení bezpečnosti a snížení nákladů.

Ani vývoj v silniční dopravě však nespí.

Nejvýznamnější současné vývojové řešení jsou

- elektrický a vodíkový pohon, případně vývoj syntetických paliv nahrazujících ropné produkty
- autonomní jízda (bez řidiče),
- sdílení informací (konektivita) prostřednictvím 5G-sítí a
- sdílení automobilů.

Co znamená vývoj v silniční dopravě pro železnici?

S elektrickým a vodíkovým pohonem automobilů, případně s plně syntetickými palivy, zmizí jedna z hlavních výhod železnice. S elektrickým pohonem se může i silniční doprava stát nezávislou na ropě a ekologickou - stejně jako elektrický vlak, i když specifická energetická spotřeba osobního automobilu bude při efektivním využívání vždy vyšší než u vlaku.

Ba co více. Trakční autobaterie by měly sloužit k ukládání přebytečné energie, která vzniká ve větrných a slunečních elektrárnách, což je velmi důležité pro přechod k energetice s obnovitelnými zdroji. To železniční doprava nabídnout nemůže.

Autonomní jízda přináší během jízdy větší bezpečnost a volný čas, který lze využít efektivněji než řízením, zejména když 5G sítě nabídnou stabilní přístup k internetu. Totéž může nabídnout i vlak - ale vlak již nedokáže nabídnout soukromí a dopravu ode dveří ke dveřím.

Očekává se, že konektivita a autonomní řízení zvýší kapacitu silnic. Tato úvaha však není zcela v souladu s bezpečnostními standardy, jejichž dodržování naopak kapacitu silnic omezuje (pokud neuvažujeme zácpy vzniklé v důsledku nedodržení bezpečnostních standardů).

Kvalitní autonomní jízda však ještě vyžaduje čas a bude ještě třeba vyřešit mnoho otázek (například autonomní jízda za špatných povětrnostních podmínek, odpovědnost, terorismus atd.). Ale jisté je, že přijde - dříve nebo později.

Sdílení automobilů by mělo zajistit, že výše uvedené náročné a drahé technologie budou přístupné všem. Při sdílení automobilů můžete mít nižší náklady než při vlastnění automobilu, můžete mít vždy k dispozici moderní technologie a bude-li sdílený automobil autonomní, nikdy nebudete muset hledat místo pro parkování.

Budete mít soukromí, ale ne neomezené. Svě jízdy budete muset plánovat a nebudete moci jezdit příliš často, protože při častých jízdách se sdílení automobilů již nemusí vyplatit.

V nákladní dopravě má autonomní řízení ještě důležitější úlohu. Při jízdě bez řidiče se sníží náklady na dopravu. Kromě otázky, jak si autonomní řízení poradí se špatným počasím (jako jsou mlha, hustý déšť, sníh, náledí), se však nabízí ještě jedna otázka - jak budou vozidla bez řidiče chráněna proti krádeži. Bude zloděj moci předstoupit před autonomní nákladní automobil, zastavit jej, zajistit proti pohybu a pak se zmocnit jeho nákladu?

Jiným problémem je trakční baterie, která v nákladní přepravě potřebuje mnohem větší kapacitu a výkon. Proto je testováno napájení nákladního vozidla nadzemním vedením (eHighway). Došlo také k částečně úspěšnému úsilí instalovat elektrické vedení pod silnici a přenášet energii bezkontaktně elektromagnetickým polem (Primove). Většímu rozšíření zatím brání nízká účinnost přenosu energie kvůli nedostatečně přesnému dodržování malé přenosové vzdálenosti. Předpokládá se také širší možnost využití palivových článků, kde palivem bude vodík získávaný v době přebytku energie obnovitelných zdrojů.

Pokud tyto problémy budou uspokojivě vyřešeny, rozdíl mezi silnicí a železnicí dále vzroste ve prospěch silnice. Aby železnice nezůstala v soutěži se silnicí budoucnosti pozadu, musí se stát více konkurenceschopnou. Jak toho docílit?

Současným trendem v přepravě osob na železnici jsou další zvyšování maximální rychlosti (přes 400 km/h), což vyžaduje sofistikovanější infrastrukturu a technologii vozidel i zlepšení dostupnosti železnice. Prostřednictvím služby MaaS mají být cestující dopravováni ke/od vlaku autonomními silničními vozidly. S takovými službami může být vlak nejrychlejší na vzdálenost mezi 200 až 800 km a při zpáteční cestě dokáže ušetřit až 3 hodiny času ve srovnání s jinými způsoby dopravy.

Aby byla cena jízdného ve vlaku přiměřená, musí být vlaky především dobře využity. Plná zátěž vlaku znamená na jedné straně více příjmů a nižší cenu dopravy, na straně druhé však méně soukromí a z toho důvodu možnou averzi cestujících k jízdě vlakem.

Ke zvýšení konkurenceschopnosti železnice může překvapivě přispět sám vývoj silniční dopravy a s tím související zvýšení nákladů silniční dopravy. Sdílení autonomních automobilů totiž nebude levné a na dlouhé vzdálenosti nebude levnější než vlak.

Nezapomínejme ani na dálkovou autobusovou dopravu, která může vlaku konkurovat nízkými cenami i větší flexibilitou. Konkurenceschopnými mohou při efektivním využití zůstat i soukromé automobily. Bude-li však stát mít zájem na preferenci vlakové dopravy, může proti této konkurenci využít daňové nástroje i různé restrikce.

Pokud se železniční nákladní doprava týče, jedním z jejích hlavních problémů je to, že nákladní vlaky jsou provozovány nižšími rychlostmi než osobní vlaky a musí být proto zastavovány na vedlejší koleji, aby mohly být předjety. Tím se výrazně snižuje jejich

průměrná rychlost. Nové koncepty nákladních vlaků tak buď předpokládají vyšší rychlosti až do cca 200 km/h, případně i více, nebo oddělují dopravu zboží od osobní dopravy z hlediska času nebo sítě.

Kromě toho dlouho trvá, než se podaří zařadit nákladní vůz do vlaku, než se dostane do cílové stanice a než se dostane z cílové stanice k zákazníkovi. Na vině jsou zastaralé logistické postupy. Hledají se proto nové koncepty LastMile (NGT Cargo, CargoSprinter aj.).

Pokud zákazník nemá vlečkovou kolej, musí být zboží překládáno. V tom případě může být vhodná kontejnerová přeprava, zejména jsou vhodné odvalovací kontejnery (Abroll-). Vyplatí se však jen pro větší vzdálenosti.

V každém případě je dosažení konkurenceschopnosti železniční dopravy vůči silnici obtížné. Na jedné straně se očekává, že železnice přijde s novými koncepty, které předčí silniční dopravu a automaticky přitáhnou cestující a náklad. Na druhé straně i silnice přichází s novými koncepty, které činí silnici ještě zajímavější.

A hlavní výhody silniční dopravy – dopravu ode dveří ke dveřím, časovou nezávislost, flexibilitu a soukromí během přepravy železnice nikdy nemůže dosáhnout bez dalších podstatných opatření.

1.3) Spolupráce silniční a železniční dopravy - současný stav

Může to znít překvapivě, avšak "automobily bez řidiče s elektrickým pohonem" jsou v Evropě provozovány již více než 60 let. Jedná se o osobní a nákladní automobily, které jsou přepravovány vlaky (autovlaky pro osobní automobily / tzv. RoLa-vlaky pro nákladní automobily). Řidič nemusí během převážení automobilu vlakem řídit a dokonce ani nemusí nikam jezdit (přeprava nákladu). Jízda většiny takových vlaků je elektrická. Přeprava se organizuje podobně jako MaaS.

Bohužel existuje jen velmi omezený počet takových vlaků a nelze pozorovat žádnou tendenci k jejich růstu. Naopak, je provozováno stále méně autovlaků. Proč je tomu tak?

Důvodem je především nedostatečná rentabilita. A ještě jeden důvod existuje. Proč by měli cestující během noci cestovat autem a komplikovat noční nákladní provoz, pokud mohou během dne absolvovat cesty vysokorychlostními vlaky a tím zvyšovat příjmy vysokorychlostních vlaků, které musí být dotovány? Proto bylo z tohoto pohledu lépe autovlaky rušit.

A s nimi byly rušeny i noční vlaky se spacími vozy, které využívají k přepravě doby spánku. V poslední době se však železnice začínají k nočním vlakům navracet a hodlají tak nahradit některé vytížené letecké spoje.

Je možné obrátit sestupný trend autovlaků a RoLa-vlaků a zajistit, aby se tyto vlaky staly rentabilními?

Aby byla tato otázka správně zodpovězena, je třeba nejprve provést analýzu jejích vlastností.

- Je možno nastoupit pouze v bodě A a vystoupit v bodě B (a nikoliv v bodě C, ...).
- Aby jízda vlakem měla smysl, vzdálenost bodů A a B musí být dostatečně velká - často i přes tisíc kilometrů. Jsou vybírány pouze ty destinace, kde lze očekávat dostatečný počet zákazníků. Počet takových destinací je v celkové přepravě marginální.
- Nakládání a vykládání osobních a nákladních automobilů je v podstatě sériové a zabírá dost času.
- Cestující nemohou během jízdy zůstat v autě. To nakládku a vykládku komplikuje a prodlužuje a přepravu zdražuje.
- Přeprava každého kilogramu hmotnosti automobilu vyžaduje přepravu několika kilogramů hmotnosti vlaku. To snižuje úspory energie a zvyšuje náklady na energii.
- Automobilové vlaky jsou velmi vzácné. To opět výrazně omezuje počet uživatelů.
- Jízdné je ve srovnání s cenou pohonných hmot, potřebných pro silniční přepravu, mnohem vyšší. Proto musí existovat pro použití vlaku k přepravě automobilu dobrý důvod (například úspora času a/nebo zvýšení bezpečnosti).

Použití autovlaků a RoLa-vlaků je těmito vlastnostmi značně omezeno.

Výjimkou jsou vlaky, které překonávají přírodní překážky prostřednictvím tunelu. Takové vlaky mají v silnici jen malou nebo dokonce žádnou konkurenci a jsou tak dobře využity. Tyto vlaky jezdí na kratší vzdálenosti (do cca 50 km) mnohokrát denně a lidé obvykle zůstávají po dobu přepravy v autě.

Druhou výjimkou jsou systémy kombinované dopravy zboží, které umožňují paralelní nakládání a vykládání nástaveb a jejich přepravu bez řidiče (např. ModaLohr, CargoBeam).

Pokud se vlastnosti autovlaků přiblíží vlastnostem silnice, nebo budou dokonce lepší, a pokud budou ceny příznivé, může se železnice stát opět ziskovou.

Je to možné?

2. COMPLEXTRANS – VZÁJEMNÉ PŘÍZPŮSOBNÍ SILNIČNÍCH A ŽELEZNIČNÍCH VOZIDEL A JEJICH SPOLUPRÁCE - EFEKTIVNÍ VARIANTA K ODDĚLENÉMU ROZVOJI AUTOMOBILŮ A VLAKŮ

Jedním ze způsobů, jak výrazně zlepšit pozemní dopravu, odstranit závislost na ropě a vytvořit zcela nové možnosti, je vzájemné přizpůsobení a spolupráce silničních a železničních motorových vozidel.

Železniční a silniční vozidla se od počátku jejich vývoje (200 let v případě železnice a 125 let v případě silnice) vyvíjejí zcela nezávisle. Výjimkou je jednostranné přizpůsobení kolejových vozidel určených pro přepravu běžných osobních i nákladních automobilů, které však bylo (a může být) úspěšné jen v omezeném rozsahu.

Naproti tomu vzájemné přizpůsobení znamená, že nejen kolejová vozidla, ale především silniční vozidla musí učinit krok směrem ke společnému přizpůsobení. Překvapivě to může pomoci nejen rozvoji spolupráce silnice a železnice, ale i oběma druhům dopravy samostatně.

Jak by měla taková spolupracující vozidla vypadat? (obr.1)



OBR.1 - nástupiště systému ComplexTrans – výměna cestujících (horní patro) a nakládka a vykládka osobních automobilů a nákladních přepravních modulů (dolní patro) do vlaku ComplexTrans

2.1 Kolejová vozidla systému ComplexTrans

Ústřední myšlenkou železniční části systému ComplexTrans je propojení osobní a nákladní železniční dopravy v jednom rychlém vlaku. V jistém smyslu se jedná o návrat ke kořenům – vždyť smíšené vlaky byly kdysi běžné a zrušeny byly jen kvůli tomu, že manipulace s nákladem ve stanici zdržovala osobní dopravu a že nákladní vozy přestaly v rychlosti stačit osobním.

Vlaky ComplexTrans se skládají ze dvou typů železničních vozů – z osobně-nákladních dvoupatrových železničních vozů ¹⁾ a z na konci vlaku připojovaných rychlých nákladních vozů (obr.2).

Kromě toho je do budoucna zvažován ještě třetí typ - za jízdy připojitelné/odpojitelné osobní hnací vozy či jednotky, které by umožňovaly zvyšování cestovní rychlosti bez zvyšování maximální rychlosti.



OBR.2 - k vlaku s osobně-nákladními dvoupatrovými vozy ComplexTrans jsou odzadu připojovány a odpojovány jednotlivé rychlé nákladní vozy nebo jejich malé skupiny.

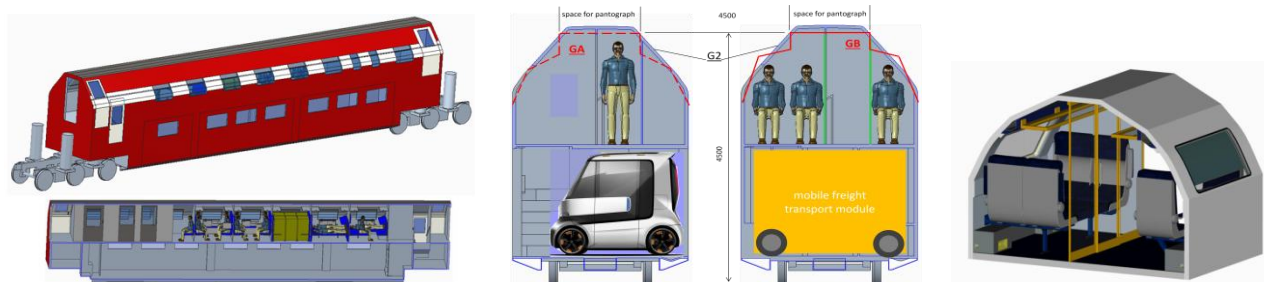
Role rychlých nákladních vozů zůstává stejná jako u běžných nákladních vozů. Pouze mohou dosahovat rychlosti vlaků ComplexTrans a mohou být rychle připojeny/odpojeny samostatně nebo v malých skupinách na/z konce vlaků ComplexTrans. Už žádná posunovací nádraží, už žádné samostatné nákladní vlaky na hlavních tratích.

Základem vlaků ComplexTrans jsou dvoupatrové vozy, kde jsou cestující a/nebo zásilkové boxy přepravováni/y v horním patře a ve spodním patře jsou přepravovány osobní automobily s cestujícími a/nebo mobilní moduly pro přepravu osob nebo zboží (obr.3). Dvoupatrové vozy jsou na svých koncích vybaveny přednostně Jakobsovými podvozky, nad nimiž se nalézají především nástupní a výstupní prostory a technologické prostory.

V horním patře dvoupatrových železničních vozů se nacházejí centrální průchozí ulička a malá kupé se 4 nebo 2 sedadly, která mohou být přeměněna na pohodlná lůžka nebo využívána pro přepravu zásilkových boxů.

Spodní patro je opatřeno rozměrnými částečně prosklenými bočními výklopnými dveřmi, které umožňují paralelní boční nakládání silničních vozidel, vyčkvajících na nástupišti, a jejich vykládání.

Obě patra jsou vybavena celkem čtyřmi hygienickými kouty.



OBŘ.3 – dvoupatrový železniční vůz systému ComplexTrans – horní patro slouží cestujícím a dolní patro nákladním přepravním modulům a osobním automobilům (kupémobilům). Na koncích vozu jsou nástupní a technologické prostory.

Všechna kolejová vozidla ComplexTrans mohou odpovídat profilu GA, GB nebo GB+ pro elektrifikované tratě nebo GC.

S ohledem na to

- že vlaky zastavují ve vzdálenostech přibližně 50 až 100 km na dobu cca. 3 minut,
- aby byly minimalizovány spotřeba energie a hluk,
- aby mohla být ve značné míře využívána stávající infrastruktura a
- s ohledem na použití

lze za optimální provozní rychlost vlaků považovat hodnotu 200 km/h \pm 20%.

Maximální zatížení náprav dvoupatrových osobně-nákladních vozů je omezeno na 17 t a rychlých nákladních vozů na 20 t.

2.2 Silniční vozidla systému ComplexTrans

Silniční vozidla systému ComplexTrans mají dvě hlavní funkce - jízdu po silnici ode dveří ke dveřím a možnost příčné nakládky a vykládky do a z vlaků ComplexTrans a dopravu v nich. Vozidla musí být též schopna uskutečnit jízdu po celé trase pouze po silnici.

Osobní automobily by měly také svými vnitřními rozměry, uspořádáním a výbavou umožnit příjemný pobyt cestujících během přepravy ve vlaku (stejně jako vlakové kupé – odtud pochází pracovní pojmenování kupémobil). Cestující se tak mohou při přepravě ve vlacích ComplexTrans cítit jako doma. Zároveň mohou být železniční vozy systému ComplexTrans stavěny jednodušeji a levněji, protože mohou využívat k přepravě osob vybavení osobních automobilů.

Z hlediska flexibility a užité hodnoty existují tři úrovně vozidel vhodných pro přepravu ve vlacích ComplexTrans.

ÚROVEŇ 1 (vozidla dnešního provedení)

Nejjednodušší vozidla vhodná pro systém ComplexTrans (osobní i nákladní automobily) musí splňovat následující požadavky:

- rozměry do 5200 x 2100/2550 x \approx 1900 mm (délka x šířka osobního/nákladního vozidla x výška)
- hmotnost včetně nákladu do 3,5 t
- připravenost k nakládce a vykládce do/z vlaku prostřednictvím přepravních palet a/nebo manipulačními prostředky.

Tato úroveň je náročná na logistiku nakládky a vykládky a měla by být omezena pouze na zavádění systému ComplexTrans a později převážně jen pro výjimečné účely.

ÚROVEŇ 2 (vozidla běžných rozměrů s možností bočního pojezdu při samonakládce)

- Stejně rozměry a hmotnost jako v úrovni 1 (výška se rozumí při minimální světlé výšce 20 mm)
- Vybaveno koly umožňujícími vytočení o 90° (pro příčnou samonakládku)
- možná nastavitelná světlá výška v rozmezí cca 20-150(200) mm
- nejlépe s elektrickým pohonem s dojezdem cca 50 km

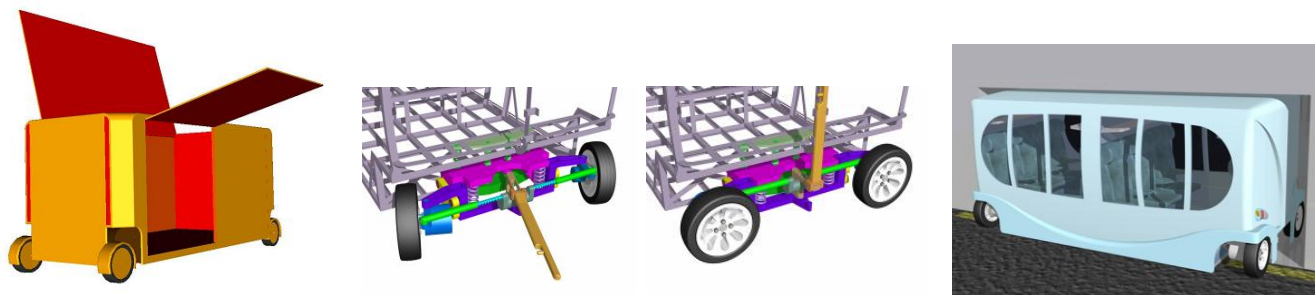
Tato úroveň již umožňuje samonakládku do vlaků ComplexTrans a zjednodušuje tak logistiku.

Vhodné zejména pro přepravu zboží a specifickou osobní dopravu.

Osobní automobily tohoto provedení představují velmi prostornou variantu automobilu a splňují téměř všechny požadavky kladené na komfortní přepravu. Přeprava ve vlaku ComplexTrans je velmi dobře možná, ale zpravidla nikoliv optimální, protože s ohledem na půdorysné rozměry jsou náklady na přepravu ve vlaku dvakrát vyšší ve srovnání s automobily úrovně 3.

Nákladní vozidla (moduly pro přepravu zboží) tohoto provedení ²⁾ jsou podobná dodávkovým automobilům bez kabiny řidiče, disponují elektrickým pohonem omezeného výkonu a mohou pojmout nejméně 10 europalet (obr. 4 – vlevo). Pro lokální manipulaci s nimi se používá dálkový ovladač. Mimo terminály jsou moduly pro přepravu zboží přepravovány individuálně nebo v krátkých soupravách za vodícími vozidly, která případně také slouží jako zásobník energie pro dopravu na větší vzdálenosti.

Jiný typ přepravního modulu představuje modul pro přepravu cestujících ²⁾ (obr. 4 – vpravo). Modul má šířku jen 2100 mm a nabízí prostor pro pohodlnou přepravu 12 až 18 osob. Používá se i pro různé speciální úkony (např. pro odbavení při následné letecké dopravě, pro nabízení různých přepravních i doplňkových služeb atd.) A také v době zavádění celého systému ComplexTrans, kdy ještě nejsou k dispozici plnohodnotné terminály.



OBR. 4 – nákladní a osobní přepravní modul je opatřen vlastním elektrickým pohonem nízkého výkonu pro samostatný lokální pohyb. Pojezdová kola lze vytočit o 90° pro příčnou nakládku do železničního vozu.

ÚROVEŇ 3 (zkrácená vozidla s výsuvnými nápravami s přímou samonakládkou)

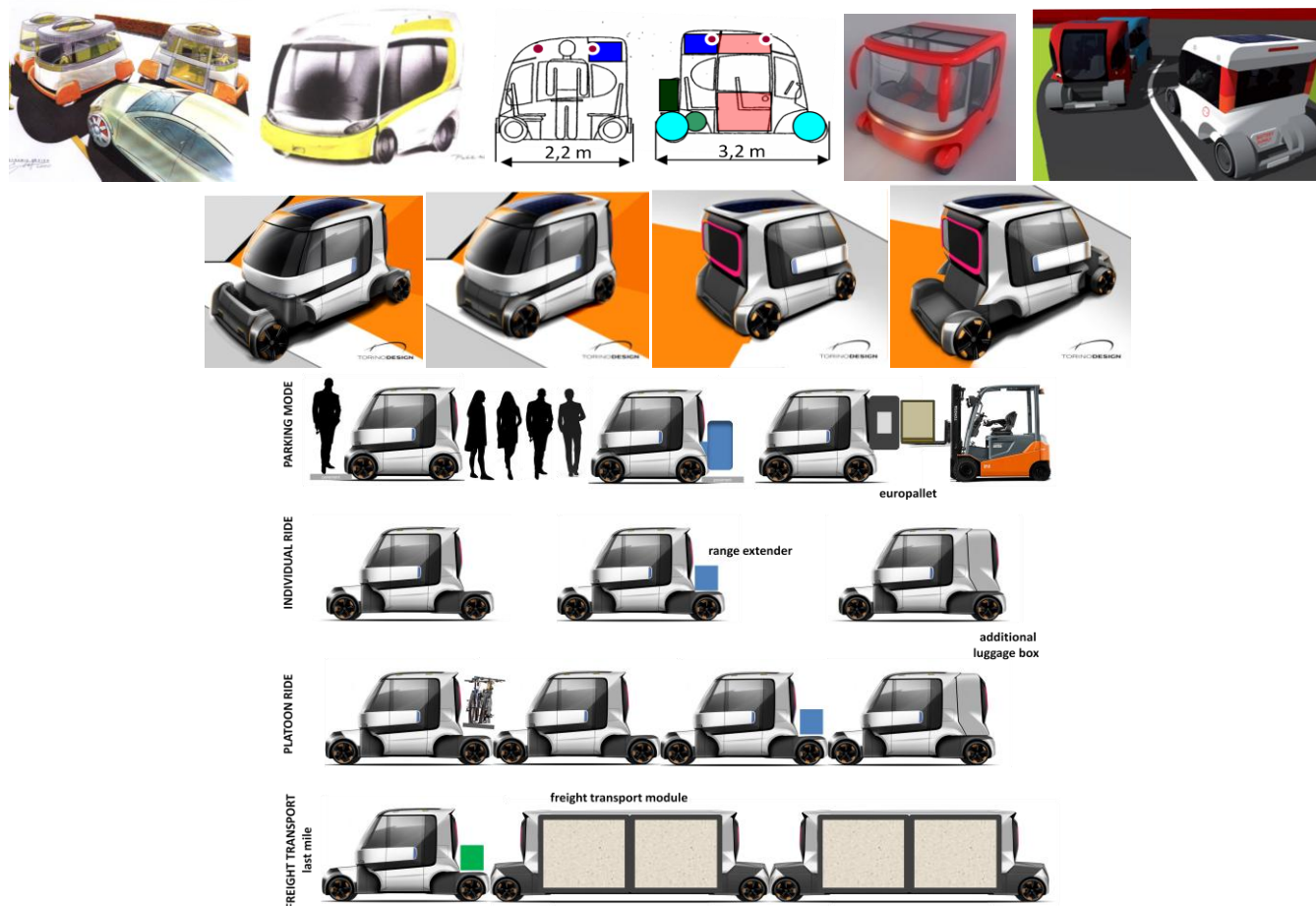
- délka v klidovém stavu omezena na 2200 /2600(2800) mm (osobní/nákladní vozidla) a šířka na cca 2000 /2550 mm (osobní/nákladní vozidla), výška stejná jako pro úroveň 1 (1900 mm při minimální světlosti)
- celková délka při jízdě se zvětší nejméně o 1 m (s vpřed a vzad vytaženými nápravami, které vytvářejí ochranu proti nárazu)
- rozvor – cca 1500 mm při parkování, nejméně 2500 mm při jízdě
- max. hmotnost prázdného vozidla cca 1750 - 2000 kg
- světlá výška 2-15 cm nastavitelná

Osobní automobily úrovně 3 – kupémobily (obr.5)

- kapacita 5 dospělých (pohodlné sezení) + 350 l hlavní zavazadlový prostor nad zadními sedadly
- flexibilní vnitřní uspořádání
- elektrický pohon - 2 elektromotory v zadních kolech s baterií pro 2-denní provoz ve městě (dojezd cca 200 km)
- max. rychlost do cca 120 km/h (při samostatné jízdě) nebo 130-150 km/h (při jízdě v soupravě)
- další vybavení
 - úchyty v prostoru střechy pro zdvihání parkovacími manipulátory
 - spřáhovací ústrojí pro jízdu v soupravě (platooning)
 - příprava k dobrovolné a dočasné ad-hoc implementaci do systému "polo-veřejné" osobní přepravy
- mohou být snadno a rychle vlastní silou naloženy do spodního patra vlaků ComplexTrans, přičemž ve spodním patře zůstává podélná průchozí ulička. Během přepravy ve vlaku je vozidlo napojeno na energetickou síť vlaku a cestující tak může ve vozidle zůstat a užívat si pohodlí a technologii vlastního vozidla. Díky úsporné půdorysné ploše (se zasunutými nápravami) lze místo

automobilu se standardními rozměry přepravovat dva kupémobily, což přináší nižší spotřebu energie a přepravní náklady srovnatelné s cenou energie při přepravě po silnici.

Při zasunutých nápravách není délka vozidla větší než 2,2 m. Kromě dopravy ve vlaku ComplexTrans toho lze využít také pro parkování kolmo k chodníku v podélných parkovacích pruzích. Lze tak ušetřit téměř polovinu parkovací plochy a čas při hledání parkovacího místa a při parkovacích manévrech.



OBR.5 – několik designových návrhů kupémobilů. Se zataženými nápravami je délka vozidla jen 2,2 m, při jízdě se rozvor o nejméně 1 m zvětší. Lze tak vjíždět do vlaků příčně a také parkovat všude kolmo k chodníku.

Další možnosti kupémobilů:

Upevňovací body ve střeše umožňují využití nových příležitostí k parkování - nadzemní a podzemní parkovací síla, později také nadchodníkové parkovací plochy a dokonce i parkování na přizpůsobených balkonech nově stavěných vícepodlažních bytových a administrativních budov. To přináší vedle růstu počtu parkovacích míst také časté propojení a spolupráci s elektrickou sítí obnovitelných zdrojů. Nabízí se i možnost využití prostoru kupémobilu s jeho veškerým zařízením i v době jeho odstavení k nedopravním účelům. Střešní úchyty umožňují také překonávání přírodních překážek (např. řeky) neobvyklými způsoby.

Připravenost k mechanickému (případně elektronickému) spojování do souprav umožňuje ušetřit plochu při jízdě, zvýšit propustnost křižovatek, šetřit energii, přechodně (a na dobrovolné bázi) zařazovat soukromá vozidla do veřejné dopravy a podstatně snížit hustotu dopravy v městském provozu (až devětkrát).

Kupémobily představují skvělou příležitost, jak mnohem lépe organizovat městský (i mimoměstský) silniční provoz.

Nákladní vozidla (moduly pro přepravu zboží) úrovně 3 jsou o 400-600 mm delší než kupémobily (2600-2800 mm) a jsou určeny pro přepravu 4 až 6 europalet. Stejně jako přepravní moduly úrovně 2 jsou i tyto moduly pro přepravu zboží opatřeny vlastním elektrickým pohonem s možností dálkového ovládání, nedisponují trvalým stanovištěm řidiče a k zákazníkovi a od něj jsou přepravovány jednotlivě nebo ve skupinách v soupravě vedené řídicím vozidlem s posádkou.

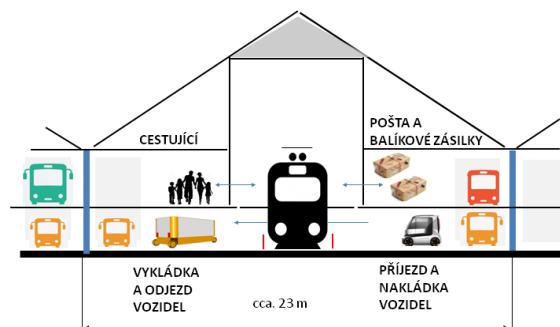
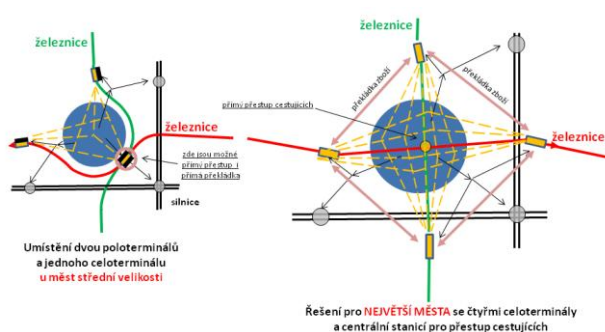
Silniční vozidla ComplexTrans zahrnují také další nová vozidla – např. malá městská čtyřkolová vozidla (s poloviční šířkou ve srovnání s kupémobilem), specializovaná řídicí vozidla souprav, vozidla pro svoz a rozvoz zásilkových boxů a nízkopodlažní autobusy, které jsou přizpůsobeny pro obsluhu nástupišť terminálů ComplexTrans.

2.3 Infrastruktura systému ComplexTrans

Systém ComplexTrans v podstatě nepotřebuje žádné nové silnice a koleje. Je však vhodné, aby koleje umožňovaly jízdu rychlostí nejméně 160 km/h (raději cca 200 km/h). A samozřejmě je třeba postavit nové terminály k propojení silniční a železniční osobní a nákladní dopravy, které jsou však poměrně jednoduché.

Terminály by měly být postaveny ve vzdálenostech přibližně 50 až 100 (200) km u větších měst či skupin měst (obr.6). Terminály mohou být provedeny jako poloterminály (obr. 8) umístěné na hranicích měst, v nichž se nakládka a vykládka provádí jen v jednom směru při výjezdu z města. Na počátku své cesty tak mají motoristé vždy volbu mezi silnicí a železnici. U velkých měst, u nichž cesta z jednoho konce na druhý trvá déle než cca půl hodiny, budou poloterminály situovány jak před městem, tak i za městem. U největších měst zastaví vlak ještě v centrální stanici, avšak jen pro nástup a výstup cestujících, nikoliv pro nakládku a vykládku nákladu a osobních vozidel.

(Polo)terminály budou propojeny několika trasami kyvadlové dopravy, které pokryjí celou plochu města a umožní velmi snadnou dostupnost (polo)terminálů všem obyvatelům měst s dopravou až na nástupiště.



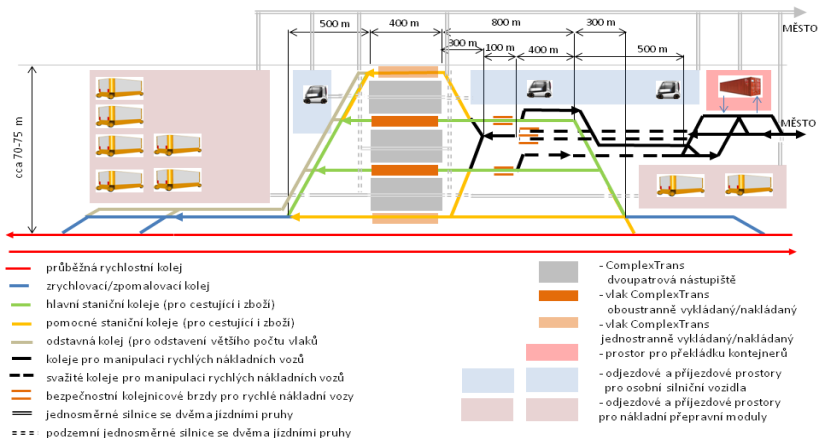
OBR.6 – umístění terminálů a poloterminálů ComplexTrans u měst rozdílných velikostí, kde se křížují dvě železnice a dvě dálnice. Díky umístění (polo)terminálů na krajích měst mají řidiči vždy volbu, zda budou pokračovat po silnici nebo zda využijí železnice systému ComplexTrans. V terminálech a poloterminálech se uskutečňuje výměna cestujících, automobilů i nákladu, přestup cestujících a překládka nákladu se uskutečňuje po meziterminálových spojnicích. V největších městech mohou cestující přestoupit i v centrálním nádraží.

OBR.7 – řez dvoupatrovým nástupištěm systému ComplexTrans. Spodní patro slouží pro nakládku (vpravo) a vykládku (vlevo) vyčkávacích nákladních přepravních modulů a osobních automobilů. Posádka kupémobilů zůstává během železniční přepravy ve svých vozidlech. V horním patře se uskutečňuje nástup a výstup běžných cestujících z jedné strany a nakládka a vykládka přepravních boxů s menšími zásilkami z druhé strany.

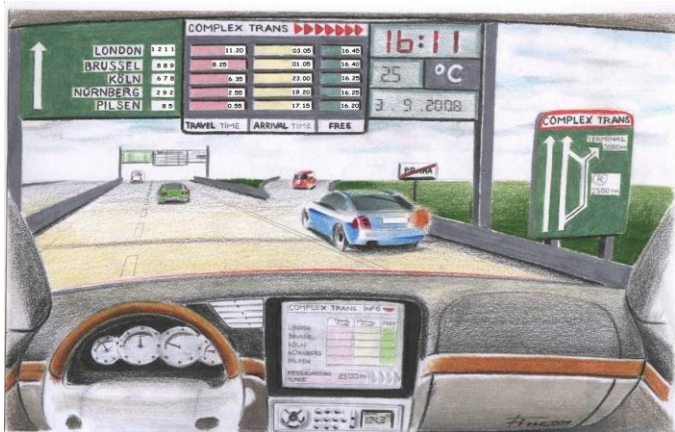
Každá z kolejí situovaných v terminálu disponuje oboustranným dvoupatrovým nástupištěm (obr. 7), přičemž spodní patro slouží pro nakládku a vykládku osobních automobilů i nákladních silničních přepravních modulů (včetně jejich vyčkávání na nákladku) a horní patro slouží pro nástup a výstup běžných cestujících a nakládku a vykládku boxů s poštovními a balíkovými zásilkami.

Nakládací a vykládací nástupiště jsou propojena s veřejnou silniční sítí (obr. 8), přičemž na vstupu do terminálu jsou situována přípravná a vyčkávací parkoviště pro osobní i nákladní přepravní moduly a na výstupu z terminálu je situováno rozřazovací a vyčkávací parkoviště pro nákladní přepravní moduly, které jsou ke koncovým zákazníkům rozváženy především mimo dobu přepravní špičky. Na výstupu z terminálu je též umístěno parkoviště pro osobní vozidla, která vyčkávají na vhodnější denní dobu.

Ke každému terminálu (obr. 8) náleží také několik nákladních kolejí, na nichž jednotlivé rychlé nákladní vozy (nebo jejich malé skupiny) vyčkávají na připojení k některému z příštích vlaků ComplexTrans, nebo naopak na finální přepravu odpojených nákladních vozů ke koncovému zákazníkovi po vlečkových kolejích. Jedna z kolejí je také určena pro vykládku a nakládku námořních kontejnerů. Připojování a odpojování nákladních vozů k vlakům ComplexTrans zcela nahrazuje seskupování, provoz a rozřazování běžných nákladních vlaků.



OBR. 8 – poloterminál umístěný za městem umožňuje nakládku a vykládku jen v jednom směru. Jsou v něm umístěny dvě hlavní a dvě pomocné paralelní koleje se třemi nástupišti pro nástup a výstup cestujících a pro nakládku a vykládku nákladních přepravních modulů. Dále je terminál vybaven několika kolejem pro nákladní železniční vozy, kde čekají na připojení k následujícím vlakům ComplexTrans nebo na dopravu ke konečnému zákazníkovi. Na příjezdu i výjezdu jsou umístěna přípravná a vyčkávací parkoviště pro osobní automobily i nákladní přepravní moduly. K poloterminálu patří i místo k překládání námořních kontejnerů.



OBR.9 – informační systém nabízí řidiči informaci o vzdálenosti cíle při jízdě po silnici i dobu dosažení cíle při použití systému ComplexTrans. Stejně informace jsou přenášeny na palubní displej vozidla. Řidič má tak vždy možnost rozhodnout se na poslední chvíli o způsobu dopravy a buď pokračovat v jízdě po silnici, nebo provést online rezervaci a pro další přepravu se i s automobilem naložit do vlaku ComplexTrans.

Součástí infrastruktury ComplexTrans je také on-line informační a rezervační systém (obr. 9). Informační systém poskytuje řidičům aktuální informace o vzdálenosti a čase dosažení jejich cíle prostřednictvím silniční i železniční dopravy, aby si řidič mohl na poslední chvíli zvolit (a případně rezervovat) nejvhodnější variantu dopravy. Rezervační systém upřednostňuje osobní vozidla před vyčkávacími nákladními přepravními moduly, pokud ovšem zboží není přepravováno v expresním režimu.

K výhradně silniční části infrastruktury systému ComplexTrans pak patří

- lehká přemostění křižovatek pro soupravy kupéobilů,
- parkovací zařízení nového typu,
- zastávky doplňkové veřejné městské dopravy a
- energetická centra pro dobíjení výměnných trakčních baterií a pro výměnu trakčních baterií za range-extendery.

2.4 Organizace a jízdní řád dopravního systému ComplexTrans

Vzhledem k tomu, že vlaky ComplexTrans přepravují osoby, zásilkové boxy, osobní automobily s cestujícími, osobní a nákladní přepravní moduly i nákladní železniční vozy, mají vždy dostatek náplně i při hustém sledu. Vlak ComplexTrans s délkou 400 m může převážet 80 kupéobilů (s až 400 cestujícími) nebo 32 velkých + 16 polovičních nákladních přepravních modulů ve spodním patře a více než 700 osob v horním patře. Je-li interval mezi následnými vlaky ComplexTrans 3 minuty v každém směru, podobá se kapacita dvoukolejné trati silnici či dálnici, kde přibližně každé 2/3/16 sekundy projíždí v každém směru osobní automobil / nebo dodávkový automobil / nebo kamion a kromě toho každých 15 sekund jeden autobus. Optimální poměr přepravovaných složek i počet vlaků může být dobře regulován vhodnou tarifní politikou.

Maximální vytížení spodního patra je dosahováno kombinací přepravy průběžně přijíždějících osobních automobilů a vyčkávacích nákladních přepravních modulů. Optimální vytížení horního patra je dosahováno kombinací přepravy cestujících a zásilkových boxů.

Při srovnání s dopravním zatížením silnic a dálnic je zřejmé, že tří až pětiminutové intervaly mezi následujícími vlaky, případně i kratší, jsou ekonomicky reálné.

To mimo jiné také znamená, že vlaky ComplexTrans budou atraktivní i z časového hlediska. Pokud zmeškáte jeden vlak, brzy přijede další. Proto je také možno opustit tradiční jízdní řády. Nebude tedy garantována doba odjezdu a příjezdu konkrétního vlaku, nýbrž jen maximální čekací doba na příští vlak a maximální jízdní doba mezi dvěma body.

Pro cestování vlaky ComplexTrans existují dvě možnosti – cestovat bez svého automobilu, pokud jej v cíli cesty nepotřebujete, nebo cestovat se svým automobilem, pokud je to pro vás výhodné.

V prvním případě po opuštění domova využijete kyvadlové dopravy mezi terminály na okrajích měst a bez přestupu budete dopraveni až na nástupiště, kam za několik minut přijede vlak ComplexTrans. Výběr sedadla/lůžka a rezervace proběhnou online během přepravy k terminálu. Ve vlaku budete mít na výběr mezi kupé pro 2 a 4 osoby s veškerým pohodlím.

Nebo při cestě z jednoho města do jiného jednoduše vyrazíte svým kupémobilem směrem k cíli a na okraji výchozího města se na základě okamžité situace (obr. 9) rozhodnete, zda zůstanete na silnici nebo použijete vlaku ComplexTrans.

Cestovní náklady budou v obou případech stejné (resp. cena přepravy kupémobilem ve vlaku ComplexTrans bude shodná s cenou paliva při jízdě po silnici).

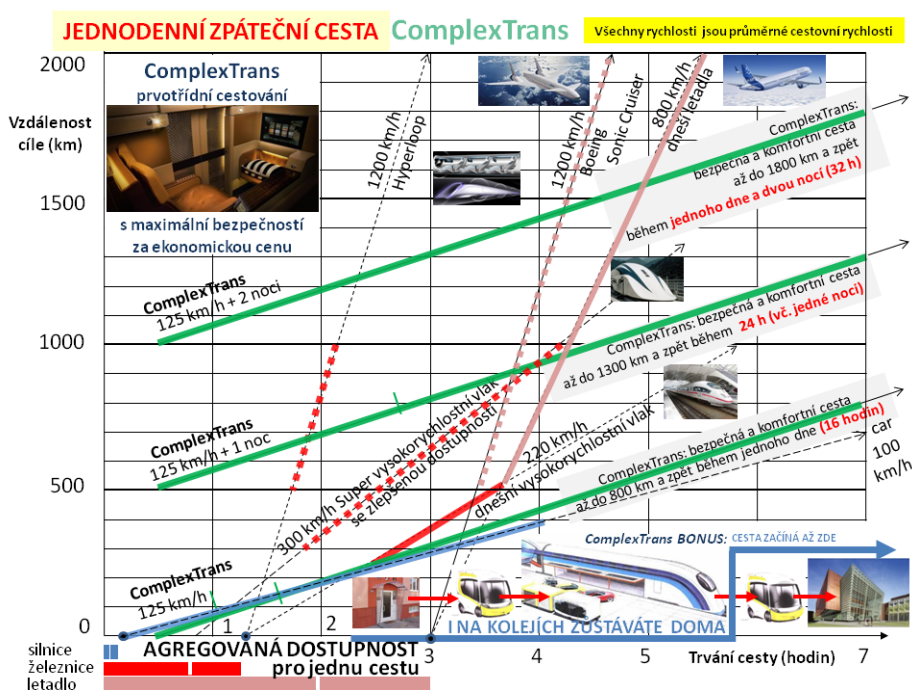
Rozdíl bude v celkové době jízdy - při menších vzdálenostech do 100-150 km bude za normálních podmínek rychlejší cesta po silnici, pro delší vzdálenosti bude železnice časově výhodnější (obr. 10).

K výhodám dopravy automobilů ve vlacích ComplexTrans patří vyšší bezpečnost jízdy, možnost využití času na cestě pro různé účely a také eliminace opotřebení vlastního vozidla. A také skutečnost, že stále zůstáváte ve svém „domácím prostředí“ (ve svém vozidle) a nemusíte se namáhat s přestupem.

Je velmi důležité, že během jízdy ve vlaku je možné dobíjet trakční baterie elektromobilů. Je tak podporována elektromobilita, neboť dojezd elektrických vozidel se stane nezávislým na kapacitě trakční baterie.

Trakční baterie elektromobilů budou během přepravy sloužit také jako úložiště pro obnovitelné zdroje energie (vítr a slunce) a pro ukládání energie rekuperačního brzdění.

OBR.10 – srovnání časové náročnosti systému ComplexTrans s ostatními způsoby dopravy – automobilem, rychlovlakem, letadlem a s progresivními způsoby velmi rychlé dopravy (rychlovlak s vyšší rychlostí, subsonické letadlo Boeing Cruiser a Hyperloop). Při zahrnutí jedné nebo dvou nocí (cestující spí během přepravy ve svém vlastním kupémobilem) je ComplexTrans „nejrychlejší“ a nejpohodlnější až do vzdálenosti více než 1500 km.



2.5 Ekonomika smíšeného dopravního systému ComplexTrans = samofinancování železnic

Přestože je železniční přeprava energeticky mnohem méně náročná, než doprava silniční, standardní osobní automobil přepravovaný ve vlaku ComplexTrans potřebuje asi 80% energie potřebné k jízdě po silnici vlastní silou, neboť spolu s jeho hmotností je přepravována ještě několikanásobně vyšší hmotnost příslušného podílu vlaku. Vzhledem k tomu, že místo jednoho osobního automobilu mohou být ve vlaku ComplexTrans přepravovány dva kupémobiley, ušetří se ve srovnání s jízdou po silnici přibližně 60% energie. což při současných cenách energií představuje úsporu až 75% nákladů na energii (je však třeba si uvědomit různou výši daní z elektřiny a ropných paliv).

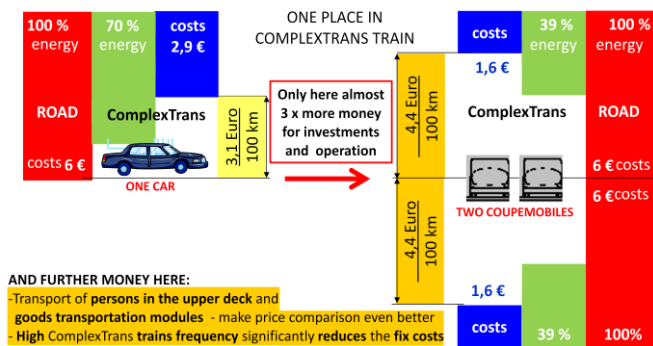
Tento rozdíl v ceně energie vytváří potenciál pro pokrytí všech nákladů železniční části systému ComplexTrans – kromě nákladů na energii i nákladů na pořizování vozidel, na infrastrukturu, údržbu a obsluhu (obr. 11).

Pokud řidič kupémobilem zaplatí za přepravu ve vlaku pouze jízdné odpovídající ceně paliva při jízdě po silnici, pokud jsou moduly pro přepravu nákladu přepravovány ve vlacích ComplexTrans za stejné ceny jako při přepravě po silnici a pokud běžní cestující zaplatí za přepravu méně než dnes, může jeden vlak ComplexTrans generovat ročně (po odečtení všech nákladů) asi 2,6 mil. € (obr. 12).

Toto vše ukazuje na to, že železniční doprava se může znovu stát samofinancovatelnou v plném rozsahu. Pro samofinancovatelnost je důležitý hustý provoz vlaků ComplexTrans a jejich dobré využití. K tomu by měly napomoci správná cenová politika, kdy ceny přepravy ve vlacích ComplexTrans jsou srovnatelné s cenou přepravy po silnici, a další benefity – snížení opotřebení silničních vozidel, využití času na cestě a ohleduplnost k životnímu prostředí.

Energy consumption and price in personal transport

	Energy /100 km	Energy costs
ComplexTrans train 160-200 km/h	30 Wh/t.km	0,07 €/kWh
Coupeomobil in ComplexTrans train (1,6+ 6) t	22,8 kWh (39%)	1,6 €/100 km
Car in ComplexTrans train (1,6+12) t	40,8 kWh (70%)	2,9 €/100 km
Car on the road 130 km/h	58,8 kWh (100%)	6 €/100 km



OBR.11 – energetické a cenové srovnání přepravy běžného osobního automobilu a kupémobilu ukazuje, proč jsou kupémobily pro přepravu ve vlaku ekonomicky mnohem vhodnější. Při přepravě kupémobilů je možno z jednoho místa získat mnohem více peněz než při přepravě běžného osobního automobilu. Přeprava nákladních přepravních modulů je cenově ještě výhodnější a tržby dále zvyšuje přeprava osob a zásilek v horním patře a připojování rychlých nákladních vozů na konci vlaků.

3. CO PŘINÁŠÍ COMPLEXTRANS V SILNIČNÍ DOPRAVĚ?

Přizpůsobením osobních automobilů systému ComplexTrans se podstatně mění tvar osobních automobilů v kompaktní formu a některé jejich podstatné části mají nové funkce a provedení. Přestože to může být z pohledu konzervativních zastánců automobilismu považováno za „zneuctění či svatokrádež“, spolu se "správnými" rozměry dává taková forma vozidlu zcela nové možnosti, které mohou výrazně zlepšit a obohatit i silniční dopravu. Při dobrém zpracování designu se kupémobil brzy může stát nejrozšířenějším silničním vozidlem, neboť jeho užitná hodnota je mnohem vyšší, než u automobilů se spalovacími motory, a schopnost elektromobility je mnohem vyšší, než u všech běžných E-konceptů.

3.1. VE MĚSTĚ

3.1.1 Úsporné parkování, nová parkovací místa

Krátká délka kupémobilu se zataženými nápravami je stejná, jako šířka podélných parkovacích pruhů. Kupémobily proto mohou v podélném parkovacím pruhu parkovat kolmo k chodníku a tím zdvojnásobit jeho parkovací kapacitu.

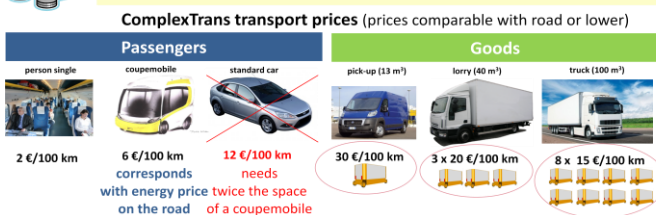
Kromě této možnosti jsou kompaktní kupémobily (se zataženými nápravami) vhodné také pro vertikální dopravu a jsou za tím účelem opatřeny ve střeše upevňovacími body. V důsledku toho se otevírají nové parkovací možnosti v nadchodníkových parkovacích zařízeních (obr. 13) nebo ve svislých podzemních či nadzemních parkovacích silech (obr. 14). Celková parkovací kapacita se tak může více než zdvojnásobit.

Později mohou být kupémobily parkovány pomocí venkovního výtahu také na přizpůsobených balkonech bytů (obr. 15) nebo kancelářských budov, takže mohou být využívány i v době mimo jízdu a po značnou část dne připojeny k energetické síti.



Economy of ComplexTrans System

Calculation for **one train = 1 loco + 20 double-deck coaches**



Income from one ComplexTrans train (after energy costs deduction) about 7 mil. € (per year) and about 270 mil. € during the lifetime (40 years)

2000 km daily and 330 days a year (after energy costs deduction)

Lower deck

coupeomobiles or cars only
goods transport modules (truck rate)
goods transport modules (lorry rate)
goods transport modules (van rate)

2.3 mil. € yearly or
4.7 mil. € yearly or
6.6 mil. € yearly or
10.6 mil. € yearly

Upper deck

only 5 paying passengers per coach

1.3 mil. € yearly

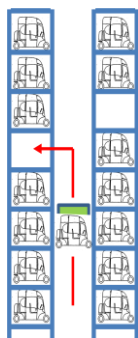
Yearly about 660 000 km (330 days) and about 7.5 mil. € income (11.3 €/km) for track, manpower, maintenance and for profit.

Railways can be profitable again

OBR.12 – ekonomické vyhodnocení vlaků ComplexTrans. Když každý automobil a nákladní přepravní modul zaplatí za přepravu ve vlaku stejně, jako kdyby jely po silnici (osobní automobily jen cenu paliva), pak z každého vlaku ComplexTrans je možno získat (po odečtení všech nákladů) 3 až 10 € za každý ujetý kilometr – tedy zisk ve výši 7% a více.



OBR.13 – díky kompaktnímu tvaru a úchytům ve střeše budou moci být kupémobily parkovány ve speciálních parkovacích zařízeních nad chodníky.



OBR.14 – jiným způsobem parkování kupémobilů budou nadzemní či podzemní parkovací síla.



OBR.15 – vícepatrové obytné i administrativní budovy budou opatřeny balkóny pro parkování kupémobilů, kam budou zdvihány pomocí výtahů přemístěných ven. Bude tak zaručeno vždy bezpečné parkovací místo a snadné nakládání a vykládání. Kupémobil i se svými technologiemi bude moci být využíván jako další místnost.

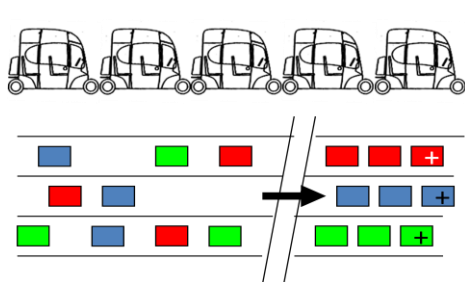
3.1.2 Platooning – sestavování a provoz souprav vozidel

Výsuvné otočné nápravy umožňují též mechanické spojení několika vozidel do jedné soupravy.

Vozidla se spojují do souprav za jízdy elektronicky (obr. 16) nebo mechanicky především v rozřazovacích pruzích (obr.17).

Soupravy snižují hustotu dopravy o polovinu, zdvojnásobují propustnost křižovatek a mohou využít speciálních lehkých přemostění křižovatek (obr.18) ke zvětšení plynulosti provozu.

Díky snížení odporu vzduchu souprav vozidel se šetří také energie.



OBR.16 – kupémobily se za jízdy budou moci elektronicky seskupovat do bezkontaktních souprav jedoucích týmž směrem. To sníží hustotu dopravy a zvýší její rychlost. Elektronické seskupení také urychlí eventuelní následné mechanické spojení.



OBR.17 – kupémobily se budou moci spojovat též mechanicky do těsných souprav pomocí spřáhla umístěného na výsuvných nápravách. Ke spojování kupémobilů jedoucích stejným směrem jsou určeny např. seřazovací terminály s několika rozřazovacími pruhy.



OBR.18 – (těsné) soupravy kupémobilů budou moci využívat lehká přemostění křižovatek, která zvýší jejich propustnost a zlepší plynulost jízdy.

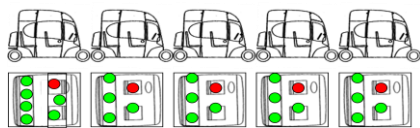
3.1.3 Zařízení souprav vozidel do veřejné dopravy

Soupravy kupémobilů (skládající se z 2 až 5 vozidel) se podobají elektrobusem a mohou nabídnout množství volných míst pro registrované uživatele veřejné dopravy (obr. 19).

Spoluprací soukromých vlastníků kupémobilů a veřejného dopravce na smluvní bázi může vzniknout velmi komfortní vysokokapacitní přepravní systém, doplňující především v dopravních špičkách základní systém veřejné dopravy.

Doprovce tak nemusí disponovat nadměrným počtem vozidel pro hromadnou dopravu a majitel kupémobilu může být honorován za své jízdy městem, které by podnikl tak jako tak.

Při jeho průjezdu městem zorganizuje veřejný dopravce ad hoc spojení soupravy kupémobilů jedoucích týmž směrem v nejbližší vhodné zastávce (obr. 20), vede soupravu městem v požadovaném směru a organizuje příležitostná zastavení a nástup a výstup cestujících (obr. 21). V poslední zastávce se souprava rozpojí a každý kupémobil pokračuje ke svému cíli individuálně.



OBR.19 – souprava sestávající z pěti soukromých kupémobilů nabídne 20 až 29 volných sedadel pro využití ve veřejné dopravě osob.



OBR.20 – ve své první zastávce se formuje souprava kupémobilů, jiná souprava kolem zastávky jen projíždí.



OBR.21 – souprava ad hoc sestavená ze soukromých kupémobilů je na základě smlouvy s přepravcem přechodně zařazena do veřejné přepravy osob

3.1.4 Nákladní doprava ve městě

Nákladní doprava se bude provádět převážně pomocí modulů pro přepravu zboží (obr. 22, 23), které jsou srovnatelné s dodávkovými vozidly (bez kabin řidiče). Přepravní moduly jsou vybaveny elektrickým pohonem omezeného výkonu.

Pro lokální manipulaci s přepravními moduly slouží dálkové ovládání (obr. 22).

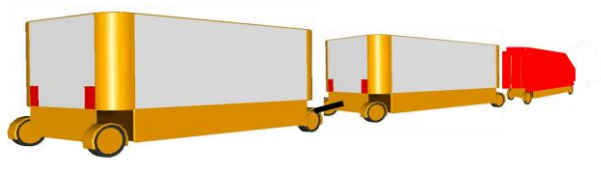
Doprava přepravních modulů mezi zákazníkem a terminálem se uskutečňuje v silničních soupravách vedených řídicím vozidlem (obr. 23) převážně v době mimo dopravní špičky.

Na terminálových parkovištích (obr. 8) pak přepravní moduly vyčkáávají na přepravu ve vlacích ComplexTrans nebo na vhodnou dobu pro dopravu k zákazníkovi.

Expresní dodávky (s příplatkem) mohou být realizovány bez zdržení v libovolné době.



OBR.22 – k lokální manipulaci nákladního přepravního modulu slouží dálkové ovládání



OBR. 23 – mezi terminálem a zákazníkem jsou nákladní přepravní moduly přepravovány v soupravě s řídicím vozidlem.

3.1.5 Snížení hustoty dopravy

Krátké kupémobily (délka asi 3,2 m při jízdě, jen 2,2 m při parkování) šetří místo při jízdě (5-10%) a při parkování (50% i více). Ještě více místa lze ušetřit při jízdě v soupravách kupémobilů (více než 50%).

Další místo lze ušetřit využíváním souprav kupémobilů k veřejné dopravě, protože stejné množství osob může být přepravováno méně vozidly.

Hustota dopravy se sníží i tím, že bude usnadněno parkování a ubude vozidel hledajících parkovací místo.

Hustota dopravy je dále snižována skutečností, že přeprava zboží je prováděna především mimo dopravní špičky.

Celkově lze očekávat snížení hustoty městské dopravy i parkování přinejmenším o 50 až 75%.

3.2 MIMO MĚSTO

3.2.1 Energie pro dálkové jízdy elektromobilů systému ComplexTrans

V dopravním systému ComplexTrans slouží pro dálkovou přepravu automobilů s elektrickým pohonem především elektrické vlaky ComplexTrans, přičemž trakční baterie elektromobilů se mohou během jízdy dobíjet. V cíli budou trakční baterie elektromobilů (kupémobilů) plně nabity. Výhodou přepravy ve vlacích ComplexTrans je významně vyšší cestovní rychlost, zajištění hygienických, stravovacích a dalších potřeb, vysoký osobní komfort, možnost využití doby na cestě k práci, zábavě či odpočinku, překonávání značných vzdáleností v noční době, a to vše za nízkou cenu a bez opotřebení vozidla.

Při jízdách na větší vzdálenosti, které jsou realizovány pouze po silnici, je trakční baterie ve výměnné stanici nahrazena na zádi přivěšeným tzv. „range extenderem“, což je nezávislý zdroj elektrické energie (např. spalovacím motorem poháněný generátor elektrického proudu nebo vodíkový palivový článek).

Po dokončení dálkové jízdy je „range extender“ ve výměnné stanici opět nahrazen trakční baterií. Tímto způsobem lze smírně a elegantně vyřešit probíhající „souboj“, zda je lepší bateriový nebo vodíkový pohon – oba najdou možnost optimálního využití.

3.2.2 Organizace dálkových jízd po silnici

Pro jízdy po silnici na delší vzdálenosti je možno pro lepší využití času, pohodlí a úsporu energie organizovat spojování kupémobilů do souprav plánovitě nebo ad hoc. Provoz soupravy je ovládán řidičem prvního vozidla, přičemž řidič i řídící vozidlo může (ale nemusí) být poskytnuto profesionálním dopravcem. Celá souprava je řízena jedním řidičem a pro ostatní řidiče se vlastně jedná o jiný způsob autonomní jízdy. Řidič by měl být za svou činnost nějak odměněn – např. tím, že by neposkytoval energii k jízdě. Při jízdách na větší vzdálenost se řidiči také mohou střídat.

4. DALŠÍ DŮSLEDKY A PŘÍSPĚVKY SYSTÉMU COMPLEXTRANS

4.1 Plná elektrifikace pozemní dopravy

Schopnost elektricky poháněných kupémobilů absolvovat dálkové cesty s menší kapacitou trakční baterie a možnost rychlé výměny trakční baterie kdykoliv a kdekoliv může výrazně přispět k urychlení zavádění elektromobility na silnici.

Snadná možnost výměny baterie spočívá v tom, že je výměnná odzadu a že kupémobily díky zatahovatelným nápravám mohou být parkovány vždy kolmo k chodníku, takže je k ní vždy přístup ze silnice a může být vyměněna pomocí vhodné mobilní technologie (vozidlo pro distribuci a výměnu baterií). K rozšíření elektromobility tak není nutno budovat rozsáhlou pouliční dobíjecí infrastrukturu a postačují k tomu centrální nabíječky s 8-10 distribučními vozidly. Předpokládá se jedna centrální nabíječka pro obsluhu města s až dvaceti tisíci obyvateli.

Vzhledem k tomu, že relativně malou trakční baterii lze snadno vyměňovat, nebude zpravidla součástí vozidla a zůstane ve vlastnictví distributora energie. Pořizovací cena baterií pak bude postupně splácena při nákupu elektrické energie obsažené v baterii. Tím se stanou kupémobily levnějšími a atraktivnějšími než automobily se spalovacími motory a otevře se cesta k úplné elektrifikaci pozemní dopravy. Tato cesta k elektromobilitě bude podpořena i vlastnostmi kupémobilů v oblasti komfortu, parkování, spojování do souprav a využívání nových prvků infrastruktury.

Systém ComplexTrans pak bude moci naprostou většinu výkonů pozemní dopravy uskutečňovat elektrickým pohonem.

4.2 Podpora přechodu na obnovitelné zdroje energie

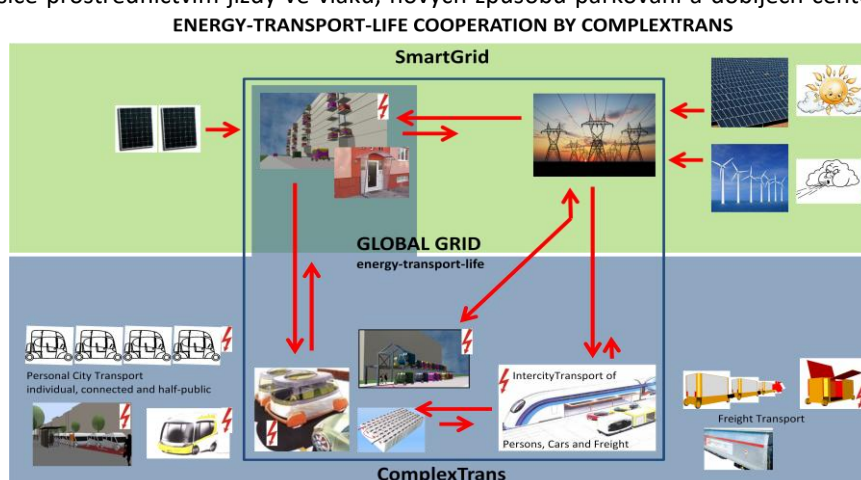
Systém ComplexTrans v zásadě umožňuje, aby všechna silniční vozidla byla poháněna elektřinou.

K tomu potřebují silniční vozidla trakční baterie.

Bude-li většina silničních vozidel vybavena trakční baterií (předpokládá se nejméně 95%), bude celková kapacita jejich baterií řádově srovnatelná s výkonem všech zdrojů elektrické energie.

Vzhledem k tomu, že elektricky poháněná vozidla v systému ComplexTrans budou připojována k elektrické rozvodné síti častěji než běžné elektromobily (obr. 25) – a sice prostřednictvím jízdy ve vlaku, nových způsobů parkování a dobíjecích center trakčních baterií – a protože trakční baterie budou patřit distributorovi elektrické energie, obrovská kapacita akumulátorů bude moci být mnohem lépe využita pro skladování obnovitelné elektrické energie vyrobené z energie větru a slunce. Stejně tak budou moci být trakční baterie využívány v režimu V2G s cílem zvýšení energetické bezpečnosti.

OBR.24 – dopravní síť ComplexTrans a elektrická síť budou propojeny v jeden vzájemně se podporující a zajišťující systém



4.3 Nezávislost pozemní dopravy na ropě a snížení emisí CO₂

ComplexTrans činí ropu v pozemní dopravě téměř zbytečnou, pokud bude dostatek elektrické energie zajištěn jinak. Lze odhadnout, že v systému ComplexTrans může být až 100% železniční dopravy a nejméně 90% silniční dopravy poháněno elektřinou. Pouze asi 5 % silniční dopravy zůstane závislých na fosilních či syntetických palivech a vodíku.

Silniční a železniční doprava dnes spotřebuje více než 50% vytěžené ropy.

Při zahrnutí nočního cestování (kdy je cestující transportován ke svému cíli během spánku v prostředí svého vlastního kupémobilu) je doprava ComplexTrans na vzdálenost až 1500 km (a 1500 km zpět) časově méně náročná než letecká, a proto kratší kontinentální lety mohou být také nahrazeny systémem ComplexTrans.

S plným využitím systému ComplexTrans lze tedy snížit celosvětovou spotřebu (nejen v dopravě) ropy až o polovinu. To také znamená, že ročně nemusí být vyprodukováno přibližně 6 miliard tun CO₂³⁾.

4.4 Úspora energie

Kromě toho, že ComplexTrans nepotřebuje energii z ropy, snižuje také energetickou náročnost pozemní dopravy. Při přepravě ve vlaku šetří kupémobil přibližně 60% energie v porovnání s přepravou vlastní silou po silnici.

Úspory energie přináší také silniční soupravy, které umožňují snížit aerodynamický odpor. Použití souprav vozidel ve veřejné dopravě snižuje počet potřebných vozidel a tedy i spotřebu energie. Méně vozidel na ulicích a jejich soupravy činí dopravu plynulejší a energeticky úspornější. Energii šetří také jednodušší parkování. Další úspor energie je dosaženo dobrým využitím vlaků ComplexTrans ve spodním patře a zvýšením podílu jízdy "běžných" cestujících v horním patře.

Lze očekávat, že systém ComplexTrans ušetří v pozemní dopravě cca 40% energie.

Významných energetických úspor bude také dosahováno náhradou části kontinentální letecké dopravy.

4.5 Autonomní jízda, konektivita, 5G sítě

Přeprava kupémobilu ve vlaku ComplexTrans je ekvivalentem autonomní jízdy, kdy se řidič nemusí věnovat řízení automobilu a může vykonávat libovolnou činnost. Narozdíl od autonomní jízdy po silnici nevyžaduje bezpečná autonomní jízda ve vlaku ComplexTrans žádné náročné technologie ani žádnou náročnou konektivitu prostřednictvím 5G-sítí pro výměnu informací s ostatními automobily.

Bezpečnou „autonomní“ jízdu lze prostřednictvím vlaků ComplexTrans zajistit jednoduše a rychle bez jakýchkoli etických a právních problémů.

4.6 Využití současně vyvíjených pokrokových technologií v systému ComplexTrans

Veškeré současně vyvíjené pokrokové technologie v silniční i železniční dopravě mohou být do systému ComplexTrans implementovány kdykoliv. Systém ComplexTrans však není na tyto pokrokové technologie odkázán a je schopen docílovat srovnatelných výsledků i bez těchto pokrokových technologií. To je důležité především z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti dopravy.

Pozdější implementace pokrokových technologií (autonomní řízení, konektivita, MaaS, car-sharing, ...) jednak vhodně doplní systém ComplexTrans, jednak umožní získat čas pro dosažení vysoké kvality a bezpečnosti těchto technologií.

4.7 Ochrana proti koronaviru a přenosu nakažlivých nemocí

Veřejná doprava je důležitá kvůli snížení dopravního zatížení, neboť přepravované osoby potřebují mnohem méně přepravní plochy (v MHD až 8 osob/m²), zatímco při individuální dopravě osobním automobilem potřebuje přepravovaná osoba plochu vozidla nejméně asi 1,5 m², přičemž je dále třeba zohlednit rozestupy mezi vozidly.

Při veřejné dopravě však hrozí značné riziko přenosu nakažlivých chorob. Proto v době koronavirové krize podstatně pokleslo využití vozidel MHD a lidé dávali přednost individuální přepravě. Protože však značné množství osob zůstalo doma (školáci, home office), nedošlo k dopravnímu kolapsu. Pokud by zůstala intenzita přepravy v původní výši a jen by lidé změnili preference ve prospěch běžné individuální dopravy, dopravní kolaps by byl neodvratný.

Systém ComplexTrans však dokáže omezit kontakt cestujících během dopravy a zároveň snižuje prostorové nároky přepravy, takže ani individualizace dopravy nemusí vést k dopravním kolapsům.

Systém ComplexTrans disponuje těmito čtyřmi způsoby individuální a individualizované přepravy osob:

- Individuální městská i meziměstská osobní přeprava v kupémobilech, která je obdobou přepravy osobními automobily, je však méně náročná na parkovací plochy (2x až 3x). Při tomto způsobu přepravy nehrozí riziko přenosu nakažlivé nemoci a díky snazšímu parkování se doprava stává plynulejší.

- b) Zhromadněná individuální městská i meziměstská osobní přeprava, při níž jsou individuální vozidla (kupémobily) během přepravy sprahována do souprav až o cca 5 vozidlech (které mohou také používat standardizovaná lehká přemostění křižovatek) čímž dochází až k trojnásobnému zmenšení hustoty provozu i ke snížení nároků na parkování (stejně jako v případě a). Při tomto způsobu přepravy nehrozí riziko přenosu nakažlivé nemoci a doprava se stává podstatně plynulejší.
- c) Sdílená zhromadněná individuální městská (i meziměstská) osobní přeprava (semi-car-sharing), při níž jsou soupravy soukromých kupémobilů přechodně a na dobrovolné bázi zařazovány do systému MHD. Při tomto způsobu přepravy sice možnost přenosu nákazy hrozí, nicméně lze významně omezit tím, že je v každém vozidle soupravy přeprava omezena jen na jednu další osobu/rodinu a zároveň je přeprava nakažených osob omezena tím, že všechny přepravované osoby jsou zaregistrovány a jsou tedy zpětně dohledatelné a postižitelné, pokud by jim bylo prokázáno, že o naze věděly nebo mohly vědět. K omezení rizika přenosu nakažlivých nemocí dalek přispívá oddělené zónové větrání přední a zadní části vozidla.
- d) Individualizovaná meziměstská hromadná přeprava ve vlacích ComplexTrans, kde jsou osoby/rodiny přepravovány v samostatně větraných malých kupé pro dvě a čtyři osoby. Nikdo tak nemusí sdílet kupé s cizími osobami, zvláště když frekvence vlaků je značná a nepředpokládá se, že by při běžném provozu bylo v železničním voze více osob než kupé (14). Možnost nákazy při tomto způsobu přepravy je nízká, není však nulová, protože osoby používají (postupně) společné prostory. Minimalizovat riziko přenosu nákazy ve společných prostorách lze důsledným větráním, dezinfikovaním a používáním hygienických pomůcek.

Dále systém ComplexTrans omezuje přenos nákazy v nákladní a letecké dopravě takto:

- e) Nákladní silniční doprava systému ComplexTrans je převážně dopravou nedoprovázenou (bez řidiče), takže řidič nemůže šířit naku mezi městy. Ve městě se pak sice jedná o dopravu doprovázenou, nicméně systém přepravy zboží ve městě, kdy přepravní modul je přepraven ke konečnému zákazníkovi a tam ponechán k vyložení/naložení, nevyžaduje kontakt osob.
- f) Způsob dopravy d) nahrazuje též leteckou kontinentální přepravou osob do vzdálenosti 1500 km, takže tímto způsobem lze omezit přenos nákazy i ve významné části letecké dopravy.

Systém ComplexTrans lze tedy provozovat bez větších omezení i při pandemiích nakažlivých nemocí.

4.8 Neměřitelné či těžko měřitelné účinky systému ComplexTrans

Kromě měřitelných hodnot, jako je doba jízdy, hustota dopravy, bezpečnost, spotřeba energie nebo emise CO₂, přináší ComplexTrans další obtížně měřitelná zlepšení, jako např.:

- lepší jízdní komfort a lepší využití času na cestě
- větší komfort života ve městech v důsledku menšího zatížení měst dopravou
- zvýšení mobility pracovních sil a spokojenější život
- příspěvek k trvalému a udržitelnému růstu
- "zmenšení" Evropy v důsledku zvětšení dosahu pozemní dopravy během jednoho dne

5. ZÁVĚR

Zatímco dnešní vývoj silničních a železničních vozidel probíhá samostatně, projekt ComplexTrans ukazuje, že se vyplatí propojit vývoj obou typů pozemní dopravy, aby byla umožněna jejich vysoce efektivní spolupráce.

Budou z toho mít prospěch oba tyto systémy.

Pro železnici systém ComplexTrans znamená lepší využití kapacit, harmonizaci osobní a nákladní dopravy, zvýšení profitability a schopnost samofinancování

Pro silniční dopravu pak systém ComplexTrans přináší úsporu času, energie a nákladů a větší komfort a bezpečnost.

A velmi důležité je, že zavádění obou systémů nemusí být současné a značný prospěch mohou oba systémy zaznamenat i jednotlivě. Jen je třeba při odděleném zavádění dbát některých společných zásad, aby následně mohlo dojít ke kvalitnímu propojení obou systémů. Se zaváděním je možné začít v podstatě hned.

Je například snadné si představit obnovu železničního vozového parku právě dvoupatrovými vozy ComplexTrans, které jsou v první etapě i v dolním patře osazeny místy pro cestující nebo zásilkové boxy a slouží tedy bez potřeby výstavby nových terminálů. V následné etapě jsou jednotlivé železniční trati postupně vybavovány terminály a poloterminály situovanými na krajích měst a spodní patro je již využíváno k přepravě silničních vozidel. Spolu s připojováním rychlých nákladních železničních

vozů lze tímto způsobem postupně převést na železnici značný podíl silniční nákladní dopravy v souladu s direktivou EC a odstranit rozpor v souběhu osobní a nákladní železniční dopravy. Po vybudování dostatečné sítě vlaků ComplexTrans ji začnou využívat i osobní automobily systému ComplexTrans – kupémobily, což povede k jejich rychlému rozšiřování a úplnému vyřešení problémů elektromobility a dálkové „autonomní“ jízdy.

Stejně tak mohou kupémobily nezávisle na rozvoji železniční části projektu začít nahrazovat běžné osobní automobily se spalovacími, ale i elektrickými motory. Výhodou pro jejich majitele bude nižší pořizovací cena, mnohem snazší parkování i možnost využití kupémobilů k nedopravním účelům. Později se přidají i další možnosti parkování a jízda v soupravách s vyšším komfortem jízdy, s nižší energetickou spotřebou a dalšími výhodami.

Přínos rovněž zaznamená energetika obnovitelných zdrojů energie. Rychlé rozšiřování elektromobility na silnici a mnohem častější připojení trakčních baterií do elektrické sítě představuje významnou možnost pro ukládání, ale i vydávání (V2G) energie z obnovitelných zdrojů, která podporuje rozšiřování slunečních a větrných elektráren.

A prospěch z toho budou mít především lidé, kteří nemusejí ztrácet tolik času cestováním, kteří se dostanou do větších vzdáleností za kratší dobu, a budou se při překonávání vzdálenosti cítit jako doma, a kteří budou moci dobu na cestě využívat pohodlněji a efektivněji.

A k tomu ještě snížení hustoty dopravy a příjemnější cestování ve městech.

A také snížení znečištění ovzduší a pokles hluchnosti ve městech i mimo ně.

To vše zní velmi pozitivně, ale potřebuje to maličkost – pustit se do implementace systému ComplexTrans.

Existuje více způsobů, jak toho dosáhnout, jeden z nich začíná na kolejích, druhý pak na silnici.

Postup může být relativně jednoduchý a plynulý – jen je třeba spolupracovat.

Evropa a Evropská unie představují pro rozvoj pozemního dopravního systému ComplexTrans dobrou platformu (obr. 25).

OBR.25 – vlaky ComplexTrans budou křížovat Evropu a přepravovat rychle a úsporně osoby i náklad rychlostmi přes 200 km/h. Evropa se více propojí, národy Evropy si budou blíže a významně se sníží zatížení ovzduší emisemi.



Reference:

[1] HOFMAN, Jiri, KONIG Viktor. Espacenet - patent WO9929552 Railway carriage for joint transportation of passengers and passenger cars and/or transportation modules 1999-06-17

[2] HOFMAN, Jiri, KONIG Viktor. Espacenet - patent WO0051840 Vehicle for passenger transport on road and rail 2000-09-08

[3] Source: IEA Key World Energy statistics 2014