



**26. MEDZINÁRODNÁ KONFERENCIA
„SÚČASNÉ PROBLÉMY V KOLĀJOVÝCH
VOZIDLÁCH - PRORAIL 2023“
20. – 22. septembra 2023, Žilina, Slovensko**

<https://doi.org/10.26552/spkv.Z.2023.1.17>

**ČASOVĚ EFEKTIVNÍ NÁHRADA KONTINENTÁLNÍ EVROPSKÉ
LETECKÉ DOPRAVY AŽ DO VZDÁLENOSTI 3000 KM UNIVERZÁLNÍMI
RYCHLÝMI NOČNÍMI VLAKY**

***TIME-EFFICIENT REPLACEMENT OF CONTINENTAL EUROPEAN AIR
TRANSPORT WITH UNIVERSAL FAST OVERNIGHT TRAINS UP TO
3000 KM***

Jiří HOFMAN ^{*)}

1 ÚVOD

Evropské nebe je přetíženo osobní leteckou dopravou a emise CO₂ z letecké dopravy přispívají ke klimatické změně. Proto má EU v úmyslu (jako součást Green Deal) převést kontinentální leteckou dopravu osob na kratší vzdálenosti na železnici, která životní prostředí zatěžuje emisemi ze všech druhů dopravy nejméně a ve spolupráci s obnovitelnými zdroji elektrické energie má potenciál stát se zcela bezemisním dopravním prostředkem.

Aby však bylo dosaženo srovnatelných dopravních časů s leteckou dopravou s přepravními rychlostmi 800–900 km/h, je třeba, aby se vlaky nebo jim podobné dopravní prostředky pohybovaly co nejrychleji. Nejrychlejší vlaky s maximální rychlostí přes 350 km/h a s cestovní rychlostí 300 km/h dokážou být při započtení časové dostupnosti rychlejší než letadla do vzdálenosti cca 1000 km, vozidla typu Maglev s provozní rychlostí 600 km/h mohou letadlům v časové dostupnosti konkurovat do vzdálenosti přes 2500 km a Hyperloop s předpokládanou (pravděpodobně však nedosažitelnou) provozní rychlostí 1200 km/h je s letadly konkurenceschopný v rychlosti vždy.

Na rozdíl od letadel však potřebují rychlé pozemní dopravní prostředky nákladnou liniovou infrastrukturu a mohou tedy být ve srovnání s letadly ekonomicky úspěšné jen tehdy, jsou-li dostatečně vytiženy. Z vysokorychlostních tratí jsou dnes samofinancovatelné pouze tři linky, a sice Tokyo – Osaka ¹⁾, Paříž – Lyon ¹⁾ a Peking - Šanghaj. Na všechny ostatní vysokorychlostní trati musí státní rozpočty doplácet.

Přitom se zapomíná na to, že pokud by byly rychlé vlaky provozovány i v noci, dokážou při téměř konvenční provozní rychlosti (230 km/h) v době spánku (8 h) překonat značné vzdálenosti a že tedy rychlé vlaky mohou být “rychlejší” než letadla do vzdálenosti až cca 3000 km.

Města v širším středu Evropy, jakými jsou např. Brusel, Berlín, Paříž, Vídeň či Praha, tak jsou dosažitelná z hlavních a mnoha dalších měst všech zemí EU během jednodenní zpáteční cesty, se zahrnutím jedné nebo dvou nocí, rychlými vlaky “rychleji” než letadly. Jen je třeba vlaky za tím účelem upravit, jejich provoz náležitým způsobem zorganizovat a kvůli ekonomice provozu i propojit s nákladní dopravou.

^{*)} **Ing. Jiří HOFMAN**, Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 8, 30100 Plzeň, jihofman@kks.zcu.cz, výzkumný pracovník.

Tento příspěvek ukazuje úpravy rychlých vlaků a organizaci jejich provozu za účelem pokrytí EU sítě rychlých denně-nočních konvenčních vlaků, nahrazujících kontinentální osobní leteckou dopravu do vzdálenosti až cca 3000 km.

A nejsou k tomu zapotřebí superrychlé vlaky nebo Maglev či Hyperloop s finančně velmi náročnou infrastrukturou a zbytečně vysokou spotřebou energie, ale postačuje maximální rychlost vlaků cca 230 km/h, která je dnes dosahována řadou výrobců. Rychlé denní a noční vlaky by mohly nahradit 80 až 90 % všech vnitroeurospeských leteckých spojů.

Součástí příspěvku je i návrh kombinace systému rychlých osobních denně-nočních vlaků s přepravou nákladu za účelem zvýšení přepravní kapacity železnice, zvýšení atraktivnosti železnice a dosažení její samofinancovatelnosti.

2 NÁHRADA LETECKÉ DOPRAVY RYCHLOVLAKY

Díky lepší dostupnosti mohou dostatečně rychlé vlaky do určité vzdálenosti nahradit letadla. Je-li průměrná doba dostupnosti vlaku 0,5 h ve výchozímu i cíli cesty a je-li časová rezerva před příjezdem vlaku 0,25 h, pak rychlovlaky s průměrnou cestovní rychlostí 200 km/h budou "rychlejší" než letadlo do vzdálenosti cca 500 km a rychlovlaky s průměrnou cestovní rychlostí 300 km/h až do vzdálenosti cca 900 km.

Zatímco vzdálenosti do 500 km je možno překonat v obdobné době po dálnici i osobním automobilem, protože osobní automobil je dostupný ihned a dopraví posádku ode dveří ke dveřím, pro větší vzdálenosti už jsou jedinou alternativou k letadlům velmi rychlé rychlovlaky s cestovní rychlostí kolem 300 km/h.

Tímto směrem se také ubírá současný vývoj rychlovlaků a cílem tohoto vývoje je náhrada letecké dopravy do vzdálenosti cca 1000 km.

Velmi rychlé vlaky (s provozní rychlostí až cca 350 km/h) však nemohou být v souběžném provozu s pomalejšími, zejména nákladními vlaky, a tak je třeba provoz rychlovlaků oddělit od ostatních vlaků. Oddělení provozu se uskutečňuje buď oddělením tratí, nebo oddělením v čase (den – noc).

V prvním případě je nutné, aby tratě byly dostatečně vytíženy, jinak je provoz ztrátový. Podle dostupných informací jsou výdělečné pouze tři vysokorychlostní trati na světě, a sice Paříž-Lyon, Tokyo-Osaka a Peking-Šanghaj. U všech ostatních samostatných vysokorychlostních tratí je provoz bez započtení externalit, jakými jsou třeba náklady spojené s produkovanými emisemi, prodělečný.

Proto se užívá i oddělení rychlovlaků od nákladních vlaků v čase. Rychlovlaky jsou provozovány v denní době, v noční době jsou provozovány nákladní vlaky. Na takových tratích jsou zpravidla rychlovlaky provozovány nižšími rychlostmi (cca 250 km/h).

První způsob se používá např. ve Francii či Japonsku, druhý např. v Německu.

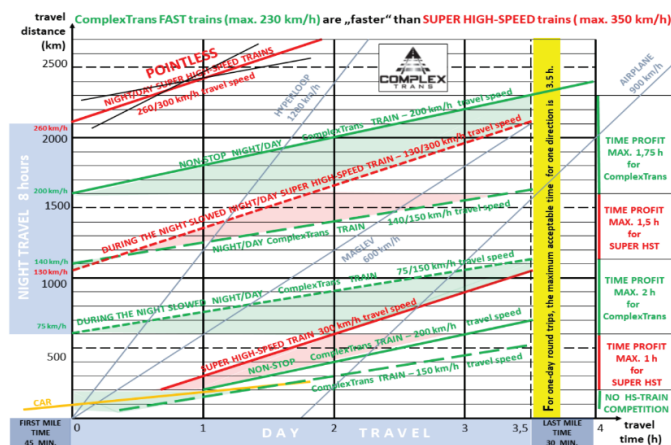
3 NÁHRADA LETECKÉ DOPRAVY RYCHLÝMI NOČNÍMI VLAKY

Při délce noční doby 8h mohou rychlé vlaky v této době absolvovat

- vzdálenost 600 km při průměrné rychlosti 75 km/h,
- vzdálenost 1200 km při průměrné rychlosti 150 km/h,
- vzdálenost 1600 km při průměrné rychlosti 200 km/h a
- vzdálenost 2400 km při průměrné rychlosti 300 km/h.

Z toho je zřejmé, že dostatečně rychlé noční vlaky jsou schopny nahradit letadla (případně i systémy Maglev nebo Hyperloop) na mnohem větší vzdálenosti, než jsou schopny nejrychlejší rychlovlaky během denní doby (**obr. 1**).

Musí však poskytovat pro noční cestování dostatečné soukromí a pohodlí a především musí mít k dispozici vhodné a volné trati.



Obr. 1 Denn \acute{y} a nořn \acute{y} rychl \acute{e} vlaky ComplexTrans s provozn \acute{y} rychlost \acute{y} 230 km/h a třemi provozn \acute{y} mi reřim \acute{y} (přim \acute{y} vlak, vlak se vřemi zast \acute{a} vkami a zpomalen \acute{y} vlak) nahrad \acute{y} velmi rychl \acute{e} vlaky a letadla ař do vzd \acute{a} lenosti přibliřn \acute{e} 3000 km a uřin \acute{y} superrychl \acute{e} technologie (Maglev, Hyperloop) nadbytečn \acute{y} mi.

Fig. 1 Day and night fast ComplexTrans trains with an operating speed of 230 km/h and three operating modes (direct train, train with all stops and slowed train) will replace high-speed trains and planes up to a distance of about 3000 km and will make superfast technologies (Maglev, Hyperloop) redundant.

Vhodn \acute{y} mi vozidly pro tento uřel jsou dvoupatřn \acute{y} jednotky pro sm \acute{y} šenou dopravu ComplexTrans ^{2), 3), 4), 5)} s provozn \acute{y} rychlost \acute{y} 230 km/h, kter \acute{e} jsou v horn \acute{y} m patře vybaveny mal \acute{y} mi kup \acute{e} s variabiln \acute{y} m uspoř \acute{a} d \acute{a} n \acute{y} m pro denn \acute{y} i nořn \acute{y} provoz, a doln \acute{y} patro a konec vlaku slouř \acute{y} pro přepravu n \acute{a} kladn \acute{y} středn \acute{y} a velk \acute{e} velikosti. Tyto vlaky mohou b \acute{y} t provozov \acute{a} ny ve dne i v noci st \acute{a} le stejnou rychlost \acute{y} , protože převezmou krom \acute{e} osobn \acute{y} i n \acute{a} kladn \acute{y} přepravu a nebudou tedy zdrřov \acute{a} ny pomal \acute{e} ř \acute{y} mi n \acute{a} kladn \acute{y} mi vlaky (**obr. 2**).



Obr. 2 Dvoupatřn \acute{y} vlak ComplexTrans přepravuje osoby v horn \acute{y} m patře a uzpůsoben \acute{a} osobn \acute{y} a n \acute{a} kladn \acute{y} vozidla ve spodn \acute{y} m patře. Dvouřvňov \acute{e} n \acute{a} stupiřt \acute{e} odd \acute{e} luje cestuj \acute{y} c \acute{y} a vozidla.

Fig. 2 The double deck ComplexTrans train transports people on the upper deck and adapted vehicles on the lower deck. A two-level platform separates passengers and vehicles.

Většinu následujících úvah lze aplikovat na jakékoli rychlé vlaky, provozované na dlouhých vozebních ramenech. Podmínkou ovšem je, aby rychlé vlaky nebyly zpomalovány nákladní železniční dopravou.

3.1 Rychlost železniční přepravy systému ComplexTrans (obr. 3)

Nejvyšší provozní rychlosti dosahované v železniční dopravě se blíží 400 km/h. Za vysokorychlostní jsou považovány vlaky s rychlostí nejméně 250 km/h na nových a 200 km/h na modernizovaných tratích. Čím vyšší je provozní rychlost, tím vyšší je spotřeba energie, hluk i náročnost trasování železniční tratí a náklady na jejich stavbu i údržbu – proto je vhodné provozovat vlaky jen takovou rychlostí, která postačuje pro splnění požadavků.

Návrhová provozní rychlost systému ComplexTrans je 230 km/h a průměrná návrhová vzdálenost terminálů činí 50 km, aby systém odpovídal v co největším rozsahu modernizované evropské rychlostní železniční síti, aby zajišťoval v rozumném rozsahu požadované regionální, národní a mezinárodní dopravní služby a výkony a aby minimalizoval rušivé vlivy na životní prostředí a finanční náklady.

Systém ComplexTrans obsahuje tři kategorie vlaků – všechny s provozní rychlostí 230 km/h.

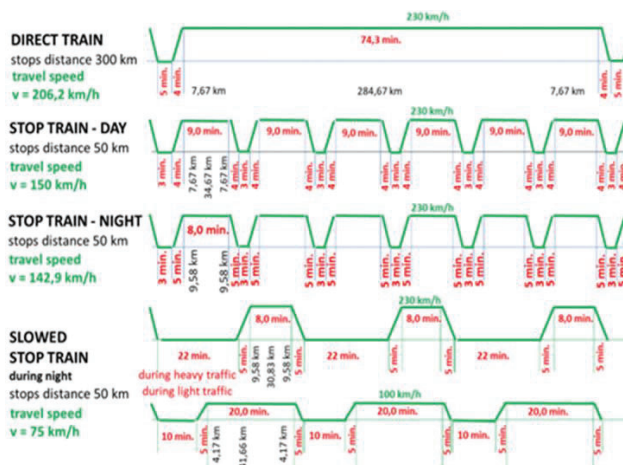
STOP TRAINS Při provozní rychlosti 230 km/h, při průměrné vzdálenosti terminálů ComplexTrans 50 km a při době zastavení 3 minut budou vlaky ComplexTrans dosahovat cestovní rychlosti 150 km/h.

DIRECT TRAINS Kromě rychlých zastávkových vlaků se zastávkami po každých cca 50 km (STOP TRAINS) budou provozovány i stejně rychlé přímé vlaky, které však budou zastavovat jen v nejdůležitějších městech s průměrnou vzdáleností 250 - 300 km. Jejich průměrná cestovní rychlost bude cca 200 km/h.

SLOWED STOP TRAINS

Některé vlaky budou v noci provozovány pomaleji, aby během spánku v trvání 8 h bylo možno dosáhnout i méně vzdálených cílů. Cestovní rychlost cca 75 km/h bude dosahováno při hustém provozu prodlouženou dobou pobytu ve stanici a při méně hustém provozu sníženou jízdni rychlostí až na cca 100 km/h, případně vhodnou kombinací snížení rychlosti (bez omezování ostatních vlaků) a prodloužené doby pobytu v terminálu.

Akcelerace a decelerace vlaků bude v noci omezena, aby nedocházelo k rušení spánku cestujících. Proto je cestovní rychlost zastávkových vlaků v noci poněkud nižší, než během dne.



Obr. 3 Cestovní rychlost přímých, zastávkových a zpomalených zastávkových vlaků. V noci mají některé vlaky sníženou cestovní rychlost.

Fig. 3 Travel speed of direct, stopping and slowed stopping trains. At night some trains have reduced travel speeds.

Cestovní rychlost 75 km/h je minimální cestovní rychlostí v noci pro překonání vzdálenosti 600 km. Pro překonání větších vzdáleností (např. 800 nebo 1000 km) mohou být cestovní rychlosti zpomalených nočních vlaků odstupňovány (např. 75, 100 a 125 km/h).

3.2 Dosah železniční dopravy ComplexTrans obr. 4 a obr. 5)

Jednodenní cesty

Systém ComplexTrans, obdobně jako letecká doprava, by měl umožňovat zjednodušení služební cesty do větších vzdáleností během denní doby 6-22 h (16 hodin).

Doba pobytu ve vlaku při jedné cestě by neměla přesáhnout dobu asi 3,5 h.

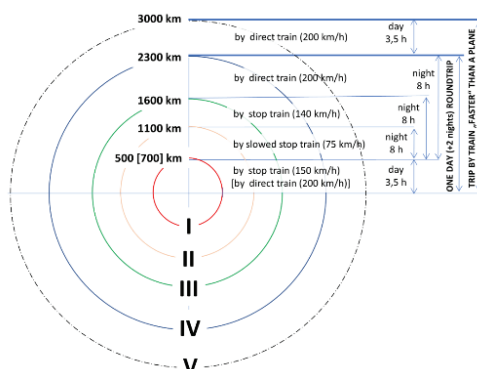
Uvažujeme s dobou cesty ke vlaku i od vlaku 30 minut a s čekací dobou 15 minut.

Celkový čas na cestě tam i zpět bude vyžadovat celkem 9,5 h a na samotné obstarání potřebných záležitostí zbude 6,5 h.

Rychlé zastávkové vlaky ComplexTrans se zastávkami každých 50 km při cestovní rychlosti 150 km/h během 3,5 h ujedou vzdálenost přes 500 km. Rychlé přímé vlaky ComplexTrans se zastávkami každých cca 200-300 km při cestovní rychlosti více než 200 km/h během 3,5 h ujedou vzdálenost přes 700 km.

Jednodenní pracovní cesty vlaky ComplexTrans tedy bude možno v době od rána do večera uskutečňovat až do vzdálenosti cca 700 km (např. Berlín – Brusel).

Vlaky ComplexTrans však budou uzpůsobeny i pro noční cestování a během noci (8 h) bude v závislosti na druhu rychlého vlaku možno urazit vzdálenost 600 km (např. Brusel-Hamburg, Varšava-Berlín nebo Barcelona-Madrid), 1100 km (např. Paříž – Vídeň) nebo 1600 km (např. Amsterdam – Řím).



Obr. 4 Jednosměrná dosažitelná vzdálenost tří druhů rychlých vlaků během 3,5 h ve dne a 8 h v noci

Fig. 4 One-way reachable distance of three types of fast trains within 3.5 h (day) + 8 h (night)

I - dosah 3,5 h

II - dosah 3,5 h + jedna noc zpomaleným zastávkovým vlakem

III - dosah 3,5 h + jedna noc zastávkovým vlakem

IV - dosah 3,5 h + jedna noc přímým vlakem vlak

V - dosah 7 h + jedna noc ... vlak "rovný" letadlu

Spolu s denní dobou cestování až 3,5 h tak bude možno během dne a dvou nocí absolvovat jednodenní cestu do vzdálenosti až 2300 km (např. Praha – Madrid nebo Tallin – Brusel a zpět). To je přibližně vzdálenost mezi městy uprostřed Evropy (např. Paříž, Brusel,

Berlín, Praha, Vídeň, Curych, Milan) a okraji Evropy. Cesty přes polovinu Evropy a zpět tak bude možno absolvovat během jednoho dne vlakem "rychleji" a pohodlněji než letadlem.

Pro překonání vzdáleností v rozmezí cca 600 – 1100 km budou sloužit vlaky, které budou během noci provozovány sníženou cestovní rychlostí.

Víkendové cesty a cesty na dovolenou

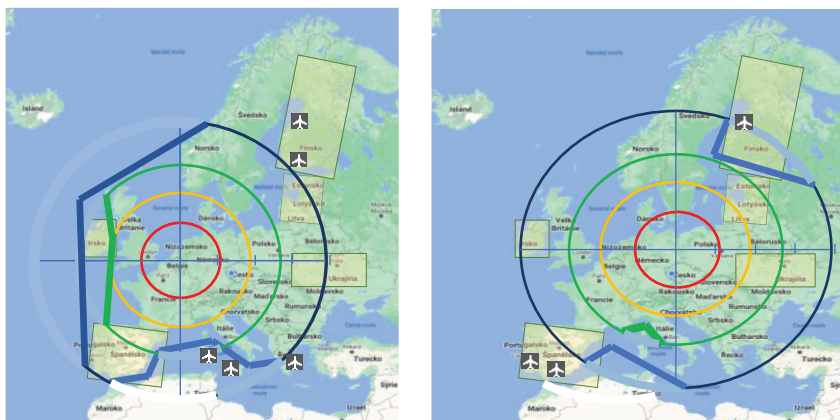
V Evropě jsou oblíbené dvou- nebo třídenní víkendové pobyty v turisticky zajímavých místech. Cestující se přitom dopravují do oblíbených destinací letadly low-cost leteckých společností. I tyto cesty je možno efektivně absolvovat pomocí rychlých nočních vlaků.

Pokud předpokládáme odjezd ve čtvrtek nebo v pátek v 18 h a příjezd do destinace druhý den v 9 h ráno, během 15 h lze absolvovat cestu do vzdálenosti až 3000 km.

Zpáteční cestu s návratem v pondělí v 7 h ráno je třeba nastoupit v neděli odpoledne v 16 h. Zpáteční cestu s návratem v neděli je možno nastoupit kdykoliv v sobotu večer.

Pomocí rychlých nočních vlaků lze tedy pohodlně uskutečnit dvou- nebo třídenní víkendové pobyty až ve vzdálenosti cca 3000 km, přičemž v cílové destinaci budou mít turisté k dispozici zpravidla více času, než při cestě letadlem, protože letecké spoje na tyto vzdálenosti se uskutečňují v denní době a zaberou až 7 h času (ode dveří ke dveřím).

Obdobným způsobem lze cestovat i na delší dovolenou. Výhodou vlaků ComplexTrans je, že si turisté na cestu mohou vzít více zavazadel i vlastní automobil, což může být výhodná volba zejména pro skupinu společně cestujících osob. To ostatně platí i pro jednodenní nebo víkendové cesty.



Obr. 5 Z Bruselu nebo Berlína rychlým vlakem za jeden den a dvě noci téměř do všech koutů Evropy a zpět (nebo v obráceném směru)

Fig. 5 From Brussels or Berlin by fast train in one day and two nights to almost every corner of Europe and back (or the opposite direction)

3.3 Náhrada kontinentální letecké dopravy systémem ComplexTrans

V tabulce (**obr. 6**) jsou uvedeny po-zemní vzdálenosti mezi mnoha hlavními a důležitými městy Evropy.

Vzdálenosti nad 3000 km (9,5 %) jsou označeny plným obdélníkem a tyto vzdálenosti je vhodnější absolvovat letadlem než vlakem ComplexTrans.

Vzdálenosti v rozmezí 2300 – 3000 km (12,5 %) jsou označeny rámečkem. Použije-li cestující k jejich překonání noční vlak ComplexTrans, bude v denní době potřebovat méně času než při cestě letadlem. Vzdálenost cíle je však taková, že nebude

možno zpáteční cestu uskutečnit efektivně během jednoho dne a dvou nocí a cestující bude potřebovat k uskutečnění zpáteční cesty o jeden den více.

Vzdálenosti menší než 2300 km (78 %) nejsou označeny nijak a vlakem ComplexTrans bude možno uskutečnit zpáteční cestu během jednoho dne a dvou nocí, přičemž v denní době bude cesta kratší než při cestě letadlem. Pro každou z obou cest bude cestující potřebovat nanejvýš 3,5 h v denní době a nanejvýš jednu noc (8 h).

Je-li součástí cesty i přeprava tra-jektem, je počítáno s časovým navýšením nejméně 2 h pro každou cestu. Mírné časové navýšení si vyžádá i změna rozchodu.

Z uvedených informací lze odvodit, že přibližně 90% všech kontinentálních evropských destinací bude možno obsluhovat prostřednictvím železnice systému ComplexTrans a že příslušná letecká spojení bude možno zrušit. Pokud se týká dopravovaných objemů, bude náhrada letecké dopravy železniční ještě rozsáhlejší, protože destinace s největšími přepravními objemy (Brusel, Paříž, Berlín, Milán, Curych, ...) bude možno obsluhovat téměř výhradně železniční dopravou.

Km	Amsterdam	Athènes	Barcelona	Belgde	Berlin	Bruxelles	Bucarest	Budapest	Copenhague	Genève	Hambourg	Helsinki	Lisbonne	Londres	Madrid	Milan	Munich	Oslo	Paris	Prague	Rome	Sofia	Stockholm	Varsovie	Vienne	Zurich
Amsterdam		3027	1558	1823	669	220	2370	1395	886	964	442	1803	2318	530	1781	1096	814	1370	517	912	1661	2230	1420	1216	1138	801
Athènes	2915		3277	1174	2506	2978	1254	1602	3243	2565	2799	3932	4526	3296	3889	2246	2171	3499	3115	2170	2508	847	3549	2278	1858	2421
Barcelona	1696	3277		2103	1847	1338	2859	2093	2234	772	1790	3323	1276	1504	637	1043	1359	2789	1030	1480	1420	3536	2830	2520	1928	1052
Belgrade	1915	1000	2274		1332	1804	732	428	2069	1391	1625	2753	3354	2117	2715	1074	987	2320	1941	996	1334	409	2370	1099	584	1247
Berlin	664	2357	2017	1357		781	1749	904	737	1129	293	1459	3148	1114	2509	1055	588	1026	1073	337	1525	1703	1076	589	648	859
Bruxelles	235	2884	1461	1888	819		2295	1500	1030	664	586	1960	2098	371	1561	927	807	1529	297	913	1492	2193	1579	1299	1107	632
Bucarest	2529	1444	2919	694	1903	2377		685	2307	2116	2034	3208	4073	2666	3475	1786	1542	2775	2658	1406	2050	407	2825	1487	1106	1850
Budapest	1634	1353	2188	353	1008	1607	856		1641	1320	1197	2252	3314	1752	2675	1034	693	1919	1527	568	1294	810	1969	698	256	1004
Copenhagen	847	3202	2302	1867	510	1029	2413	1518		1471	354	3510	1302	2871	1665	1178	602	1327	1039	2230	2261	652	1147	1385	1370	
Genève	1019	2539	868	1539	1151	844	2222	1412	1333		1089	2422	2019	991	1380	317	587	1989	517	950	882	1793	2039	1575	1018	280
Hambourg	493	2648	1983	1847	327	703	2230	1335	444	1117		1358	3066	979	2427	1221	795	925	883	595	1786	1988	975	874	941	926
Helsinki	1997	4352	3452	3017	1660	2179	3563	2668	1035	2021	1504		4074	2337	3532	2571	2170	907	2263	1800	3148	3162	383	2048	2100	2200
Lisbonne	2451	4587	1339	3613	2965	2209	4229	3537	3163	2207	2809	4313		2260	639	2294	2551	3641	1801	2926	2671	3730	3601	3438	3078	2299
Londres	418	3177	1585	2236	1025	361	3189	1839	1203	994	848	2353	2308		1718	1321	1124	1904	449	1257	1898	2564	1954	1670	1582	942
Madrid	1925	3967	690	2954	2443	1692	3609	2911	2641	1558	2287	3796	649	1791		1655	1967	3099	1264	2330	2032	3132	3149	2896	2439	1660
Milan	1160	2165	1108	1165	1268	985	1831	1115	1598	374	1244	2748	2398	1295	1778		467	2138	842	830	565	1463	2187	1456	837	305
Munich	892	2023	1446	1023	704	685	1637	742	1178	638	824	2328	2687	1213	2038	584		1736	834	363	937	1402	1787	990	437	305
Oslo	1501	3856	2956	2521	1164	1683	3067	2172	654	2125	1009	1116	3817	1857	3300	2252	1832		1830	1367	2715	2729	549	1615	1669	1827
Paris	558	2886	1135	1886	1076	320	2550	1655	1274	570	920	2424	1889	419	1367	824	913	1972		1071	1413	2335	1880	1627	1271	572
Prague	1081	1971	2016	971	386	1071	1517	622	896	1081	713	2046	3245	1283	2617	1037	443	1550	1245		1300	1362	1417	612	312	668
Rome	1707	2451	1456	1451	1644	1532	2117	1401	2115	864	1761	3265	2763	1888	2143	632	940	2769	1464	1383		1727	2764	1872	1150	871
Sofia	2327	884	2685	412	1769	2300	560	762	2279	1811	2259	3429	4024	2618	3375	1577	1440	2933	2298	1387	1863		2779	1508	1060	1769
Stockholm	1497	3852	2952	2517	1160	1679	3063	2168	650	2121	1004	500	3813	1853	3296	2248	1828	616	1924	1546	2765	2929		1665	1719	1877
Varsovie	1241	2262	2584	1262	567	1386	1386	912	1077	1718	894	2227	3536	1591	3010	1783	1145	1731	1643	746	1871	1807	1727		718	1298
Vienne	1234	1623	1914	624	734	1208	1169	274	1415	1106	1061	2565	3307	1565	2604	898	468	2069	1381	348	1184	1039	2065	687		748
Zurich	861	2271	1156	1271	948	686	1937	1127	1313	288	959	2463	2495	1015	1846	294	350	1967	615	793	925	1683	1963	1505	818	

Obr. 6 Pozemní vzdálenosti evropských měst (horní trojúhelník)
vzdálenost prostá: menší než 2300 km (80%)
vzdálenost v rámečku: 2300-3000 km (12,5%)
vzdálenost překrytá: nad 3000 km (8,5%)
název města v rámečku: města ve středu Evropy

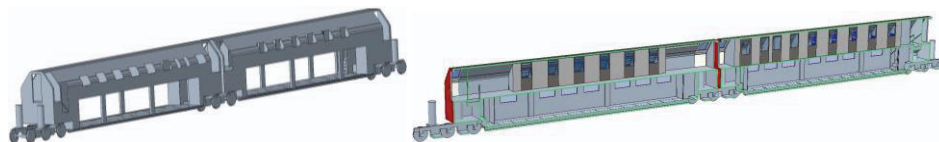
Fig. 6 Ground distances of European cities (upper triangle)
simple distance: less than 2300 km (80%)
boxed distance: 2300-3000 km (12.5%)
covered distance: over 3000 km (8.5%).
boxed city name: cities in the centre of Europe

3.4 Zajištění pohodlí pro noční přepravu ve vlacích ComplexTrans

Využití doby spánku k přepravě cestujících v rychlých nočních vlacích má obrovský potenciál, nahradit kontinentální leteckou přepravu osob na vzdálenosti 600-3000 km. Aby však cestující dali rychlým vlakům přednost před leteckou dopravou, je nutno jim nabídnout stejný nebo vyšší komfort přepravy při srovnatelné nebo nižší ceně přepravy.

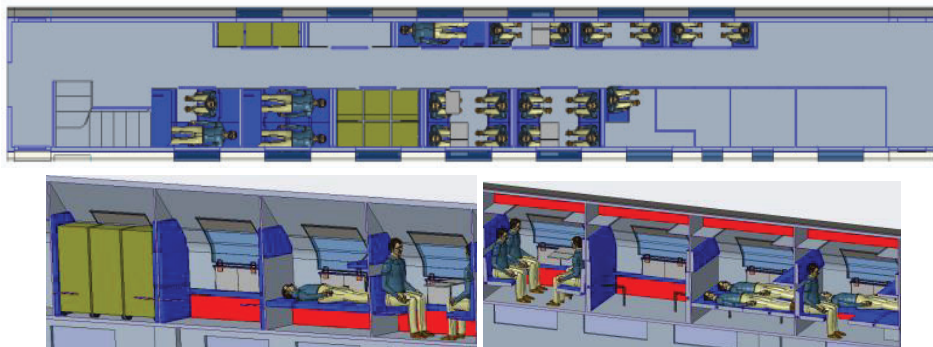
Protože se přeprava uskutečňuje převážně v noci, je třeba cestujícím nabídnout pohodlný spánek a dostatek soukromí.

Soukromí je zaručeno malými kupé dvou velikostí (**obr. 8**), která poskytují v noční době pohodlné lůžko jedné nebo dvěma osobám. V lůžko se motoricky přeměňuje dvojice proti sobě umístěných sedadel. Kupé jsou umístěna v horním patře dvoupatrových vozů ComplexTrans (**obr. 7**), kde je také umístěno samostatné WC s umyvadlem a samostatný hygienický kout se sprchou, umyvadlem a skrytým pisoárem. Další dvě WC se sprchovým koutem se nalézají ve spodním patře každého vozu, přístupném po schodišti (**obr. 9**).



Obr. 7 Dvoupatrační vůz ComplexTrans - horní patro s malými kupé, spodní s nákladovým prostorem.

Fig. 7 ComplexTrans double deck coach - upper deck with small coupes, lower deck with cargo area.



Obr. 8 Větší oddíl (vlevo) a menší oddíl (vpravo) slouží k přepravě sedících cestujících přes den a ke spánku v noci. Oddíly neobsazené cestujícími lze využít k přepravě zásilek v doručovacích schránkách.

Fig. 8 The larger (left) and the smaller compartment (right) are used to carry seated or sleeping passengers. The compartments unoccupied by passengers are used to carry the delivery boxes.

Spodní patro vozů ComplexTrans (**obr. 9**) slouží přepravě soukromých silničních osobních vozidel, nazývaných kupémobily, a pojízdných osobních přepravních modulů (**obr. 10**).

Tato vozidla, schopná hluboké spolupráce se železniční dopravou, jsou vyvíjena jako silniční součást systému ComplexTrans a měla by v časovém horizontu desítek let v hojné míře nahradit současně provozovaná soukromá osobní silniční vozidla. Všechna tato vozidla mají vlastní lůžkovou úpravu (cestující tedy nemusí platit žádné vícenáklady spojené s nočním ubytováním) a mohou tedy také sloužit pro noční vlakovou přepravu osob.



Obr. 9 Spodní patro  elezniřn ıho vozu ComplexTrans je opatřeno z obou stran nákladovými dveřmi pro n kl dku a vykládku vozidel a dvěma hygienickými kouty s WC, umyvadlem a sprchov m koutem.

Fig. 9 The lower deck of the ComplexTrans coach is equipped on both sides with loading doors for loading and unloading vehicles and two sanitary corners with toilet, sink and shower.



Obr. 10 Tzv. kup mobily s v suvn mi n pravami a osobní převavn  moduly - silniřn  osobní vozidla, upraven  pro převavu ve vlacích - umořňuj  kombinovanou denní i nořn  převavu silnice- eleznice.

Fig. 10 So-called cupemobiles with extendable axles and passenger transport modules - road passenger vehicles adapted for transport on trains - allow combined day and night road-rail transport.

V kařd m  elezniřn m voze ComplexTrans lze za příplatek ve spodním patře vyřlenit jedno m sto se samostatn m WC a hygienick m koutem se sprchou (**obr. 9**) pro zcela individu ln  převavu vozidla, kterou ocení zejména movit  cestující.

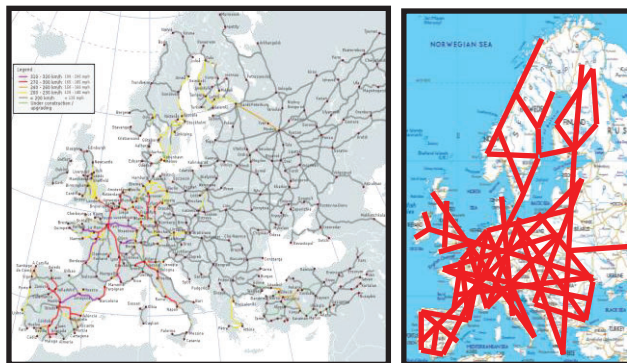
Aby byl spánek co nejkldn jř ı a co nejméně přeruřovann , je v nořn  době akcelerace a decelerace vlaků zmírněna (a pr m rn  cestovní rychlost poněkud sniřena). Vozy jsou také sv m konstrukčním uspořádáním připraveny na naklápění při pŕujezd  obloukem.

Spoleřnou výhodou vřech uvedených typů nořn  převavy je fakt, ře se jedná o méně stresující způsob převavy, kdy není třeba sp chat a ráno není zapotřebí brzy vstávat. Navíc lze volbou doby odjezdu v řirok m rozmezí regulovat i dobu pŕijezdu do cíle cesty.

Pro základní ekonomickou kalkulaci cena převavy soukromých kup mobil  odpov d  ceně paliva, potřebného pro pŕekon n ı shodn  vzdáleností po silnici (1,50 Kř/km), pro firemní kup mobily je kalkulována zvyřen  sazba, lépe odpovídající skuteřn m dopravním nákladům (3 Kř/km) a cena převavy individuálního cestujícího je kalkulována sazbou 1 Kř/km. Pŕi takových cenách je systém ComplexTrans samofinancovateln  na ekonomicky vyvinutých územích s hustotou obyvatelstva cca 150 osob/km² a v řř ı ⁷⁾. To odpov d  v podstatě vřem hlavním evropsk m dopravním koridorům.

3.5 Po kterých tratích budou rychlé noční vlaky jezdit?

Evropská unie buduje systém vysokorychlostní železniční dopravy, přičemž za vysokorychlostní jsou považovány nově stavěné trati s provozní rychlostí nejméně 250 km/h a modernizované trati s provozní rychlostí nejméně 200 km/h. Takových tratí bude v EU



Obr. 11 V Evropě je přibližně 15 000 kilometrů železničních tratí pro provoz rychlostí vyšší než 200 km/h (vlevo). Síť denních a nočních vlaků by měla pokrývat celé území EU (vpravo).

Fig. 11 There are approx. 15 000 kilometres of railway lines in Europe for operation at speeds above 200 km/h (left). The network of fast day and night trains should cover the whole EU territory (right).

brzy přibližně 15 000 km⁶⁾ (**obr. 11**). Tyto trati by měly být využívány rychlými nočními vlaky s provozní rychlostí cca 230 km/h.

Všechny nové hlavní a modernizované evropské trati (zejména TEN-T), na nichž budou rychlé noční vlaky také provozovány, by měly být navrhovány nebo modernizovány na provozní rychlost cca 230 km/h, nejméně však na 200/160 km/h.

Pro přechod na širokorozchodné tratě (Španělsko, Portugalsko, Irsko, Finsko, Pobaltské státy, Ukrajina) je třeba navrhnout vhodná řešení - např. podvozky s měnitelným rozchodem nebo úpravu rozchodu.

Pro usnadnění propojení s některými zeměmi (Irsko, Finsko) nebo pro spojení s Afrikou (Tunisko, Maroko) je třeba vozy přizpůsobit možnosti přepravy na trajektu.

4. EFEKTIVNÍ SOUBĚH RYCHLÉ OSOBNÍ A NÁKLADNÍ PŘEPRAVY – PODMÍNKA EKONOMICKÉ ÚSPĚŠNOSTI ŽELEZNICE

S výjimkou nejvytíženějších tratí nedokáže rychlá osobní doprava využít plně kapacitu rychlostních tratí a zajistit dostatečné financování železnice. Pro zajištění samofinancovatelnosti musí být na velké většině tratí spolu s osobní dopravou provozována i nákladní doprava, a to ve značně větším rozsahu než dnes.

Pokud by byl použit dopravní model, kdy se osobní doprava uskutečňuje v denní době a nákladní doprava v noční době, nebylo by možno rychlou noční osobní dopravu v souběhu s pomalou nákladní dopravou uskutečňovat a nebylo by tedy možno tímto způsobem nahrazovat leteckou dopravu.

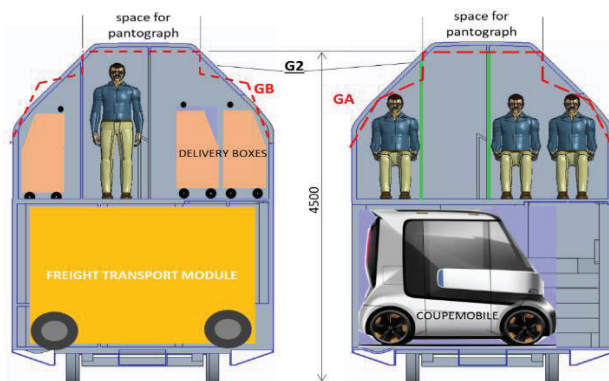
Leteckou dopravu je možno nahradit rychlými nočními vlaky, pokud se nebude v noci uskutečňovat žádná nákladní doprava. To však znamená, že taková železniční doprava by měla finanční ztráty a bylo by třeba ji dotovat. Ani to tedy není vhodné řešení.

Aby bylo možno provozovat rychlé osobní vlaky i v noci a zároveň dosahovat ekonomické soběstačnosti železnice, je třeba zvolit jiný dopravní model, a sice provozovat i nákladní vlaky dostatečně vysokou rychlostí, nejlépe stejnou, jakou mají rychlé vlaky osobní. Tedy např. rychlostí 230 km/h.

Na provozování osobních i nákladních vlaků stejnou rychlostí je založen systém ComplexTrans, čímž je umožněn i provoz rychlých nočních osobních vlaků, nahrazujících kontinentální lety.

Aby však byl systém co nejeftivnější, je učiněno ještě několik dalších opatření.

Prvnm z nich je spojenm osobnm a n kladnm dopravy ve smiešen ch vlcach. Tmto krokom je zajištena podstatn  v tšie frekvence osobnm prepravy, kdy intervaly medzi nasledujmcm vlaky neprekra ujm dobu 15-20 minut po 24 hodin denně a po sedm dnm v týdnu



Obr. 12 Flexibilnm usporiadnm vozů ComplexTrans umožňuje prepravovat osoby, zásilkové boxy i uzp soben  vozidla a menm libovolnm poměr medzi cestujmcm a prepravovan m nákladom

Fig. 12 The flexible layout of ComplexTrans coaches enables the transport of people, delivery boxes and customised vehicles and to change the ratio between passengers and cargo freely

a každý z vlakov umožňuje i osobnm dopravu. Tm se  eleznice približuje svou časovou dostupnmcm individu lnm doprav  a stává sa tak pro cestujmcm mnohem atraktivnmcm.

Smiešen  vlaky byly kdysi b e nm, avšak pak se od nich upustilo, pretože cestujmcm začali sp chat a manipulace s n kladnmcm vozy je zdržovala. Ve vlcach ComplexTrans však netrvá vykládka a n kladka zbo m d le, než výstup a nástup cestujmcm (3 minuty), a cestujmcm tak nejsou prepravou nákladu ve smiešen m vlaku nijak zdr ovanm. D le it  je zaji tm, aby preprava nákladu neohrožovala bezpe nmcm cestujmcm.

Druh m opatrenm je prepravn  flexibilita, kt r  umožňuje vyu mvat téže prostory vlaku jak k preprav  osob, tak k preprav  nákladu/zbo m.

V hornm patre dvoupa-troveho vlaku se prepravujm buď osoby, nebo vy k vajmcm mal  zásilkové boxy pro po tovnm a e-shopov e zásilky, v dolnm patre se pak prepravujm vozidla s osobnm nebo vy k vajmcm vozidla se zbo m strednm velikosti (**obr. 12**).

Prednost majm osoby prepravo-van  samostatnm nebo ve vozidlech. Na neobsazovan m m stech se prepravujm vy k vajmcm zásilkové boxy (hornm patro) nebo vozidla se zbo m (spodnm patro) – **obr. 13**. Ke koncům vlakov se pak pripo ujm jednotliv e alebo v malých skupinkách rychl  kryt  n kladnm vozy pro prepravu velkorozměrového nákladu nebo n mo nmch kontejnerům či automobilových n v s  (**obr. 14**).



Obr. 13 Vlevo zásilkové boxy a vpravo kr tk /dlouh  n kladnm moduly p m n kladce a preprav 

Fig. 13 Delivery boxes (left) and short and long cargo modules during loading and transport (right)

Pokud by takov  opatrenm nebylo použito, musely by být poměr osobnm a n kladnm kapacity ve smiešen m vlaku co nejlépe odpovmdat poměru osobnm a n kladnm pop-t vky, kt r  se však v p ub hu dne menm a navm je často naru ovan v jmecn mcm ud lostnm.

Změna poměru kapacity během dne by byla velmi náročná, a tak je pravděpodobné, že by významná část kapacity zůstávala nevyužita. Flexibilita však umožňuje udržovat vytížení vlaků trvale blízko 100% nezávisle na poměru poptávky po osobní a nákladní dopravě.



Obr. 14 Rychlý nákladní plošinový vůz s kapsou/košem má odklopný kryt a vlastní elektrický pohon a pojme dva 40' nebo čtyři 20' námořní kontejnery či automobilový návěs.

Fig. 14 The fast flatbed wagon with pocket/basket has a tilting cover and its own electric drive and can carry two 40' or four 20' sea containers or a car trailer.

Jízda bez jízdniho řádu však nebude jízdou bez řádu. Vždy bude garantována nejdelší čekací doba na příští vlak 15 (20) minut a nejdelší jízdni doba mezi každými dvěma místy.

Čtvrtým opatřením je předtřídění cestujících a nákladu. V základním dopravním schématu jsou uvažovány dva druhy vlaků – zastávkové vlaky s cestovní rychlostí 150 km/h (STOP TRAIN zastavující ve všech terminálech) a přímé vlaky s cestovní rychlostí více než 200 km/h (DIRECT TRAIN zastavující jen v největších městech s velkou dopravní poptávkou). V době, kdy je interval mezi následujícími vlaky krátký (např. méně než 5-6 min.), je možno cestující i náklad před nástupem a nakládkou třídít tak, aby některé zastávkové vlaky nemusely zastavovat ve všech terminálech, ale např. ob jeden terminál. Tím se dosáhne jak zvýšení cestovní rychlosti zastávkových vlaků, tak úspory energie. Předtřídění se využije i při snižování frekvence vlaků.

Pátým (opčním) opatřením je spojování a rozpojování vlaků za jízdy vyšší rychlostí. Toto opatření je technologicky náročné a vymyká se ostatním technologiím systému ComplexTrans (ty jsou běžné – pouze nově pospojované). Týká se jen samostatných cestujících a rychlých nákladních železničních vozů, netýká se silničních vozidel přepravovaných ve vlcích.

Vlak ComplexTrans může míjet terminál bez zastavení rychlostí nejméně 100 km/h. Před míjením vyjede z terminálu samostatný železniční vůz s cestujícími, ke kterému se projíždějící vlak ComplexTrans připojí za jízdy zezadu. Cestující při jízdě mezi terminály přestupují dveřmi na čelech ze samostatného vozu do vlaku ComplexTrans a obráceně. Před příštím terminálem se samostatný vůz odpojí od zpomalujícího vlaku ComplexTrans a zamíří do terminálu. Vlak ComplexTrans při rychlosti nejméně 100 km/h tento terminál opět míjí. Podmínkou je, že v žádném z těchto terminálů nedochází k vykládce a/nebo nakládce vozidel. Také může docházet i k obrácenému postupu – samostatný vůz pokračuje v jízdě a v terminálu pro nástup a výstup cestujících a pro vykládku a nakládku zastavují vlaky ComplexTrans.

Třetím opatřením je jízda podle potřeby bez pevného jízdniho řádu. Vzhledem k tomu, že smíšené vlaky ComplexTrans přepravují jak osoby, tak zboží, mají většinou dostatek náplně, aby mohly jezdit často. Díky flexibilitě jsou vždy velmi dobře využity a může se stát, že při nejkratším intervalu by vlaky nemohly být dostatečně naplněny. V takovém případě je vhodné některé vlaky odstavit a interval mezi následujícími vlaky prodloužit. Interval však nesmí být prodloužen na více než 15 (20) minut, aby si vlak udržel svou atraktivitu pro cestující. Bude nutno vyvinout optimalizační software, které dokáže udržet krátké intervaly po celých 24 hodin např. tím, že interval nebude minimalizován dle okamžité potřeby, ale optimalizován podle předpokládané denní potřeby.

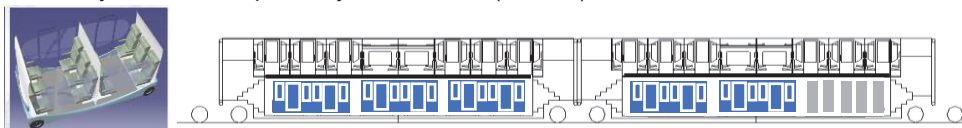
Stejn e, jako samostatn e osobní vozy, se mohou od vlaku ComplexTrans odpojovat a k němu zezadu za jízdy p rpojovat rychlé nákladní vozy, aniř by musel vlak ComplexTrans v terminálu zastavovat.

Uvedenými způsoby lze provoz na řeleznici v znamn m způsobem zefektivnit a řeleznice se míře stát skutečnou páteří evropské dopravy.

5 IMPLEMENTACE

Předpokladem pro zavedení systému ComplexTrans je implementace vozidel a terminálů systému ComplexTrans.

Řelezničn i vozidla (**obr. 7**) je mořno zavádět v rámci postupn e obnovy vozového parku řeleznic nebo při navyřov n i dopravní kapacity. Jeřt e před vybudováním terminálů a zaveden m plnohodnotného sm iřen ho provozu mohou být vlaky ComplexTrans provozovány mezi b řn mi n drařimi a jejich řelezničn i vozy mohou slouřit p evprav  osob jak v horním, tak v p echodn e upraven m spodním patře, p rpadn e mohou být ve spodním patře v menř  míře p evpravov ny i zásilkové boxy či nákladní p evpravn i moduly, pokud jsou n drař i vybavena n stupiřti o v řce 550 mm. (**obr. 15**)



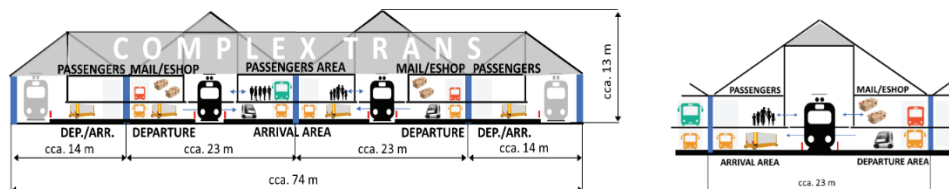
Obr. 15 Před vybudováním intermodálních terminálů jsou vozy ComplexTrans v dolním patře vybaveny osobními p evpravn mi moduly (vlevo) nebo mohou p evpravovat zásilkové boxy (vpravo).

Fig. 5 Prior to the construction of the intermodal terminals, ComplexTrans vehicles on the lower level are equipped with passenger transport modules (left) or can carry delivery boxes (right).

Jakmile budou na jedné trati vystavěny dva vzd len e terminály, míře být zahájen postupn  přechod ke sm iřen mu osobní-n kladn mu provozu. V souladu s tím si dopravci budou postupn e pořizovat nákladní p evpravn i moduly (**obr. 13**) i rychlé řelezničn i vozy (**obr. 14**) v rámci generační obměny silničního vozového parku i při nárůstu p evpravn i kapacity. Se vzrůstajícím počtem terminálů bude nákladní p evprava vzrůstat.

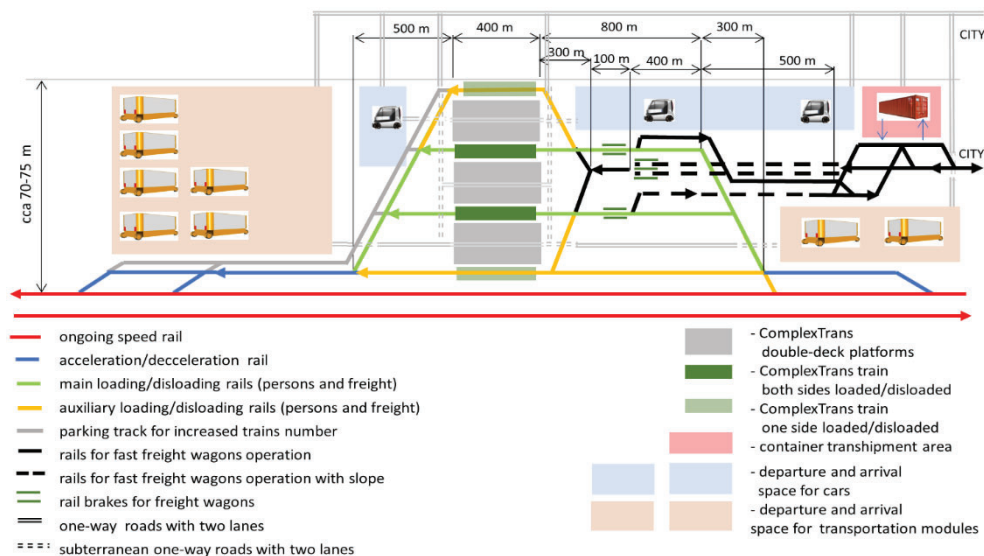
Terminály (**obr. 16** a **obr. 17**) budou vznikat na okrajích m st na zelen e louce v ochrann m pásmu řeleznice a nebudou tak vadit probihaj c mu řelezničn mu provozu. Protože terminály nebudou potřebovat téměř řadn e technologie (nutn e jsou jen n stupiřtn i dveře, zabraňující pádu cestujících z horního patra, vjezdové stanoviřt e pro kontrolu hmotnosti, rozměrů a bezpečn sti p ev ařen ch vozidel, zařizení pro očiřt n i p evpravn ch modulů a IT), nebude jejich výstavba vyřadovat ne m rn e n kladly. Zvl řt  kdyř se podaří k jejich výstavbě přesměrovat finanční p ostředky, pl novan e pro výstavbu n kladn ch terminálů, a finanční p ostředky ziskn e za prodej pozemků nepotřebných nákladových n drař i.

Technologie potřebné pro nakládku a vykládku n kladn ch p evpravn ch modulů jsou tvořeny samotn m vybaven m vozidel. Cestující budou p evpraven i ař na samotné n stupiřt e vozidly (elektrobuses) městské hromadn e dopravy. Nebudou zapotřebí řadn e výtahy či eskalátory a vzhledem ke krátké čekací dob e ani hygienická zařizení. Pro informace, rezervace a platby poslouř i p rnejmenřim v počátku mobilní zařizení cestujících.



Obr. 16 Dvě hlavní a dvě další dvoupatrová nástupiště pro výměnu cestujících a nákladu

Fig. 16 Two main and two additional two-storey platforms for passenger and freight interchange



Obr. 17 Terminál ComplexTrans pro společnou osobní a nákladní dopravu.

Fig. 17 ComplexTrans terminal for joint passenger and freight transport

6 ZÁVĚR

Rychlé noční vlaky jsou schopny nahradit kontinentální lety až do vzdálenosti cca 3000 km a dovolují absolvovat jednodenní pracovní cesty až do vzdálenosti cca 2300 km. Až 90 % vnitroeurospkých leteckých destinací může být uskutečňováno rychlou železniční dopravou efektivněji než letadly, a to s významnou úsporou energie a emisí CO₂. Podmínkou je vyřešení souběhu osobní a nákladní železniční dopravy – to řeší systém ComplexTrans.

Vzhledem k tomu není nutno v Evropě zavádět ve větším rozsahu velmi rychlé pozemní dopravní technologie, jakými jsou např. Maglev nebo Hyperloop. Tyto velmi rychlé technologie je vhodné použít jen tehdy, pokud by vysokokapacitní železniční spojení systému ComplexTrans nedokázalo poskytnout dostatečnou kapacitu a pokud by náklady byly ospravedlnitelné.

Systém ComplexTrans je však schopen nejen nahradit většinu evropské letecké dopravy rychlými nočními vlaky, ale díky synergické kombinaci osobní a nákladní dopravy je schopen převzít většinu regionálních, národních i mezinárodních přepravních výkonů v Evropě (ode dveří ke dveřím) a učinit železniční dopravu samofinancovatelnou.

Literatura

[1] Feigenbaum B.: High-Speed Rail in Europe and Asia: Lessons for the United States, Policy Study 418 May 2013, str. 3/46 https://reason.org/wp-content/uploads/files/high_speed_rail_lessons.pdf. [2] Hofman J., Āerm ak R.: ComplexTrans – global land transportation system, TRA2020, the 8th Transport Research Arena, 7/2020 <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/TRA2020-Book-of-Abstract-Trafi-com-research-publication.pdf> (page 49) [3] Hofman J., Āerm ak R.: ComplexTrans – global land transportation system. The best way ahead for railways and roads is coherent cooperation, not the competition, South Florida Journal of Development, Vol. 2 No. 1 (2021) 1. 2. 2021. <https://southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/112>. [4] Hofman J., Āerm ak R.: ComplexTrans – Global Rail-Road Transportation System: The Best Way Ahead for Railways and Roads Is Coherent Cooperation, Not the Competition, Journal of Strategic Innovation and Sustainability, Vol.16(1), North American Businesspress 6. 6. 2021 <https://articlegateway.com/index.php/JSIS/article/view/4180>. [5] Hofman J., Āerm ak R., Kořinec J.: ComplexTrans Total Ground Mobility Solution Based on Mutual Adaptation and Deep Cooperation of Road and Rail, New Research on Railway Engineering and Transport, IntechOpen 24.1.2023 <https://www.intechopen.com/online-first/86188>. [6] **Wikipedie:** Vysokorychlostn  trať https://cs.wikipedia.org/wiki/Vysokorychlostn%C3%AD_tra%C5%A5. [7] Hofman J.: ComplexTrans RAIL and road – ECONOMY, available by jihofman@kks.zcu.cz



Resum e

Předpoklád  se, že vysokorychlostní vlaky s provozní rychlostí 300-350 km/h mohou nahradit vnitrokontinent ln  evropskou leteckou dopravu ař do vzdálenosti cca 1000 km a pomoci tak v znamn e sn iřit emisi CO₂. Jako náhrada leteck  dopravy na v třn  vzdálenosti pak m j  slouřit „vlaky” typu Maglev nebo Hyperloop.

Pokud nahradíme vysokorychlostní vlaky s rychlostmi přes 300 km/h rychlými vlaky typu ComplexTrans pro smíšenou dopravu s rychlostí „jen” 230 km/h a využijeme k cestování i noĀn  doby, můžeme nahradit kontinentální leteckou dopravu Āasov  efektivně ař do vzdálenosti 3000 km a během jednoho prodlouřen ho dne můžeme pomoci vlaku uskuteĀnit zp ateĀn  pracovní cesty ař do vzdálenosti cca 2300 km, coř p ibliřn e představuje vzdálenost mezi řirř m středem Evropy (tedy městy Berlín, Brusel, Mnichov, Pař , Praha, Vídeň) a vřemi okraji Evropsk  unie.

Evropsk  leteck  přeprava se tak stává z 90 % zbyteĀnou, a to i bez použit  technologií typu Maglev a Hyperloop.

Aby to bylo mořno uskuteĀnit, je třeba vyřeřit noĀn  souběh osobní a nákladní železniĀn  dopravy, coř je řeřeno p av  smíšenou dopravou systému ComplexTrans.

Systém ComplexTrans může přispět k tomu, aby se řeleznice stala páteří evropsk  dopravy a pomohla zbavit evropskou dopravu emis .

Summary

It is expected that high-speed trains with operating speeds of 300-350 km/h can replace intra-continental European air transport up to a distance of about 1000 km and thereby help to significantly reduce CO₂ emissions. Maglev or Hyperloop 'trains' are intended to replace air transport over longer distances.

If we replace high-speed trains with speeds of over 300 km/h with fast trains for mixed transport like ComplexTrans with speeds of "only" 230 km/h, and use night time to travel, we

can replace continental air transport time-efficiently up to a distance of 3,000 km, and in one extended day we can make round-trip work journeys by train up to a distance of about 2,300 km, which roughly represents the distance between the centre of Europe (i.e. the cities of Berlin, Brussels, Munich, Paris, Prague, Vienna) and all the edges of the European Union.

European air transport is thus becoming 90% useless, even without the use of technologies such as Maglev and Hyperloop.

In order to make this possible, the night-time overlap between passenger and freight rail transport must be resolved, which is exactly what ComplexTrans mixed transport does.

ComplexTrans can help to make rail the backbone of European transport and help to decarbonise European transport.

