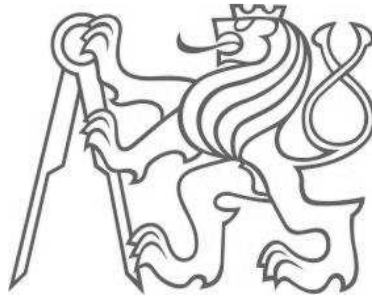


VYSOKORYCHLOSTNÍ TRATĚ

12Y2VT



Vývoj vysokorychlostní železniční dopravy ve světě

Jan Liebl

Akademický rok: 2014/2015

Obsah

Úvod	1
Historie rychlých vlaků	2
Parní lokomotivy	2
Dieselové lokomotivy	3
Elektrické lokomotivy	3
Nekonvenční pohony lokomotiv	4
Nástup moderních technologií	5
Vývoj vysokorychlostních tratí	8
Japonsko	8
Francie	8
Německo	9
Itálie	10
Španělsko	10
Závěr	11
Použité zdroje	12

Úvod

Po druhé světové válce se začala prudce zvedat poptávka po přepravě a byl kladen velký důraz zejména na spolehlivost a operativnost dopravy. Tomu se začala velmi dobře přizpůsobovat letecká a silniční doprava, proto také železnice musela svým zákazníkům nabídnout maximální spolehlivost, vysokou cestovní rychlost, velký počet spojů a dostatečný komfort, aby se mohla stále se vyvíjející konkurenci vyrovnat.

Začaly se tedy objevovat první návrhy vysokorychlostních tratí. Ty měly nabídnout oproti stávajícím konvenčním tratím zejména vyšší cestovní rychlost, tím pádem nižší cestovní dobu a hlavně vyšší propustnost, která vzhledem k vzrůstající poptávce přestávala být na jednotlivých tratích dostačující. V současné době se nejedná pouze o výstavbu nových vysokorychlostních tratí, mnohdy je ekonomicky únosnější modernizace stávajících konvenčních tratí pro rychlosti přibližně 200 km/h. Spolu s nově vybudovanými úseky s rychlostí nejméně 250 km/h pak tvoří vysokorychlostní železniční síť.

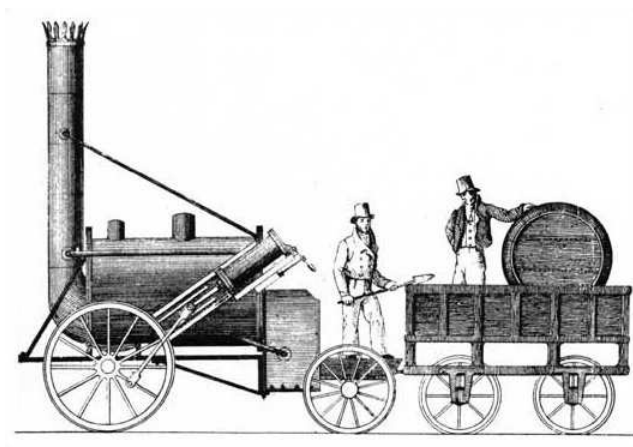
Vraťme se ale zpět do historie. Průkopníkem ve výstavbě vysokorychlostních tratí bylo Japonsko, později společně s Francií a Itálií. V Japonsku již v roce 1964 byl zprovozněn první úsek Shinkansen, který se stal výkladní skříní technických úspěchů japonského průmyslu u příležitosti olympijských her v Tokiu. V roce 1983 byla ve Francii vybudována adhezní vysokorychlostní trať LGV, která měla řešit otázky ohledně neúnosné kapacity na spojení Paříže a Lionu. Postupně se vysokorychlostní železnice dostávala do ostatních zemí, ke kterým v dnešní době patří zejména Čína, Španělsko či Německo.

Česká Republika je prozatím, co se vysokorychlostních tratí týče, pouze ve fázi vývoje. Začátkem roku 1989 v tehdejší Československu sice začaly vznikat studie nových VRT, které měly odlehčit kapacitám na stávajících konvenčních tratích, ale nakonec vše skončilo jen u modernizace vnitrostátních koridorů. Až v současnosti by zde mělo dojít k vybudování nových VRT či k vyšším stupňům modernizace vybraných stávajících tratí, které jsou již nyní součástí sítě TEN-T. To vše by se mělo dokončit do roku 2030. ^[3]

Historie rychlých vlaků

Parní lokomotivy

Vše začalo roku 1794, kdy si James Watt nechal patentovat konstrukci parního stroje. Již o pětatřicet let později se v Anglii konaly první závody lokomotiv, které vyhrál Robert Stephenson se svým Rocketem (Raketou). Jednalo se o řadu převratných konstrukčních prvků, které se uplatňovaly ve stavbě parních lokomotiv po celou dobu, kdy byly vyráběny. Rocket dosahoval ve své době maximální rychlosti cca. 58 km/h a dokázal vyvinout tažnou sílu až 4,2 kN. ^[4]



1. Lokomotiva Rocket 1829.
Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Lokomotiva_Rocket>



2. ROCKET National Railway Museum, York
Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Lokomotiva_Rocket>

Snahou konstruktérů bylo pochopitelně dále dosahovat co nejvyšší rychlosti a největšího výkonu. První hranicí, kterou parní lokomotivy pokořily, bylo v roce 1869 propojení atlantického břehu Severní Ameriky s pacifickým. Zde došlo také k pokroku výstavby samotného železničního svršku, kde prvotní dřevěné kolejnice s litinovým svrškem byly nahrazeny nejdříve kolejnicemi litinovými a později ocelovými. Bezстыková kolej se pak objevila až ve čtyřicátých letech minulého století. ^[2]

Vrcholem éry parních lokomotiv byla britská parní lokomotiva Mallard, která dosáhla rychlosti 202 km/h. Nejvyšší rychlost byla dosažena mezi traťovými body Little Bytham a Essendine na trati z Londýna do Yorku. Rekordu bylo dosaženo na mírném spádu, vyjádřeném poměrem 1:200. V našich zemích to udáváme jako klesání 5 promile. Krátkodobě, snad na pouhých pět sekund, vlak dosáhl rychlosti 125,88 mil v hodině, což znamená v přepočtu 202,58 km/h. Běžně se ale uvádí údaj 126 mil za hodinu, což je patrné z odlévané pamětní tabulky na boku válcového kotle na lokomotivě. ^[5]



3. Britská parní lokomotiva Mallard
 Zdroj: <http://en.wikipedia.org/wiki/LNER_Class_A4_4468_Mallard>

VÝVOJ RYCHLOSTNÍCH REKORDŮ PARNÍCH LOKOMOTIV			
rok	km/h	místo	vlak
1804	8	Velká Británie	Trevithikova Pen-y-Darren Locomotive
1825	24	Velká Británie	Stephensonova Locomotion No. 1
1830	48	Velká Británie	Stephensonova Rocket
1848	96,6	USA	Antelope
1850	125,6	Velká Británie	Great Britain
1854	131,6	Velká Británie	Bristol & Exeter Railway 41
1895	145	Velká Británie	LNWR No. 790
1904	164	Velká Británie	City of Truro
1927	185	USA	Pennsylvania Railroad E6s
1936	200	Německo	Borsig DRG
1938	202,6	Velká Británie	Mallard

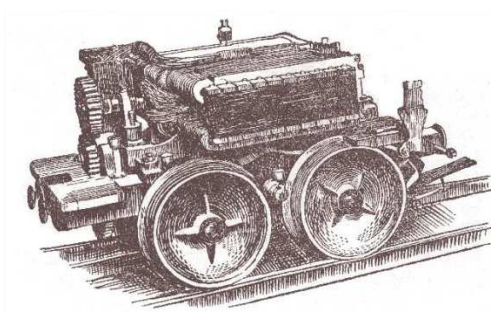
4. Vývoj rychlostních rekordů parních lokomotiv
 Zdroj: <<http://vtm.e15.cz/moderni-vlaky>>

Diesellové lokomotivy

Málo účinné, leč spolehlivé parní lokomotivy byly nahrazeny diesellovými lokomotivami. Ty se jako první objevily v Německu a ve Švýcarsku počátkem 20. Století. ^[6] Tento systém pohonu se následně kombinoval s dalšími prvky a vznikly tak dieselmechanické, dieselhydraulické a dieselelektrické systémy, přičemž poslední jmenované se dočkaly největšího doznání. Dnes se například využívají na úsecích, kde není zavedena elektrická trakce. Na nových vysokorychlostních tratích se používají výhradně jednotky Elektrické. ^[2]

Elektrické lokomotivy

Elektrická energie se na kolejích začala využívat už v roce 1879, kdy vynálezce Werner von Siemens na průmyslové výstavě v Berlíně představil první lokomotivu s elektromotorem na světě. Výkon pouhých tří koňských sil ale stačil na to, aby stroj provezl osmnáct zájemců o tuto kuriozitu s rychlostí až třináct kilometrů v hodině. Během výstavy si takovou jízdu vyzkoušelo téměř devadesát tisíc návštěvníků.



5. První lokomotiva s elektromotorem na světě
 Zdroj: <<http://vtm.e15.cz/moderni-vlaky>>

Vývoj elektrifikace tratí zpočátku probíhal hlavně ve velkých městských aglomeracích, kde obyvatelé doposud obtěžoval kouř nejdříve z parních posléze z diesellových lokomotiv a následně se rychle rozšířila na tratě v intravilánu. Například v severní Itálii vydržela původní elektrifikovaná síť až do roku 1976, než byla nahrazena novými moderními systémy. [2]

Nekonvenční pohony lokomotiv

Dne 21. června 1931, byl na železnici pokořen další rychlostní rekord 230,2 km/h a to naprosto netradičním způsobem. Kolejové vozidlo Schienenzeppelin (kolejový zepelín) od konstruktéra Franze Kruckenberga, bylo totiž poháněno vrtulí. Rychlostní rekord se uskutečnil na trati mezi Berlínem a Hamburkem. Pohon s vrtulí byl umožněn především kvůli konstrukčním prvkům z letecké dopravy, kdy stroj vážil pouhých 18,6 tuny a byl poháněn leteckým motorem BMW-VI o výkonu 600 koní. [7] Její malá hmotnost spolu s výkonným motorem byly sice zárukou rekordní rychlosti, ale zároveň i zdrojem velkého hluku, který se stal pro cestující i okolí neúnosným. Prioritou železniční dopravy není pouze jen rychlost, ale také komfort a pohodlí pro cestující. Proto se až do dnešní doby preferují převážně již zmíněné elektrické lokomotivy. [2]



6. Kolejové vozidlo Schienenzeppelin

Zdroj: <http://www.diseno-art.com/news_content/2013/08/schienenzeppelin-propeller-driven-train/>

Nástup moderních technologií

Moderní éru rychlých vlaků odstartovalo Japonsko na proslulých tratích Shinkansen. Zde se od roku 1964 uvedla do provozu historicky první vysokorychlostní trať na světě na úseku mezi Tokiem a Osakou. ^[8] Elektrické jednotky zde dosahovali cestovní rychlosti až 210 km/h. Celkem se za dobu provozu na síti objevilo 14 různých typů souprav pro cestující, další čtyři typy slouží ke sledování stavu kolejí a na několika dalších typech byly prováděny vývojové testy. Prvním typem vlaku na trati Tókaidó a historicky prvním vysokorychlostním vlakem na světě byly soupravy řady 0. Jejich nejvyšší rychlost byla 210 km/h, váha vozu 55 tun, celkový výkon 11 840 kW (16-vozová jednotka), poháněné byly všechny nápravy v soupravě. Dnes je tento typ již dávno vyřazen z provozu, poslední vlaky dosluhují na nejpomalejších spojích na Sanjó-šinkansenu a na trati Hakata-minami. ^[9]



7. Shinkansen - souprava řady 0

Zdroj: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shinkansen_0-series.jpg>

Shinkansen se stal impulsem k zahájení vysokorychlostního železničního provozu v Evropě, o který se postarala roku 1967 Francie. Zde se objevují poprvé francouzské jednotky TGV. Nejprve se Francouzští technici pokusili zavést nekonvenční dopravní systém „Aerotrain“, na kterém se měly pohybovat jednotky osazené tryskovými motory. Vzhledem k nadměrnému hluku, extrémě vysokým emisním, které byly za jízdy produkovány a vysokou energetickou náročností, byly zkoušky ukončeny v roce 1975. Následovaly pokusy s pohonem pomocí plynových turbín, které se ale opět nezdařily, a tak se obrátila pozornost konstruktérů zpět na elektrickou trakci. ^[8]



8. Aerotrain typu 180 dosáhl 5. 3. 1974 světový rychlostní rekord 430,4 km/hod
Zdroj: <http://www.railvolution.net/czechraildays/2008/seminare/v1_1.pdf>

Druhou evropskou zemí, která překročila k zavedení vysokorychlostní železniční dopravy, bylo Německo. Na cestě k dnešním vysokorychlostním vlakům byly jedním z prvních kroků německé experimenty na zkušební trati u Berlína počátkem tohoto století. Pokusné jízdy s elektrickými vozy Siemens a AEG, již tehdy poháněnými asynchronními motory, vyvrcholily koncem roku 1903 dosažením rychlosti 290 km/h. ^[1] Jednotkami pro komerční využití se staly až vysokorychlostní vlaky Intercity (ICE-1) na přelomu května a června roku 1991. Ty vyjely na tratích Hannover – Würzburg, Mannheim – Stuttgart a dosahovaly konstrukční rychlosti až 280 km/h. ^[10]



9. Intercity (ICE – 1)

Zdroj: <http://de.wikipedia.org/wiki/ICE_1#mediaviewer/File:ICE1_Fahlenbach.jpg>

Jako třetí v Evropě zahájila provoz na VRT Itálie. Speciální vysokorychlostní jednotky však zde byly nasazeny až po čtyřech letech po uvedení do provozu zdejší vybudované vysokorychlostní tratě „DIRETISSIMA“, tedy až v roce 1996. V čem ale italští technici udělali veliký krok kupředu, byl vývoj historicky prvních jednotek s naklápěcími skříněmi. Ty mohou projíždět oblouky o malých poloměrech s vyšším nevyrovnaným příčným zrychlením, aniž by cestující pociťovali zhoršení jízdního komfortu. V 50. a 60. letech

minulého století zkoušela řada evropských železničních správ a výrobců různá technická řešení nuceného naklápění vozových skříní. Zkoušky končily většinou neúspěchem, pouze v Itálii (a poté ještě ve Švédsku) byly dovedeny do úspěšného konce. V r. 1976 uvedly tehdejší Italské státní dráhy do zkušebního provozu prototyp vlaku, vyrobeného ve firmě Fiat. Pro tuto elektrickou jednotku a všechny následující od ní odvozené vlakové soupravy se vžil název „PENDOLINO“. Maximální rychlost těchto vlaků je 250 km/h a do provozu byly uvedeny v roce 1988. ^[8]



10. FIAT Y 0160 - první vyrobená naklápěcí jednotka

Zdroj: <http://it.wikipedia.org/wiki/Automotrice_FIAT_Y_0160#mediaviewer/File:Fiat_pendolino.jpg>

Dalším významným průkopníkem VRT v Evropě, o kterém je třeba se zmínit je Španělsko. Pravidelný provoz byl zahájen v dubnu 1992 na trati Madrid – Sevilla, kde vyjely poprvé soupravy AVE s označením S-100. Jsou to jednotky vytvořené podle vzoru francouzských TGV-Atlantique a po španělských vysokorychlostních železnicích se prohánějí do dnes. ^[11]



11. Dvě jednotky AVE S-100

Zdroj: <<http://www.k-report.net/clanky/ave-spanelske-vysokorychlostni-zeleznice/?kapitola=3>>

Vývoj vysokorychlostních tratí

Japonsko

Nástup superrychlých japonských expresů na zcela samostatných tratích znamenal v 60. letech minulého století také novou kvalitu v dopravě. Název Shinkansen zná snad každý, ovšem hodně lidí si ho mylně spojuje s vlakem. Je to přitom označení, které v překladu znamená něco jako nová dálková trať. Rychle se rozvíjející poválečné Japonsko právě něco takového zoufale potřebovalo.

Než vstoupila země vycházejícího slunce do války, měla především úzkorozchodné trati. Ty byly důsledkem počátečních zmatků při zakládání železniční sítě, kdy se křížily názory a především zájmy jednotlivých zahraničních poradců. Než bylo dosaženo smysluplné dohody, jeden z nich už objednal obrovskou zásilku příslušně velkých (či spíše malých) pražců pro rozchod 1 067 milimetrů.

Nevýhoda se ale po válce proměnila v zisk – namísto nevyhovujících se mohly začít stavět tratě technicky na výši, s rozchodem 1 435 mm. První vysokorychlostní trať pro veřejnou dopravu na světě byla Tókaidó - shinkansen, kterou stihli dodavatelé otevřít deset dní před zahájením tokijské letní olympiády, na začátku října 1964. Úspěch byl takřka okamžitý. Přes pět set kilometrů dlouhou trať mezi Ósakou a Tokiem absolvovalo hned v prvním roce provozu více než třicet milionů cestujících.

Dnes se jmenuje Sanjō - shinkansen, protože byla prodloužena o dalších pět set kilometrů až do Fukuoky. Ta původní si ale zachovává všechny myslitelné kapacitní rekordy. V roce 2008 překročil celkový počet přepravených pasažérů hranici šesti miliard; k tomu samému datu byl roční výkon přes sto padesát milionů cestujících. Pro ně vypravuje společnost JRG ve špičkách deset vlaků za hodinu každým směrem. Dnes má Japonsko šest hlavních tratí shinkansen, k tomu dvě upravené, známé jako mini- shinkansen a ještě dvě běžné tratě, na kterých ale jezdí vlaky tohoto typu. ^[2]

Francie

Poměrně dlouhou dobu trvaly procedury ohledně schvalování prvního francouzského vysokorychlostního projektu. I když byl projekt poprvé oficiálně představen veřejnosti 10. 7. 1967, byla jeho všeobecná prospěšnost odsouhlasena dekretem Jacquese Chiraca, tehdy

ve funkci předsedy vlády, až 23. 3. 1976. Jeho podpis prakticky znamenal souhlas se zahájením stavby první vysokorychlostní tratě z Paříže do Lyonu.

Práce byly oficiálně zahájeny 7. 12. 1976 a první úsek byl dokončen 22. 9. 1981. Na tomto prvním úseku byly podrobně testovány všechny nové konstrukční prvky infrastruktury i elektrických jednotek (známých pod zkratkou TGV, což ve francouzštině znamená vlak vysoké rychlosti), jejichž výrobcem byla firma Alstom Atlantique (dnes Alstom). Mechanická část jednotek vycházela z konstrukce turbínového prototypu, pohon však byl už elektrický. V závěru zkoušek vznikl také další rychlostní rekord, když jednotka číslo 16 vyvinula dne 26. 2. 1981 rychlost 380 km/hod.

Dnem 27. 9. 1981 byl na nové trati mezi Paříží a Lyonem zahájen běžný komerční provoz rychlostí 260 km/hod. Hodnota nejvyšší dovolené rychlosti byla po několika letech úspěšného provozu zvýšena na 270 km/hod. Trať byla stavěná pouze pro provoz elektrických jednotek, nikoliv pro provoz klasických vlaků vedených lokomotivou. To umožnilo stavět trať ve sklonech až 35 ‰ a tím výrazně snížit stavební náklady. ^[8]



12. Elektrická jednotka TGV na vysokorychlostní trati LGV – jihovýchod Paris – Lyon
Zdroj: <http://www.railvolution.net/czechraildays/2008/seminare/v1_1.pdf>

Německo

Vysoký počet velkých měst a aglomerací, jejich rozmístění, velké přepravní vzdálenosti a značná poptávka po osobní dopravě mezi nimi vyvolávaly v tehdejší Západním Německu stále větší potřebu řešit dopravu jiným, kvalitativně odlišným způsobem, než po věčně ucpaných dálnicích. Dopravní odborníci proto hledali východisko v modernizaci tehdy málo využívaných, ale relativně pomalých železničních tratí.

Aby se stala železnice atraktivní pro široké vrstvy motoristů a dokázala je přetáhnout ze sice neustálými kongescemi zatížené, ale přesto relativně rychlé a pohodlné silniční dopravy, muselo dojít k výraznému zlepšení jejich kvalitativních a rychlostních parametrů.

Prvním krokem bylo postupné zvyšování traťové rychlosti na vybraných úsecích na 200 km/hod. Tento proces byl zahájen již v 60. letech minulého století. Spolu se zvyšováním rychlostí byly do provozu nasazovány nové elektrické lokomotivy a osobní vozy pro tuto rychlost. Postupně byla vytvořena síť vlaků IC a EC.

Jako první byla v r. 1981 zahájena výstavba 327 km dlouhé trati Hannover – Würzburg. Výstavba trati byla připravována plných 16 let, v průběhu přípravy bylo nutné mj. čelit 98 soudním žalobám, z nichž ani jednu DB neprohrály. Trať byla uváděna do provozu postupně a celá byla včetně několika propojení se stávající sítí uvedena do provozu v r. 1991.

Trať byla navržena pro rychlost 250 km/hod a jelikož vede hornatou krajinou, tak 37% délky tratě (121 km) leží v 61 tunelech a 30 km tratě je na 294 mostech. Trať byla na rozdíl od první francouzské vysokorychlostní trati stavěna pro smíšený provoz (tzn. pro provoz jak vysokorychlostních jednotek, tak klasických vlaků vedených lokomotivami a i pro provoz rychlých nákladních vlaků, především vlaků kombinované dopravy). Proto byla stavěna s maximálními sklony 12,5 %.^[8]

Itálie

První VRT v Itálii byla vybudována mezi dvěma velkými Italskými metropolemi Římem a Florencií. Trať byla budována postupně po 4 úsecích a do provozu byla uvedena až v roce 1992. První úsek byl do provozu uveden již v roce 1977 a Itálie se tak mohla stát prvním státem v Evropě, který kdy zahájil provoz na VRT. Vzhledem k nedostatku financí a nepříznivým terénním podmínkám se však výstavba ostatních úseků prodloužila. Prvenství tak patřilo Francii a Itálie se těsně po Německu musela spokojit až se třetím místem.

Vzhledem k protáhlému tvaru italského území a terénním podmínkám ve střední Itálii umožnila nová trať výrazné zrychlení železniční dopravy mezi nejvýznamnějšími italskými městy. Častá propojení mezi novou tratí a původní železniční sítí navíc umožnila přiblížit výhody vysokorychlostní dopravy velkému počtu obyvatel.^[8]

Španělsko

Téměř současně s Itálií otvírá v Evropě bránu k VRT Španělsko. Historicky první vysokorychlostní trať vedoucí z Madridu do Sevilly v délce 471 km byla otevřena 14. dubna 1992. Tato trať, nazývána také jako jižní větev, dostala přednost před původním návrhem vystavět dráhu Madrid – Zaragoza – Barcelona – francouzské hranice, a to především kvůli výstavbě Expo, která se roku 1992 v Seville konala. Vlak při cestě z Madridu do hlavního

města provincie Andalusie začal do konce roku 1992 zastavovat v postupně dokončovaných stanicích Córdoba, Puertollano a Ciudad Real.

Menším problémem, se kterým se španělská železnice musela vyrovnat, bylo při budování nové vysokorychlostní sítě změna rozchodu z 1668 mm na normální 1435 mm. Dále se na nově budovaných tratích zaváděl napájecí systém střídavě 25 kV, 50 Hz z původních 3000 V ss. V důsledku toho se při pořizování kompatibilních vozidel pro vnitrostátní provoz musely vybírat vozidla s proměnným rozchodem a dvousystémová.^[12]

Závěr

Po zahájení vysokorychlostního železničního provozu v Japonsku, Francii, Německu, Itálii a Španělsku přistoupily k budování VRT i ostatní evropské a následně také asijské státy. VRT se nyní staví mezi nejvýznamnějšími aglomeracemi, kde je především plnohodnotně využít jejich potenciál a zároveň jsou zde vzhledem k vysoké poptávce po přepravě zapotřebí. Postupně vzniká integrovaná Evropská vysokorychlostní železniční síť, která bude představovat optimální řešení dopravních problémů ve vztahu se sítí silniční a letecké.

Použité zdroje

1. ŽELEZNICE – Stránky o železnicích na Slovensku a vo svete. 15 let provozu vysokorychlostních vlaků v Evropě. [online]. 11. prosince 2015. [cit. 3. 9. 2009]. Dostupné na WWW:
<http://rail.sk/arp/europe/15hsteu.htm>
2. VTM.cz | věda, technika, technologie, budoucnost. Moderní rychlovlaky: Jak se jinde stírá rosa na kolejích. [online]. 11. prosince 2015. [cit. květen 2011]. Dostupné na WWW:
<http://vtm.e15.cz/moderni-vlaky>
3. Týfa. Vysokorychlostní železniční doprava: Pražská technika. Prosinec 2014, 16. ročník, 6. vydání, ČVUT, str. 10 – 11; ISSN 123-5348
4. Wikipedie, Otevřená encyklopedie. Lokomotiva Rocket. [online]. 11. prosince 2015. [cit. 5. 11. 2014]. Dostupné na WWW:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Lokomotiva_Rocket
5. Železničář. Rekord v parní trakci patří britské Divoké kachně. [online]. 11. prosince 2015. [cit. 31. 7. 2013]. Dostupné na WWW:
<https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/historie/rekord-v-parni-trakci-patri-britske-divoke-kachne/-3203/24,0,./>
6. Wikipedie, Otevřená encyklopedie. Lokomotiva. [online]. 11. prosince 2015. [cit. 27. 8. 2014]. Dostupné na WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Lokomotiva>
7. Wikipedie, Otevřená encyklopedie. Kolejový zepelín. [online]. 11. prosince 2015. [cit. 8. 3. 2013]. Dostupné na WWW:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Kolejov%C3%BD_zepel%C3%ADn
8. Pokorný. UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY VYSOKORYCHLOSTNÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY: Historie vysokorychlostní železniční dopravy. Dostupné na WWW:
http://www.railvolution.net/czechraildays/2008/seminare/v1_1.pdf
9. Wikipedie, Otevřená encyklopedie. Šinkansen. [online]. 11. prosince 2015. [cit. 28. 12. 2014]. Dostupné na WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0inkansen>
10. Vysokorychlostní železnice. VYSOKORYCHLOSTNÍ TRATĚ – NĚMECKO. [online]. 11. prosince 2015. [cit. únor 2013]. Dostupné na WWW:

<http://www.vysokorychlostni-zeleznice.cz/vysokorychlostni-trate-nemecko/>

11. Bonev. K-REPORT český dopravní server: Vozový park. 2004–2013, Společnost přátel kolejové dopravy; ISSN 1801-6189. Dostupné na WWW:

<http://www.k-report.net/clanky/ave-spanelske-vysokorychlostni-zeleznice/?kapitola=3>

12. Bonev. K-REPORT český dopravní server: Pohled do minulosti. 2004–2013, Společnost přátel kolejové dopravy; ISSN 1801-6189. Dostupné na WWW:

<http://www.k-report.net/clanky/ave-spanelske-vysokorychlostni-zeleznice/?kapitola=2>