

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta dopravní
Ústav logistiky a managementu dopravy



Diplomová práce

**Provozní porovnání vozby osobních vlaků v závislé a nezávislé trakci
na vybrané trati**

Bc. Ondřej Hába

Vedoucí práce: Ing. Vít Janoš, Ph.D.

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Obor: Logistika, technologie a management dopravy

30. listopadu 2015



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta dopravní
d ě k a n**
Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K617 Ústav logistiky a managementu dopravy

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Ondřej Hába

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – LO – Logistika, technologie a management dopravy

Název tématu (česky): **Provozní porovnání vozby osobních vlaků v závislé a nezávislé trakci**

Název tématu (anglicky): Operational comparison of passenger trains in dependent and independent traction

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

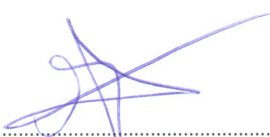
- Analýza systémového provozního nasazení vozidel nezávislé trakce na elektrizovaných tratích
- Výběr vhodného vozebního ramene pro provozní porovnání nasazení vozidel závislé a nezávislé trakce
- Srovnání délky jízdních dob a vykonané trakční práce na vybraném vozebním rameni pro vybrané typy vozidel závislé a nezávislé trakce
- Srovnání provozních nákladů jednotlivých typů vozidel na vybraném vozebním rameni
- Formulace obecných doporučení pro výběr vozidla v závislé / nezávislé trakci podle dosahovaných provozních ukazatelů


- Rozsah grafických prací: podle charakteru tématu diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: König, R.: Systemtechnik des Bahn- und ÖPN-Verkehrs, TU Dresden, 2005
Bär, M.: Betriebsführung des Bahn- und ÖPN-Verkehrs, TU Dresden, 2005
Weidmann, U.: System- und Netzplanung, Band 1.2, Angebotskonzepte des Personenverkehrs, ETH Zürich, 2008

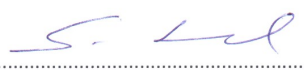
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vít Janoš, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

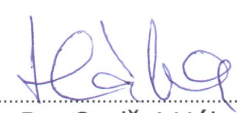
Datum odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.
vedoucí
Ústavu logistiky a managementu dopravy


prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty



Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


Bc. Ondřej Hába
jméno a podpis studenta

V Praze dne25. června 2015

Poděkování

Děkuji Ing. Vítu Janošovi, Ph.D, mému vedoucímu, za odbornou pomoc i cenné rady mně udělené a taktéž za nezměrný nadhled a neopomenutelný humor, který prokázal při komunikaci se mnou v průběhu tvorby této práce.

Děkuji Ing. Bohumilu Drápalovi za vstřícný postoj při poskytování rad v oboru dynamiky železničních vozidel a vypůjčení odborné literatury.

Děkuji Ing. Edvardu Březinovi, CSc., za mnoho významných připomínek vztahených k technologii železniční dopravy i k formální úpravě této práce.

Děkuji Ing. Miroslavu Vanišovi za pravidelné udělování nových impulsů pobízejících k další tvorbě této práce a za prosazování pozitivního přístupu k tvůrčí činnosti napříč celou univerzitou.

Děkuji Ing. Krzysztofu P. Urbaňcovi za nezdolné povzbuzování během tvorby této práce a za vzorný postoj k aktivnímu budování a rozvoji akademické obce, který může být příkladem nejen v této oblasti.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 30. listopadu 2015



Abstract

The following thesis presents operational comparison of regional trains equipped with both dependent and independent traction in the Czech Republic. All railway tracks in the Czech Republic had been analyzed with respect to operation of trains with independent traction on the electrified tracks in order to achieve this goal. The running time and traction work differences for varied types of trains on a dedicated track had been also examined.

The main goal of the thesis is to define recommendations for vehicle selection based on the required operational indicators and the future traffic intensity. The last part of the thesis is dedicated to energy price development for trains equipped with dependent and independent traction. The influence of prices of energetic commodities on the final operational costs is also incorporated.

Keywords

Railway, economics, operational comparison, break even point analysis, passenger train, traction

Abstrakt

Tato práce se zabývá provozním porovnáním regionálních vlaků závislé a nezávislé trakce v České republice. Za tímto účelem je provedena analýza všech tratí v České republice z hlediska nasazení vlaků nezávislé trakce na elektrizovaných tratích. Přitom jsou zkoumány rozdíly v délkách jízdních dob a vykonané trakční práci na vybrané trati pro různé typy drážních vozidel.

Hlavní cílem práce je formulovat doporučení pro výběr vozidel v závislosti na požadovaných provozních ukazatelích a budoucí intenzitě provozu. Poslední část práce se věnuje vývoji cen energie pro vlaky závislé i nezávislé trakci, kdy rovněž zkoumá vliv cen energetických komodit na výsledné provozní náklady regionálních vlaků.

Klíčová slova

Železnice, ekonomika, provozní porovnání, analýza bodu zvratu, osobní vlak, trakce

Obsah

Úvod	1
1 Analýza systémového provozního nasazení vozidel nezávislé trakce na elektrizovaných tratích	4
1.1 Elektrizace versus elektrifikace železnice	5
1.2 Trakční napájecí soustavy v ČR	5
1.3 Analýza nasazení vozidel pro osobní dopravu na elektrizovaných tratích	6
2 Výběr vhodného vozebního ramene pro provozní porovnání nasazení vozidel závislé a nezávislé trakce	8
2.1 Výběr vhodné tratě na základě posouzení současného provozu	8
2.2 Parametry vybrané tratě	9
2.3 Vozidla nezávislé trakce provozovaná na vybrané trati	11
3 Provozní porovnání vozby osobních vlaků	12
3.1 Specifikace provozního porovnání	12
3.2 Specifikace vozidel	13
3.3 Technické a provozní veličiny použité při výpočtu v programu FBS	13
3.4 Náklady na provoz vozidel	16
3.4.1 Souhrnný výčet nákladů železniční dopravy	16
3.4.2 Výčet nákladů provozního porovnání železničních vozidel	18
3.4.3 Vzorec nákladů provozního porovnání železničních vozidel	18
3.4.4 Analýza bodu zvratu	19
3.5 Nákladové položky	21
3.5.1 Náklady na pořízení vozidel	22
3.5.2 Ceny nafty	23
3.5.3 Ceny elektrické energie	24
3.5.4 Spotřeba a účtování trakční energie	26
3.5.5 Poplatky za užívání železniční dopravní cesty	27
3.5.6 Náklady na údržbu vozidel	28
3.6 Ostatní aspekty porovnání	28
4 Srovnání délky jízdních dob a vykonané trakční práce na vybraném vozebním rameni pro vybrané typy vozidel závislé a nezávislé trakce	30
4.1 Varianty vozidel pro porovnání	30
4.2 Současný jízdní řád	32

4.3	Trakční práce a jízdní doby na vybraném vozebním rameni	32
5	Srovnání provozních nákladů jednotlivých typů vozidel na vybraném vozebním rameni	35
5.1	Energetická náročnost na oběh vozidel	35
5.2	Provozní náklady na jeden oběh	38
5.3	Roční souhrnné náklady	40
5.4	Porovnání investic do vybraných vozidel v současnosti	40
5.5	Porovnání investic do vybraných vozidel v souvislosti s OPD2	44
5.6	Úspory nákladů za dobu životnosti vozidel	47
6	Formulace obecných doporučení pro výběr vozidla v závislé a nezávislé trakci podle dosahovaných provozních ukazatelů	49
6.1	Vliv jednotlivých položek na celkové náklady	49
6.2	Vliv vývoje cen energetických komodit na výběr vozidla	51
6.3	Jiné aspekty výběru vozidla	52
6.4	Formulace obecného doporučení pro výběr vozidla	54
	Závěr	56
	Literatura	58
A	Úryvek rozhovoru z magazínu Železničář	68
B	Obrázky a schémata	69
C	Přehled elektrizovaných tratí v ČR včetně provozu nezávislé trakce	73
D	Provoz vlaků ve vybraných vozebních ramenech v JŘ 2014/2015	79
E	Přehledy technických a ekonomických dat	86
F	Srovnání provozních nákladů různých typů vozidel	90

Seznam použitých zkratek

ČD České dráhy, a. s.

ČR Česká republika

ČSÚ Český statistický úřad

Energie (k) Náklady účtované přímo za odběr komodity

Energie (p) Náklady účtované nepřímo za odběr paušálně

EU Evropská unie

IEA *International Energy Agency* (Mezinárodní energetická agentura)

JŘ Jízdní řád

Karlovy Vary d. n. Karlovy Vary dolní nádraží

MD Ministerstvo dopravy ČR

MTU MTU Friedrichshafen GmbH

OECD *Organisation for Economic Co-operation and Development* (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)

PESA Pojazdy Szynowe PESA Bydgoszcz SA

Planá u M. L. Planá u Mariánských Lázní

OPD2 Operačního programu Doprava 2014 – 2020

ROP Regionální operační program

SRN Spolková republika Německo

Stadler Stadler Pankow GmbH

SŽDC Správa železniční dopravní cesty, státní organizace

VÚŽ Výzkumný ústav železniční

ŽDC Železniční dopravní cesta

242 I Souprava 242 + BDsee454 + Bdtee276

242 II Souprava 242 + Bdtee276 + Bdtee276

242 III Souprava modernizovaná lokomotiva 242* + Bdmtee265 + Bfhpvee295

243 I Souprava 242 + BDsee454 + Bdtee276

243 II Souprava 242 + Bdtee276 + Bdtee276

243 III Souprava 242* + Bdmtee265 + Bfhpvee295

814-3 Motorová jednotka řady 814-014-814 (*Regionova Trio*)

Pravda je vždy nalézána v jednoduchosti
a ne v mnohosti a zmatku věcí.

– ISAAC NEWTON

Úvod

Dnes v univerzu myšlenkových proudů mnoha vědních oborů můžeme narazit na myšlenku, že o plánování a exaktní stanovení nového směřování nevíme mnoho, respektive že nejsme schopni uchopit náležitě stav okolního jsoucna a vybrat správnou cestu, kudy se máme ubírat. Dřívější názory, že s postupným technickým vývojem a rozvojem moderní vědy budeme postupovat s jasnými podklady, které nejsou rozporovatelné, tak často přišly vniveč.

V současnosti v oboru plánování a řízení veřejné dopravy není jeden, historicky nejlepší a současně vítězný koncept, který můžeme bez potíží uchopit a aplikovat kdekoli si usmyslíme. Přístupů je celá řada a musíme se s tím nějakým vhodným způsobem vypořádat. Je to dáno zejména tou skutečností, že svět kolem nás není neměnný, ba naopak prochází dynamickou změnou způsobenou mnoha faktory. Dokonce se lze setkat s proklamacemi mnoha předních a významných světových lídrů, že svět a s ním spjaté okolní prostředí prochází překotným vývojem, jenž je až řádově rychlejší než vývoj v ještě nedávné minulosti; jako příklad může dobře posloužit rozvoj elektroniky: konkrétně zvyšování počtu součástek na stále menší ploše a souběžně narůstající výkon počítačových procesorů. Přesto mám za to, že je možné v takové pluralitě postojů v této problematice poznat jednotlivé základní způsoby řešení a díky nim navrhnout adekvátní řešení. Byť by se jednalo o řešení ušité na míru konkrétní lokalitě a času, lze předpokládat, že s postupným vývojem jej bude nutné revidovat a přinejmenším částečně modifikovat.

Veřejná doprava se stejně jako jiné obory či projevy lidské činnosti může vyvíjet spontánně, či málo neřízeně okolními vlivy, což je principiálně v myšlenkové spřízněnosti s postoji, které vyznává myšlenkový proud moderní západní liberální demokracie. To však nutně neznamená, že je to vývoj pro společnost vždy veskrze pozitivní. Někdy je přece jen nutné pro zlepšení situace do věci vstoupit a určit mantinely nebo pravidla, podle kterých se bude nadále postupovat. Přitom je nutné mít na zřeteli, že každé rozhodnutí v současnosti tvoří budoucnost. V nejbližším horizontu se navíc i žádoucí změna kurzu může projevit negativně, kdy jako kvas svého druhu nabírá energii k vzestupu. Abychom byli schopni adekvátně tvořit, řídit a rozhodovat, je nutné mít dobře nashromážděné podklady plně užitečných dat a poté provést jejich zevrubnou analýzu. Oblast železniční dopravy nejen v České republice (dále jen ČR) není v tomto směru výjimkou, leckdy se však můžeme ve veřejném prostoru setkat s myšlenkou, že v této oblasti je rozhodováno na bázi sentimentu nebo pro krátkodobý zisk v průzkumech veřejných sympatií k veřejně činnému jedinci či uskupení.

Pečlivé rozhodování je o to více opodstatněné, když se týká investičně náročného odvětví, které se vyznačuje velkou setrvačností. To bezesporu železniční doprava splňuje, ať již plánujeme

výdaje do stabilní či mobilní části technické základny – v druhém případě primárně do vozového parku. A právě vozidla jsou tím segmentem, jenž je velmi komentován ze stran odborné i laické veřejnosti: je to dáno patrně tím, že vozidla jsou velmi viditelná a mnoho lidí s nimi má přímou zkušenost. Jedná se tu nadto o vynaložení veřejných prostředků, které má dlouhodobý vliv na hodnocení a kredibilitu dopravce, který jimi disponuje. Navíc v ČR mají České dráhy (dále jen ČD) i v nynější době vnitřní dluh v oblasti železničních vozidel, takže každý nákup je o to více „pod drobnohledem“. Poměrně frapantní je skutečnost, že na elektrizovaných tratích jsou čteně provozována vozidla s diesellovou trakcí. Díky tomu padlo rozhodnutí z mé strany, že podrobím oblast nákupu drážních vozidel zkoumání, především z hlediska ekonomického přínosu využívání různých druhů trakce železničních vozidel v ČR. Konkrétní směřování této práce a její zaměření na vozbu osobních vlaků ovlivnilo rovněž to, že se k tomuto tématu v jednom konkrétním případě vyjádřil i vysoce postavený manažer z řad ČD.

Ivo Toman, ředitel Odboru regionální dopravy ČD, uvedl v roce 2013 pro magazín *Železničář*, že by se nákup elektrických jednotek dopravci pro provoz na železniční trati 130 finančně nevyplatil, a to zejména kvůli nižší frekvenci cestujících [1]. Motorové jednotky v tomto případě považoval za vhodnější, navíc měly nabízet širší možnost použití v regionu¹. Je zřejmé, že Ivo Toman při svém vyjádření měl na mysli, že nižší frekvence cestujících přináší v konečném součtu dopravci nižší tržby a následně nižší zisk. To ovšem nepovažuji za správně formulované kritérium pro posouzení toho, která vozidla jsou provozně vhodnější. Zaprvé je nutné zařadit pro obsluhu této trati vozidla s kapacitou odpovídající poptávce cestujících v dané oblasti. A zadruhé, pro finanční posouzení je tu významnější hledisko toho, jak intenzivně budou vozidla používána, neboli jaký objem dopravní práce vozidla vykonají a jak dlouho budou v aktivním provozu. Takováto míra vytížení je pro ekonomické posouzení jednotlivých trakcí již náležitě relevantní.

Elektrická trakce nabízí provozovateli vozidla nižší variabilní náklady, které jsou odvozeny z dlouhodobě nižší ceny pohonného média, tedy elektrické energie. Nezávislá dieselmotorová trakce potřebuje pro své fungování motorovou naftu, jejíž cena je vyšší; navíc je nákup tohoto paliva nutně spojen s povinností platit spotřební daň. Závislá vozba (využívající elektrický pohon) je zatížena vyššími fixními náklady, hlavně investičními na nákup vozidel; nadto jsou vozidla závislé trakce vázána na nákladnou infrastrukturu spojenou s distribucí elektrické energie, což má vliv například na jejich interoperabilitu. Vozidla nezávislé trakce, získávající energii zejména z nafty či plynu, naproti tomu vyžadují nižší investiční nároky spojené s nákupem vozidla. To je základní fundament, ze kterého bude zkoumání vycházet.

Tato práce si tedy klade za cíl porovnat oba způsoby vozby na základě jejich provozních rozdílů. Ačkoli v názvu práce figuruje spojení „provozní porovnání“, tak rozhodující počín je zejména až následné vytvoření podkladu pro investiční činnost, tedy v jistém smyslu myšlenkový protiklad k rozhodování o provozních záležitostech. Je namístě nastolit otázku, za jakých okolností se z ekonomického hlediska vyplatí nákup vozidel závislé trakce pro vozbu osobních vlaků a kdy tomu tak není. Existuje zde totiž hypotéza, že vozidla závislé trakce jsou univerzálně vhodná pro vozbu osobních vlaků a jejich nákup má ekonomický smysl. Nejprve bude provedeno provozní porovnání vozby na určité železniční trati a následně dojde k zpětnému hodnocení rozhodnutí

¹ Úplná otázka a odpověď Ivo Tomana vztahující se k objednavce motorových jednotek řady 844 (označením výrobce Pesa Link II) je k dispozici v příloze A

o pořízení vozidel obsluhujících tamější trať. Dalším klíčovým krokem bude poznatky z konkrétního modelového porovnání zobecnit, neboť jasně vyplývajícím úkolem je jasně formulovat takové rady týkající se výběru vozidel pro osobní vlaky, které umožní proces dalšího budoucího investičního rozhodování usnadnit kdekoli a vystříhat se pochybení, či dokonce potenciálního obvinění z nekalostí či selhání na základě výše zmíněného sentimentu.

První kapitola diplomové práce je věnována zkoumání nasazení vozidel nezávislé trakce v podmínkách ČR na elektrizovaných tratích. Cílem je zjistit, o jak rozšířený jev se jedná, zejména v kontextu provozu na regionálních tratích. V druhé kapitole budou detailněji zjištěny okolnosti provozu na elektrizovaných tratích s flagrantně vyšším nasazením vozidel nezávislé trakce. To povede ke zjišťování turnusů rozličných vozidel, se zřetelem na nasazování relativně nových a moderních vozidel pořízených v posledních několika málo letech. Bude přitom vybrána jedna trať, která bude k posouzení nejvhodnější z hlediska vysokého nasazení zmíněných vozidel. Ve třetí kapitole budou stanoveny klíčové ukazatele a aspekty, které jsou potřebné pro provozně-ekonomické porovnání vozby osobních vlaků. Čtvrtá část povede k porovnání jízdních dob a trakční práce vybraných typů vozidel na inkriminované trati. Pátá kapitola bude následně zaměřena na porovnání finančních výdajů na provoz posuzovaných variant vozby v závislé i nezávislé trakci a proklamaci výsledků. A konečně v šesté kapitole dojde k formulaci doporučení pro volbu vhodného vozidla z hlediska finanční komparativní výhodnosti, pokud takové doporučení bude nalezeno.

Formulované doporučení by už mělo mít nadregionální význam a také by rovněž mělo skýtat možnost je využít i mimo prostor vozby osobních vlaků v ČR. Výběr vozidla se přirozeně nemusí týkat pouze nákupu nového vozidla (byť jsou na tento úkon doporučení primárně cílena), ale může být spojen rovněž s renovací vozidel či nějakého typu dočasného užívání². Součástí bude také analýza vývoje cen trakčního paliva v minulých desetiletích. Valná část provozních nákladů je na nich závislá, přičemž nejméně spotřeba netrakční energie postupně roste, a hledisko trendu a cenové stability energetické komodity by nemělo při strategickém plánování být opomenuto.

² Dočasné užívání může být umožněno například na základě pronájmu nebo operativního leasingu.

Kapitola 1

Analýza systémového provozního nasazení vozidel nezávislé trakce na elektrizovaných tratích

Železniční doprava tvoří páteř osobní dopavy v ČR. Je to způsobeno více faktory: relativně hustou sítí železničních tratí, politickou vůlí objednávat přepravu od železničních dopravců i obecně kladným postojem vztaheným k tomuto módu dopavy v ČR. Provozní délka českých tratí v roce 2014 činila 9 559 km, jak je uvedeno společně s dalšími příbuznými ukazateli v příložené tabulce 1.1. Ve vztahu na velikost území se jedná vskutku o jednu z nejhustších sítí v Evropě. Vzdor mnohým návazným potížím to dává poměrně dobrý základ k tomu, aby železnice byla geograficky dostupná k lidským obydlím. Politické reprezentace na úrovni státu i krajů jsou stále ochotny vydávat veřejné finanční prostředky na objednávku dopavy, investice do infrastruktury i drážních vozidel. Citový vztah české společnosti k železnici je sice těžko měřitelný, ale jednoznačně znatelný. Souvisí to jednak s předchozím bodem, ale také s tím, jak jsou celkem často iniciovány petice, které mají ovlivnit opatření v oblasti železniční dopavy (například ve věci zřizování či rušení zastávek). Mimo to je v povědomí mnoha lidí rozšířena představa o tom, že území, kde nefunguje dobře železniční doprava (nebo je železnice zrušena), je odsouzeno k živoření a dost možná i k úpadku¹.

Docela jiná situace panuje v oblasti elektrizovaných tratí. V ČR bylo v roce 2014 celkově v provozu 3 216 km tratí umožňujících napájení vozidel závislé elektrické trakce. To odpovídá téměř přesně jedné třetině ze všech tratí v ČR. Rozšiřování elektrické soustavy na železnici však probíhá velmi pomalu, v posledních letech se jednalo vždy maximálně o jednotky kilometrů.

Na české železnici se můžeme setkat se čtyřmi trakčními soustavami, kdy dvě z nich jsou dominantní a dvě zbylé minoritní (vyskytují se každá pouze na právě jedné trati). Severní část ČR je vyhrazena pro napájecí soustavu s napětím 3 kV, kdežto na železnici v jižní části je rozšířen střídavým systémem 25 kV 50 Hz. Mapa všech traťových systémů na konkrétních tratích ČR je uvedena jako obrázek B.2 v příloze.

¹ Podobný názor do této debaty explicitně vyslovil například poslanec Zdeněk Škromach na schůzi Poslanecké sněmovny Parlamentu ČR v prosinci 2008 [2].

Rok	Provozní délka tratí (km)								
	Elektrizované tratě celkem			Neelektrizované tratě celkem			Celkem		
	podle počtu kolejí		Celkem	podle počtu kolejí		Celkem	podle počtu kolejí		Celkem
	1 kolej	dvou a více kolejné		1 kolej	dvou a více kolejné		1 kolej	dvou a více kolejné	
1995	971	1 669	2 640	6 439	248	6 687	7 497	1 933	9 430
1996	1 058	1 685	2 743	6 355	216	6 571	7 490	1 940	9 430
1997	1 134	1 725	2 859	6 355	216	6 571	7 490	1 940	9 430
1998	1 134	1 725	2 859	6 355	216	6 571	7 490	1 940	9 430
1999*	1 130	1 713	2 843	6 385	216	6 601	7 515	1 929	9 444
2000	1 130	1 713	2 843	6 385	216	6 601	7 515	1 929	9 444
2001*	1 232	1 661	2 893	6 413	217	6 630	7 645	1 878	9 523
2002	1 227	1 699	2 926	6 498	176	6 674	7 725	1 875	9 600
2003	1 255	1 688	2 943	6 502	157	6 659	7 757	1 845	9 602
2004	1 274	1 708	2 982	6 472	158	6 630	7 746	1 866	9 612
2005	1 272	1 725	2 997	6 474	143	6 617	7 746	1 868	9 614
2006	1 291	1 750	3 041	6 455	101	6 556	7 746	1 851	9 597
2007	1 294	1 766	3 060	6 425	103	6 528	7 719	1 869	9 588
2008	1 262	1 816	3 078	6 417	91	6 508	7 679	1 907	9 586
2009	1 345	1 808	3 153	6 339	86	6 425	7 684	1 894	9 578
2010	1 368	1 839	3 208	6 285	72	6 357	7 662	1 906	9 568
2011	1 377	1 839	3 216	6 281	74	6 355	7 659	1 913	9 572
2012	1 363	1 854	3 217	6 280	73	6 353	7 643	1 927	9 570
2013	1 363	1 852	3 216	6 272	73	6 345	7 635	1 925	9 560
2014	1 346	1 870	3 216	6 270	73	6 343	7 616	1 943	9 559

* Změna metodiky inventarizace železničních tratí
Zdroj: ČSÚ [3]

Tabulka 1.1: Provozní délka železničních tratí v ČR

1.1 Elektrizace versus elektrifikace železnice

Při rozpravě o elektrické vozbě vlaků se velmi brzy narazí na jeden jazykovědný zádrhel, který se tohoto tématu dotýká. Proces zavádění elektrické trakční soustavy do železniční infrastruktury je někdy nazýván elektrizací a druhy elektrifikací. Analogicky je pak trať umožňující pohyb vozidlům se závislou elektrickou trakcí nazývána jako elektrizovaná či elektrifikovaná. Této problematice je rovněž věnován odborný článek v časopise Naše řeč [4]. Označení příbuzných věcí a jevů jsou nejednotná, nebo až rozporná. Pojem elektrizace má totiž nesporně blízko k vytváření elektrického náboje na povrchu určitého předmětu, kdežto zase elektrifikace je běžně užívaný termín pro proces výstavby a rozšiřování elektrické sítě v určité lokalitě (například elektrifikace Moravy či Slovenska). V této diplomové práci však budu používat výlučně těchto termínů: substantiva elektrizace a adjektiva elektrizovaný. Rozhodující je pro mne to, že pojem „elektrizované tratě“ je používán v přehledech Českého statistického úřadu (dále jen ČSÚ) a v minulosti také vznikl podnik se jménem Elektrizace železnic. Tento podnik měl v gesci rozvoj elektrické soustavy v rámci československé železnice a dodnes je v tomto oboru aktivní.

1.2 Trakční napájecí soustavy v ČR

První elektrizovaná trať na území dnešní ČR je dráha mezi Tábořem a Bechyní. V roce 1905 byl na ní zahájen elektrický provoz s využitím stejnosměrného proudu. Dodnes je tento minoritní

system s napětím 1,5 kV funkční. Česká železnice se dočkala masivnějšího rozšíření elektrizace v době poválečné, v druhé polovině 50. let 20. století. V té době probíhalo rozšiřování stejnosměrné napájecí soustavy o napětí 3 kV. První česká trať vybavená střídavou soustavou 25 kV 50 Hz byla dráha mezi Havlíčkovým Brodem a Kutnou Horou. Vozidla závislé trakce na ní poprvé vyjely do plného provozu v roce 1965.

Dlouhodobý strategický plán Ministerstva dopravy ČR počítá s tím, že postupně bude elektrizována valná většina české železniční sítě, a to na bázi již zmíněného střídavého systému 25 kV 50 Hz. Správa železniční dopravní cesty (dále jen SŽDC) jakožto provozovatel drah ve vlastnictví státu odhaduje, že přechod na jednotnou elektrickou soustavu bude možný v horizontu nejméně 30 let [5]. Výstavba nových tratí a úpravy těch stávajících v části se stejnosměrnou soustavou jsou připravovány na to, že dojde postupně k přepnutí na druhý napájecí systém.

Na území sousedního Slovenska už byl takovýto proces postupného „přepínání“ započat, stejně jako v ČR dochází k preferenci střídavé soustavy před stejnosměrnou. Elektrizace tratí je preferovaným trendem z několika zřejmých důvodů: trakční elektrická energie pro drážní vozidla je levná a provoz vozidel samotných je ekologický, bez zbytečných exhalací a přímé spotřeby fosilních paliv.

Zde lze nastolit otázku, proč je střídavý systém 25 kV 50 Hz považovaný za vhodnější pro rozšíření na celou českou železniční síť a proč střídavý systém následně pohltí i stávající oblast se stejnosměrnou napájecí soustavou. V tomto případě je také nutné vzít v úvahu více faktorů. Prvním a snad nejdůležitějším z nich je primární ekonomický dopad střídavé soustavy oproti stejnosměrné: investiční i provozní náklady jsou nižší. Těch důvodů je možno odhalit několik, lze zmínit například to, že vodič potřebný pro vedení elektrického proudu má menší průměr a vzdálenost mezi napájecími stanicemi může být větší než u stejnosměrné soustavy. Dále je výhodná jednotná síť z důvodu interoperability. Není pak nutné používat vícesystémové elektrické lokomotivy a jednotky nebo používat přepřahání na jiný stroj, ať už vnitrostátně či v tomto případě při budoucích cestách na Slovensko.

1.3 Analýza nasazení vozidel pro osobní dopravu na elektrizovaných tratích

Tato část první kapitoly je zaměřena na vyhledání těch železničních tratí, kde dochází k vyšší intenzitě provozního nasazení vozidel nezávislé trakce na elektrizovaných tratích. Objektem zájmu jsou přitom vlaky osobní dopravy. Cílem je zjistit, zda existují relace, které jsou četně obsluhovány způsobem, který hatí původní snahu o vyšší efektivitu železniční dopravy umožněnou elektrizací tratě. V úvodní fázi analýzy je nutné nejprve rozdělit české tratě na elektrizované a neelektrizované. Není zde přitom důležité, o jakou trakční soustavu se jedná. Jak již bylo výše zmíněno, po tomto kroku zbývá jedna třetina provozní délky všech tratí. Některé tratě jsou přitom problematické, neboť jsou elektrizované jen částečně. Soupis všech tratí s rozlišením elektrizace je k nalezení v příloze C jako tabulka C.1. Proti tomuto postupu lze namítnout, že ne vždy dochází k nasazování vlaků na jednu konkrétní trať, tedy jeden spoj zajíždí na tratě více. Avšak toto je jen první krok, při postupném zkoumání všech relací by však mělo v dalších fázích dojít k prověření celkové projížděné trasy, byť by se skládala z úseků dvou či více tratí.

Všechny elektrizované tratě v ČR byly podrobeny zkoumání při stejném postupu. Provedl jsem analýzu všech spojů osobní dopravy na těchto tratích v jízdních řádech vydaných SŽDC pro rok 2014/2015 [6]. U všech spojů osobní dopravy jsem zjistil, jaké vozidlo je na něj nasazováno na základě řazení uveřejněného na internetovém serveru ŽelPage [7]. Pokud se jednalo o vozidlo nezávislé trakce, tak jsem prověřil následně celé vozební rameno a řazení vlaků na něm provozovaných. Užívání vozidel nezávislé trakce u osobní dopravy na elektrizovaných tratích jsem zaznamenal do tabulky 1.2. Ve výčtu jsou uvedena značení používaných vozidel, pokud spoje na vozebním rameni vykazovaly zvýšenou četnost. Nejsou tak zde uvedeny všechny případy: jsou zde uvedeny vozební ramena tratí, které vykazovala nasazení těchto vozidel během pracovních dnů, v pondělí až čtvrtek (v pátek dochází často k odlišnému řazení od předchozích dní). Pro zahrnutí do tohoto přehledu byla pro relaci na jedné trati nutná objednávka aspoň 6 denních spojů. Někdy ji zabezpečovaly staré motorové jednotky řady 810 či modernizované jednotky 814, ale jinde jsou v provozu i nově nakupované moderní jednotky řady 841 či 844. Celkově se setkáme s více než 20 takovými případy v celé železniční síti ČR.

Číslo trati	Osobní vlaky s nezávislou trakcí na elektrizovaných tratích v ČR		
	Vozební ramena	Počet spojů	Označení vozidel
24	Ústí nad Orlicí - Letohrad	6	810,814
73	Děčín hl.n. - Ústí nad Labem-Sřekov	12	814
123	Most - Žatec-západ	23	810,14
130	Kadaň-Pruněřov - Klášterec n. Ohří	12	810,814
131	(Štětí) - Ústí nad Labem - Bílina	22	814
140	Cheb - Karlovy Vary - Most - / Chomutov - Ústí nad Labem	30	810,814, 844
170	(Planá u Mariánských Lázní) - Mariánské Lázně - / Cheb	13	844
190	Kozolupy - Plzeň - Blovice	14	814,844
195	Rybník - Lipno nad Vltavou	14*	810
202	Tábor - Bechyně	15	814
220	(České Budějovice) - Veselí nad Lužnicí - Tábor	8	814
220	Benešov u Prahy - Olbramovice - Tábor	18	814
225	(Veselí nad Lužnicí) - Jindřichův Hradec - Počátky-Žirovnice	18	814
250	(Hodonín) - Břeclav - Kúty, Havlíčkův Brod - Žďár nad Sázavou	18;17	809;841
260	Brno hl.n. - Rájec-Jestřebí, Svitavy - Česká Třebová	6;8	814;810,814,841
270	Česká Třebová - Rudoltice v Čechách - Zábřeh na Moravě	13	841
291	Šumperk - Zábřeh na Moravě	20	810, 810+Bdtax, 814,750.7+3 Bdt
320	Čadca - Mosty u Jablunkova	12	811
321	Opava východ - Ostrava-Svinov	9	843,843+Btn,814
326	Bohumín - Dětmárovice - Petrovice u Karviné	26	810
330	Břeclav - Hodonín	11	810

*zimní období (prosinec až duben)

zdroje: Podkladové materiály Odboru kolejových vozidel ČD a SŽDC [55]

Tabulka 1.2: Užití vozidel nezávislé trakce s vyšší četností u osobní dopravy na elektrizovaných tratích v JŘ 2014/2015 (uvedeno užití nejméně 6 spojů denně mezi pondělím a čtvrtkem)

Kapitola 2

Výběr vhodného vozebního ramene pro provozní porovnání nasazení vozidel závislé a nezávislé trakce

Prvotní fáze přinesla přehled tratí, na které jsou pravidelně a čteně nasazována vozidla nezávislé trakce pro zajištění přepravy osobními vlaky. V další fázi je nutné vybrat za pomoci vhodných kritérií takové vozební rameno, která nabízí dostatečně velkorysé předpoklady pro komparaci provozního nasazení různých typů vozidel. Po provedení výběru bude následovat technická analýza tratě na tomto vozebním rameni a vozidel nezávislé trakce, kvůli nimž bylo toto rameno vybráno jako způsobilé pro modelové porovnání.

2.1 Výběr vhodné tratě na základě posouzení současného provozu

Výběr pokračuje sestavením kritérií, které pomohou vybrat jedno rameno, které bude dostatečně reprezentativní pro aplikaci následujícího provozního porovnání. Za tímto účelem jsem stanovil na výběr vozebního ramena tato kritéria:

- vozidla nezávislé trakce jsou nasazována pravidelně od pondělí do čtvrtka,
- je objednáno alespoň 10 spojů během těchto dní v týdnu,
- cestovní doba jednoho spoje ve sledované relaci činí alespoň 30 minut,
- na relaci jsou většinou nasazována vozidla pořízená v posledních 5 letech (2010 až 2014).

Třetí uvedené kritérium je zde uvedeno, neboť blíže koresponduje se zaměřením celé diplomové práce. Lze však již nyní předpokládat, že použitím uvedených kritérií může dojít pouze k dalšímu užšímu výběru. Pak bude nutno opět na základě volbou dodatkového kritéria zvolit pouze jedno vozební rameno. Takové dodatkové výběrové kritérium může mít i subjektivní charakter.

S výše uvedenými prvními třemi podmínkami je v souladu pět vozebních ramen. Jsou uvedeny v následující tabulce 2.1. Jak je patrné, první a druhé rameno jsou vzájemně provázány. Destinace

uvedené v závorce nejsou obsluhovány každým spojem. Následně je nutné posoudit, jestli splňují časové omezení na dobu jízdy. Je za tím snaha pracovat s destinací, kde jízdni doby mají výrazný vliv na využití vozidla vůči dobám stání.

Číslo trati	Výběr osobních vlaků s nezávislou trakcí na elektrizovaných tratích v ČR		
	Relace	Počet spojů	Řady vozidel
140	Cheb - Karlovy Vary - Most - / Chomutov - Ústí nad Labem	30	810,814, 844
170	(Planá u Mariánských Lázní) - Mariánské Lázně - / Cheb	13	844
190	Kozolupy - Plzeň - Blovice	14	814,844
250	Havlíčkův Brod - Žďár nad Sázavou	17	841
270	Česká Třebová - Rudoltice v Čechách - Zábřeh na Moravě	13	841

Zdroj: Podkladové materiály Odboru kolejových vozidel ČD

Tabulka 2.1: Výběr užití vozidel nezávislé trakce v jízdni řádu 2014/2015, stav červen 2015

Provedl jsem komplexní analýzu všech nasazených vozidel v uvedených 5 relacích. Výsledky jsou uvedeny v příloze D v tabulkách D.1 – D.5. Spoje jsou označeny příslušným číslem, označením výchozích a cílových stanic i celkovou cestovní dobou. Zpracování přehledu je užitečné i díky nalezení vozidel elektrické trakce, které jsou nasazovány na totožném vozebním rameni. Soupravy se shodným či podobným řazením těchto vozidel mohou být v provozním porovnání použity jako adekvátní alternativy pro vozidla motorové trakce. Čtvrtému navrhnutému kritériu nevyhovuje jedna relace. V této fázi jsem kvůli tomu vyloučil vozební rameno Kozolupy – Plzeň – Blovice, neboť jsou zde nasazovány ve vysokém množství jednotky 814, kdežto k nasazení nových vozidel 844 dochází jen minoritně.

Je tedy nutné určit dodatečné výběrové kritérium. Pro účel následujícího porovnání vybírám kapacitu vozidla pro cestující: jednotka 844 pojme 120 cestujících, zatímco jednotka 841 jen 71 cestujících. Jedná se o důležitý parametr, neboť vyšší kapacita vozidla by měla umožnit srovnat více typů vozidel nebo souprav na rozdíl od nízkokapacitní motorové jednotky 841. Díky tomu zůstávají jako adekvátní pro porovnání dvě spojená vozební ramena Planá u Mariánských Lázní – Mariánské Lázně – Cheb a Cheb – Karlovy Vary – Most na tratích 130, 140 a 170. Z tabulky D.4 je patrné, že na osobní vlaky mezi těmito městy jsou nasazovány pouze jednotky 844 a spíše v okrajových ranních a večerních časech soupravy složené z elektrické lokomotivy řady 242 a tří vozů. Právě tento aspekt přehlednosti mi přijde jako vyhovující účelům porovnání v této práci. Navíc zajištění jednotek mimo elektrizované úseky je zde minoritní (v porovnání s relací Cheb – Karlovy Vary). Většina osobních vlaků zajíždí z Chebu sice jen do Mariánských Lázní, zato v rámci regionální dopravy jezdí mezi Planou a Chebem větší množství vlaků spěšných. Pro účely porovnání díky tomu volím variantu Planá u Mariánských Lázní – Cheb.

2.2 Parametry vybrané tratě

Trať 170 je jednou z nejvýznamnějších a nejdelších tratí v ČR. Je součástí 3. železničního koridoru, jenž se line napříč Českem v západovýchodním směru. Spojuje krajská a okresní města Praha, Beroun, Plzeň a Cheb. Měří celkově 177 km. Vybraný traťový úsek Planá u Mariánských Lázní – Cheb je dlouhý 42,4 km [7]. Významnými sídly podél této části trati jsou podle statistik ČSÚ Mariánské Lázně s více než 13 tisíci obyvateli a historické město Cheb s více než 30 tisíci

obyvateli [8]. Celá trať je elektrizovaná od 60. let 20. století. Vybraný úsek trati lze rozdělit na dva přibližně stejně dlouhé úseky: první mezi železničními stanicemi Planá u Mariánských Lázní a Lipová u Chebu je jednokolejný (délka 20,9 km) a druhá část mezi Lipovou a Chebem je dvojkolejná (délka 21,5 km). Tento aspekt na modelové porovnání v této práci a doporučení pro výběr vliv nemá. Při komplexní porovnání se zahrnutím vlivu na sestavování grafikonu železniční dopravy na této trati to již vliv mít může. Pak je nutné posoudit, jak rychlost a další technické parametry vozidel mají vliv na průjezdnou kapacitu této tratě.

Další obecné informace lze vyčíst z aktuálního jízdního řádu od SŽDC [6]. Výřez jedné strany s příkladem osobního vlaku číslo 7381 jedoucího z Chebu do Plané je přiložen jako obrázek 2.1. Na tento vlak je nasazena jedna motorová jednotka 844. Osobní vlak zdolá zvolený úsek standardně za 43 minut, na trase je 9 zastávek, přičemž 4 z nich jsou „na znamení“. V Mariánských Lázních podle JŘ dochází někdy k delšímu stání po dobu 15 minut. Toto dlouhé stání ve stanici však nebude do požadavků pro sestavení modelového jízdního řádu zahrnuto, neboť to není požadavek vyplývající z inherentních vlastností posuzovaných typů železničních vozidel.

€ 170 Cheb - Plzeň - Beroun (- Praha)

km	SŽDC, státní organizace / ČD, a.s.	Vlak				7287 ↳ ○	7381 1.2. ↳ ○
Ze stanice							
0	Cheb 140,146,147,148,179 ↔11						28 20 03
4	Cheb-Všeboř ↔11,12						x20 07
7	Stebnice ↔12						x20 10
10	Lipová u Chebu ↔12						20 13
14	Salajna ↔12,15						x20 17
17	Dolní Žandov ↔15						20 21
23	Lázně Kynžvart ↳ ↔15						20 27
27	Valy u Mariánských Lázní ↔15,16						x20 31
30	Mariánské Lázně ↳ 149 ↔16	○					20 34
	Mariánské Lázně ↳ 149 ↔16						20 36
37	Chodová Planá						20 42
42	Planá u Mariánských Lázní ↳ 184	○					28 20 46
	Planá u Mariánských Lázní ↳ 184						
46	Brod nad Tichou						
51	Pavlovice						
58	Ošelín						
64	Svojsín 178	○					
	Svojsín 178						
68	Millíkov						
73	Stříbro ↳						
77	Vranov u Stříbra						
79	Sulislav ↔122						
83	Pňovany ↔122	82 ○					
	Pňovany □ ↔122						
86	Pňovany zastávka ↔122	82 ○					
	Pňovany zastávka ↔122						
89	Plešnice ↔121,122						20 39
95	Kozolupy ↔121						x20 42
98	Vochov ↔121						20 45
100	Plzeň-Křimice ↔001,121						x20 47
102	Plzeň-Zadní Skvrňany ↔001						20 51
105	Plzeň-Jižní Předměstí 180 ↔001	○					20 55
106	Plzeň hl.n. ↳ 160,180,183,190 ↔001	○					20 55
Do stanice							

□ cestující ze směru od Stříbra do stanic ležících na trati číslo 177 Pňovany zastávka - Bezdružice nedoplácejí rozdíl jízdného za dvakrát poježděný úsek Pňovany - Pňovany zastávka

12 nejede 24., 25., 31.XII.
 28 jede v 28 nejede 31.XII.
 28 jede v 28 a †, nejede 24. – 26., 31.XII., 5.IV., 1., 8.V., 5.VII., 27.IX.
 82 viz trať 177

Obrázek 2.1: Jízdní řád na trati 170 platný od 14. června 2015 (výňatek)

2.3 Vozidla nezávislé trakce provozovaná na vybrané trati

Moderní motorové jednotky s označením 844 obsluhující vozební rameno (Planá u Mariánských Lázní) – Mariánské Lázně – Cheb na železniční trati 170, jsou nakoupeny na základě výběrového řízení. Polská železniční strojírna PESA Bydgoszcz vyhrála tendr na celkový nákup 31 nových vozidel, celkově za ně ČD zaplatily 1 987 850, 932 mil. Kč, což odpovídá ceně 64,1 mil. Kč za jedno nové vozidlo [9]. Původně odhadovaná pořizovací cena za 31 vozidel požadovaných parametrů byla odhadnuta ve výši 2 635 mil. Kč, takže ČD vyšel tento tendr oproti předpokladům velmi výhodně – ve výsledku se čtvrtinovou úsporou oproti předpokládaným výdajům. Nákup 17 motorových jednotek však byl ještě finančně podpořen ze 40 % evropskými dotacemi z Regionálních operačních programů [10]. To na jedné straně znamená, že pro národního dopravce byla pořizovací cena zhruba 38,5 mil. Kč za jeden kus, což by se pak mělo pozitivně promítnout do ceny objednávky veřejné dopravy díky nižším odpisům. Na druhou stranu je to pro dopravce svazující, je přitom vázán povinnostmi obsluhovat přímo relace, které jsou v podmínkách udělení dotace striktně vymezeny.

Vozidla 844 vystupují na českém trhu pod obchodním označením *RegioShark*. Název pravděpodobně poukazuje na přední masku vozidla (nezvykle pojatou oproti vozidlům jiné proveniencí v parku dopravce), která může pozorovateli připomínat žraloka. Výrobce PESA Bydgoszcz tento stroj označuje jako Link II. ČD jsou prvním dopravcem, který vozidla Link II zařadil do svého vozového parku. Jedná se dvouvozové motorové jednotky, které splňují moderní emisní limity UIC III B¹ a nabízejí poměrně vysoký komfort pro cestující. Jejich kapacita činí 120 míst pro sedící cestující (z toho 9 v první třídě) a stejný počet míst pro stojící cestující.

Zakázka byla zadána podle rejstříku veřejných zakázek v březnu 2011. První vozidla vyjela na českou železnici do provozu již v září 2012. Jak uvádí ve zprávě železniční server ŽelPage, první nasazení bylo na celostátní elektrizované trati 130, v úseku Karlovy Vary – Chomutov [11]. Dále zpráva uvádí, že už podle původního zadání měly být motorové jednotky nasazovány na linku Cheb – Aš – Hranice v Čechách a také na úseky na elektrizovaných tratích: soupravy byly určeny pro vozbu osobních vlaků mezi Mariánskými Lázněmi a Chomutovem.

¹ Splňují tedy bez potíží zároveň požadavky dané emisní normou EURO 2 a díky tomu jsou za jejich provoz účtovány poplatky za ŽDC s nejnižším koeficientem rovným 1.

Kapitola 3

Provozní porovnání vozby osobních vlaků

Třetí kapitola diplomové práce je zaměřena průzkum takových technických a nákladových aspektů drážních vozidel, které mají výrazný vliv na provozní porovnání. Na počátku bude sestaven kalkulační vzorec nákladů vztažených k provozu železničních vozidel. Poté budou prověřeny všechny v něm zahrnuté nákladové položky z hlediska jejich ceny, měření nebo relevance pro konečný výsledek. Nedílnou součástí bude popis analýzy bodu zvratu, která bude použita jako základní prvek pro dosažení výsledku v závěru procesu provozního porovnání. Jedná se o nalezení časového bodu, po kterém je již v rámci ekonomické životnosti finančně výhodnější provozovat jedno železniční vozidlo než druhé.

3.1 Specifikace provozního porovnání

Cílem této práce je provozní porovnání na základě jedné veličiny, a tou je proběh vozidel. Tato veličina udává délku ujeté trasy jednoho vozidla, obvykle za časovou jednotku (většinou den nebo rok). Pochopitelně může být měřena délka trasy i absolutně. Proběh může být vyjádřen přímo (kilometricky), nebo pomocí jiného naturálního ukazatele ukrývajícího v sobě naježděnou vzdálenost nepřímo – zde v této práci na základě počtu oběhů vozidla. Oběh zde bude značit jízdu vozidla z výchozího bodu na trati do cílového bodu a zase zpět.

Otázkou plynoucí z provedeného provozního porovnání je, při jakém proběhu vozidel je ekonomicky výhodnější pořídit si vozidla poháněná elektrickou trakcí. Za předpokladu nízkého očekávaného proběhu je obvykle finančně prozíravější pořizovat vozidla s nezávislou trakcí. Vstupují do toho další aspekty, které jsou spjaté s údržbou a péčí o vozidla nezávislé trakce. Časová i finanční náročnost je zpravidla odlišná. Elektrické jednotky si vyžádají menší náklady na provoz, zejména na trakční energii.

Pro porovnání je brán zřetel na využívání vozidel splňujících vyšší kvalitativní standardy pro cestující. Ty by měly v ideálním případě odpovídat požadavkům objednatelů regionální dopravy v ČR, tedy v naprosté většině krajům a organizátorům veřejné dopravy. Vzít v potaz výsledek porovnání je vhodné jak při plánování úpravy vozového parku (např. pro zvyšování přepravního

komfortu cestujících pro zachování konkurenceschopnosti), tak pro účely soutěže o poskytování veřejné služby v přepravě cestujících. Přes požadavky na určité minimální standardy je však v ČR zcela jasným prioritním kritériem pořizovací cena vozidel. Při vysokém vnitřním dluhu národního dopravce je pochopitelná snaha razantně snižovat náklady na jejich pořízení. A v rámci provozu regionální dopravy to platí dvojnásob.

3.2 Specifikace vozidel

Železniční vozidla můžeme rozlišovat podle různých hledisek. Pro účely této práce je důležité si vymezit správně užívané pojmy. Provozní porovnání bude postaveno na vozidlech umožňující aktivní usměrněný pohyb na dráze, lépe řečeno vozbu. Norma ČSN 280001 uvádí, že „vozba je řízený pohyb drážního vozidla po železniční dráze“ [12]. Z hlediska přívodu energie do železničního vozidla je možné vozbu rozdělit na tři skupiny: vozbu závislou, nezávislou a polozávislou. Podle totožné normy se závislá vozba vyznačuje trvalým přívodem elektrické energie z vnějšího zdroje do hnacího vozidla. Při nezávislé vozbě je umožněna přeměna energie ze zdroje přímo na hnacím vozidle (či speciálním vozidle v soupravě). A konečně polozávislá vozba je definována jako vozba s alternativním přívodem energie do hnacího vozidla, z vnějšího či svého zdroje na vozidle, obvykle je přítom na vozidle zásobník energie. Vozidla můžeme dále dělit podle způsobu pohonu hnacích kol na elektrickou a motorovou trakci. Vozidla elektrické trakce se vyznačují elektromotorem, který uskutečňuje přeměnu elektrické energie na kinetickou energii, kdežto vozidla motorové trakce pro přeměnu tepelné energie na energii kinetickou využívají spalovací motor. Elektrická trakce tak díky tomu při provozu vozidla nabízí menší emise znečištění a hluku oproti trakci motorové.

Obecně se drážní vozidla závislé trakce vyznačují vyšší energetickou účinností a vyššími investičními náklady na jejich pořízení (až několikrát oproti trakci nezávislé). To by mělo být vyváжено nižšími provozními náklady oproti nezávislé trakci, kdy si vozidlo svůj zdroj energie stále veze stále při sobě. Závislá trakce si logicky vynucuje komparativně vyšší výdaje na infrastrukturu – trakční vedení, kdežto při provozu nezávislé trakce je nezbytné se vypořádat s omezenou kapacitou zásobníků energie, které je nutné pravidelně doplňovat. V provozním porovnání se náklady na výstavbu a údržbu infrastruktury neprojeví (týká se zvažování výběru vozidel na vozební rameno, kde již trať elektrizována je). Zato při komplexním posuzování nákladů v makroekonomickém pohledu (například pro zvažování elektrizace tratí) je nutno mít tuto skutečnost na zřeteli.

3.3 Technické a provozní veličiny použité při výpočtu v programu FBS

Provozní porovnání drážních vozidel si vynucuje znalost několika technických a provozních veličin. Všechny ve výsledku ovlivňují výkon a rychlost vozidla. To se následně přirozeně projeví na spotřebě trakční i netrakční energie. Lze říci, že pro dieselovou i elektrickou trakci se jedná o stejné veličiny, byť se projevují na výsledné spotřebě u těchto typů trakce rozdílně. Technologické veličiny jako doby nutné pro výjezdy z depa, přípravu, odstavení nebo zbrojení zde nebudou zahrnuty. Je zřejmé, že při tomto postupu je výsledek ovlivněn nepřesností jejich vynecháním, ale nepovažují je vzhledem k ostatním za tak významný aspekt, který je schopen svým rozsahem výsledek práce plně znehodnotit.

Výpočet trakční práce a jízdních dob na základě technických veličin bude proveden v programu FBS [46]. Tento program (či spíše programový balík) obsahuje celou paletu rozličných nástrojů pro sestavování grafikonu vlakové dopravy. Program po zadání jednotlivých typů vozidel do souprav a s doplňkovými parametry je schopen spočítat, jak bude vypadat průběh jízdy dané soupravy (pochopitelně je nutné mít vložené všechny parametry konkrétní tratě na níž se souprava pohybuje).

Prvním zde sledovaným údajem je hmotnost vozidla, která ovlivňuje dynamické chování vozidla. Vyšší hmotnost se projeví na vyšší spotřebě energie, ale i na účtování poplatků za užití železniční dopravní cesty (dále jen ŽDC). Typově blízká veličina je brzdicí váha, která vyjadřuje účinek konkrétních brzd, jimiž je opatřeno dané vozidlo. To se projeví například na rozdílných jízdních dobách. Veličiny jako výkon a rychlost vozidel jsou již zahrnuty v databázi programového balíku FBS [46], a není tak nutno je získávat z jiných zdrojů.

Přehled vozidel provozovaných na zkoumaných tratích s těmito veličinami uvádím v příložené tabulce 3.1. Dalšími sledovanými parametry jsou měrné spotřeby paliva pro motorovou trakci: zde sleduji spotřebu motorů při jmenovitém výkonu a spotřebu pomocných pohonů. U elektrické trakce je také sledována spotřeba pomocných pohonů, a to jak volnoběžná spotřeba, tak spotřeba vznikající při zatížení. Další významnou veličinou jsou výdaje na vytápění, klimatizaci, svícení a další zařízení jako jsou elektronické ovládací prvky otevírání dveří.

Charakteristika železničních vozidel										
Základní údaje					Technická specifikace			Kapacita		
Řada	Výrobce	Typ. označení	Obch. název	Typ	Hmotnost (t)	Výkon (kW)	Max. rychlost (km/h)	Sezení	Stání	Celkem
440	Škoda Vagonka	7 Ev	RegioPanter	el. jednotka	160	6 × 340	160	241	256	497
640	Škoda Vagonka	7 Ev	RegioPanter	el. jednotka	160	6 × 340	160	241	256	497
650	Škoda Vagonka	7 Ev	RegioPanter	el. jednotka	106	4 × 340	160	147	170	317
814-2	Pars nova	814-914	Regionova	mot. jednotka*	39,6	242	80	84	105	189
814-3	Pars nova	814-014-814	Regionova Trio	mot. jednotka*	62,3	2 × 242	80	135	151	286
840	Stadler Pankow	RegioShuttle RS1	RegioSpider	mot. jednotka*	45	2 × 265	120	71	97	168
841	Stadler Pankow	RegioShuttle RS1	RegioSpider	mot. jednotka*	45	2 × 265	120	71	97	168
844	Pojazdy Szynowe PESA Bydgoszcz	Link II	RegioShark	mot. jednotka*	84,4	2 × 390	120	120	120	240
242	Škoda Plzeň	73E	-	el. lokomotiva	84	3080	120	-	-	-

* Motor této jednotky splňuje emisní normu EURO 2 nebo vyšší;

Zdroje: Tiskové zprávy ČD, materiály Škoda Transportation a časopis Železničář [13],[62], [63], [64], [65] a [66]

Tabulka 3.1: Technické charakteristiky vybraných železničních vozidel

Maximální spotřeba energie vzniká při jmenovitém motoru (neboli maximálním trvalém výkonu), což se děje hlavně při rozjezdu vozidla a tedy nikoli po celou dobu jízdy. V celé práci však budu počítat se touto spotřebou při jmenovité hodnotě výkonu. Nemělo by to však způsobit větší nepřesnost. Pro srovnání rozptylu hodnot měrné spotřeby motorových jednotek činí dle zkušenosti ČD rozdíl mezi optimální spotřebou a spotřebou motoru jednotky 814 pouhých 4 % [13]. Hodnotu optimální měrné spotřeby paliva však považuji za „laboratorní“ a při praktickém použití by se měly pohybovat v mírně vyšším pásmu (tedy blízko spotřeby při jmenovitém výkonu).

Měrnou spotřebu pomocných pohonů při zatížení jsem stanovil pro potřebu energetických výpočtů ve výši 10 % celkových výdajů na trakční práci u motorové trakce, respektive ve výši 3 % u elektrické trakce. Volnoběžnou spotřebu jsem stanovil ve výši 1 % maximálního výkonu za hodinu pro elektrickou trakci. Je to dáno na základě doporučení z VÚŽ podložené jejich ústavem i zkoumáním uvedeným v publikaci prof. Jansy [14]. Měrná volnoběžná spotřeba motorové nafty u jednotek 814-3 i 844 je známa přesně, a to v jednotkách kg/h. Měrnou spotřebu elektrické energie na vytápění a další neupřesněné výdaje pro kapacitně stejně velké vlakové soupravy jako jednotka 844 budu na doporučení vedoucího práce uvádět ve výši 40 kW/h.

Souhrnná spotřeba vlaku je pak zatížena nedokonalostí přenosu energie, neboli musíme vzít v potaz otázku energetické účinnosti a s tím spojeného vzniku ztrát. Hodnoty se odvozují na základě dlouhodobého pozorování a zkušenosti. U motorové trakce budu počítat pro zjednodušení s 15% vyšší ztrátou, která vzniká ve vozidle. U střídavé elektrické trakce budu zatěžovat přenos ztrátami ve výši 20 %, kdy je v nich zahrnuta mimo ztráty ve vozidle i ztráta při přenosu elektrické energie v distribuční síti, než se dostane do sběrače vozidla závislé vozby.

Všechny hodnoty uvedené v této podkapitole budou v kapitole 5 konkrétně vyčísleny a přehledně uvedeny pro jednotlivé typy vozidel.

3.4 Náklady na provoz vozidel

Do celkového souhrnu všech nákladů je nutné zařadit mnoho položek, které způsobují výdaje vznikající jednomu dopravci. Ty je nutné kvantifikovat, pokud chceme znát cenu za obsluhu určité relace například pro účely porovnání nákladovosti dopravců mezi sebou či objednávky dopravy pro určitou relaci. Takovýto přehled přímých i nepřímých nákladových položek je vyjádřen v následující části 3.4.1. Ovšem pro účel provozního porovnání nasazení různých vozidel není nutné vyčíslit všechny položky: lišit se budou přímé náklady závislé na přesně daných metrikách. Pro zjednodušení lze předpokládat, že ostatní položky zůstávají v podobné výši (přestože v reálných podmínkách tomu tak být nemusí). Je nutné však přitom říci, že právě nepřímé náklady jsou však často tou částí, kterou může podnik sám o sobě ovlivnit více, v systému řízení a efektivity se mezi sebou jednotlivé podniky odlišují.

3.4.1 Souhrnný výčet nákladů železniční dopravy

Kompletní přehled všech nákladů železniční dopravy uvádím v podobě, jakou navrhuje Jan Eisler v publikaci *Ekonomika dopravního systému* [15]:

1. Trakční zdroje,
 - (a) trakční palivo – náklady na spotřebu pevných a tekutých paliv, maziv, mazacích olejů pro provoz hnacích vozidel, počítá se spotřeba na trakční výkony, vytápění i osvětlení vozů včetně spotřební daně,
 - (b) trakční energie – náklady na spotřebu elektrické energie pro provoz: trakční pohon, vytápění i osvětlení souprav,
2. přímý materiál – materiál spotřebovaný v přepravním provozu,
3. přímé mzdy – mzdy pro zaměstnance zabezpečující práci a služby v železničním provozu,
4. přímé odpisy,
 - (a) přímé odpisy vozidel,
 - (b) přímé odpisy ostatních technologických zařízení komerčního provozu (jeřáby, zvedací mechanismy, zařízení pro ložené práce a další),
5. přímé opravy a udržování vozidel,
 - (a) přímé opravy a udržování vozidel,
 - i. přímý materiál,
 - ii. přímé mzdy,
 - iii. ostatní náklady,
 - (b) přímé opravy a udržování ostatního hmotného majetku provozu,
 - i. přímý materiál,
 - ii. přímé mzdy,
 - iii. ostatní náklady,
6. ostatní přímé náklady,
 - (a) náklady za použití ŽDC,
 - (b) náklady za řízení provozu na ŽDC,
 - (c) zákonné pojištění,
 - (d) cestovné,
 - (e) jiné přímé náklady,
7. provozní režie – náklady, které nelze určit přímým propočteme na kalkulační jednotku výkonu,
8. správní režie – druhotné náklady související s administrativou a řízením dopravní společnosti,
9. zisk (či ztráta),
10. daň z přidané hodnoty – daň připočtená podle aktuální platné sazby dané zákonem k ceně výkonu,
11. dotace k tržbám – subvence poskytované veřejnými i soukromými korporacemi dopravci, zejména v případě, pokud tržby dopravce nepokrývají cenu výkonu za provoz železniční dopravy.

3.4.2 Výčet nákladů provozního porovnání železničních vozidel

Provozní porovnání si klade za cíl měřit rozdíly při provozu vozidel, která je vyjádřena jejich proběhem. Výše zmíněný komplexní výčet tak byl značně zredukován. Náklady dopravce není zapotřebí v tomto případě explicitně kalkulovat (například nepřímé náklady na marketing a mzdové prostředky), neboť se jedná o varianty nasazení více typů vozidel, jejichž substituční použití by nemělo přinášet výraznější konsekvence pro nákladovost dopravní společnosti. Týká se to také nákladů vyjadřujících odvody pojistného. ČD mají v této části nákladů sjednáno pojištění odpovědnosti. To však činí ve výsledku pouze tisícové položky na jedno vozidlo za rok podle veřejné zakázky pro pojišťovny z finanční skupiny Vienna Insurance Group [16] a nemá výrazný vliv na výsledek tohoto porovnání.

Z toho důvodu jsem se rozhodl do porovnání zahrnout tyto nákladové položky:

1. Trakční zdroje,
 - (a) trakční palivo,
 - (b) trakční energie,
2. přímé odpisy vozidel,
3. přímé opravy a udržování vozidel,
4. ostatní přímé náklady,
 - (a) náklady za použití ŽDC,
 - (b) náklady za řízení provozu na ŽDC.

Po uvedení 4 nákladových skupin je záhodno učinit rozbor položek, které se v nich nacházejí, z pohledu toho, jak může dopravce ovlivnit výdaje za tyto položky. Náklady se přirozeně skládají z ceny za jednotku a jejich množství. Je zřejmé, že jednotkové ceny za typ komodity či výrobku není většinou možné změnit, pokud probíhá vše řádně: jsou vypsány soutěže na jejich dodávky, údržby probíhají podle doporučení výrobce a zaměstnanci se chovají hospodárně, někde je to dáno vývojem na burze či legislativou. Klíčové tedy je vybrat správné vozidlo na základě jeho plánovaného dlouhodobého využití v konkrétním prostředí. Tak lze ovlivnit nákladovost i při cenách daných externími vlivy, což se týká poplatků za užití infrastruktury. Jakýkoli výběr se přímo podepíše na nákladovosti všech čtyř skupin – není sice cílem této práce vybrat nejvhodnější vozidlo pro složitost přesahující tuto práci, ale pomoci uskutečnit výběr, pokud již byly náležitě formulovány požadavky na jeho potřebnost.

3.4.3 Vzorec nákladů provozního porovnání železničních vozidel

Vzorec provozních nákladů lze vyčíslit poměrně jednoduchým způsobem. Skládá se z fixní části nákladů, pořizovací ceny vozidla, a variabilní složky, tedy provozních nákladů za jednotku intenzity. Vzorec provozních nákladů potom vypadá následovně:

$$naklady = cena + provoz \cdot x \quad (3.1)$$

kde

$cena$ = pořizovací cena vozidla (standardně v Kč),

$provoz$ = provozní náklady vozidla za jednotku intenzity (standardně v Kč / km),

x = proběh nebo jiná variabilní jednotka intenzity (standardně v km).

Variabilní složku $provoz$ lze ještě dále rozvést podle přehledu v předchozí části 3.4.2 do další rozlišovací úrovně:

$$provoz = energie + udrzba + poplatky \quad (3.2)$$

kde

$energie$ = náklady za spotřebu energie,

$udrzba$ = náklady na opravy a údržbu vozidel,

$poplatky$ = poplatky pro správce infrastruktury (použití ŽDC, řízení provozu a přidělení trasy).

První složku $energie$ je možno ještě rozdělit podle povahy spotřebované energie na tři podsložky – trakční energii, netrakční energii a energetické ztráty:

$$energie = trakcni + netrakcni + ztraty \quad (3.3)$$

kde

$trakcni$ = náklady za spotřebovanou trakční energii (pohyb vozidla),

$netrakcni$ = náklady spotřebovanou netrakční energii (pomocné pohony, vytápění a další),

$ztraty$ = energetické ztráty vzniklé nedokonalým přenosem energie od zdroje energie.

Do nákladové položky $udrzba$ budou v tomto porovnání zahrnuty i náklady spojené s úklidem vlaku. Ve složce $poplatky$ bude ponechán poplatek za přidělení trasy, byť je v absolutně stejné výši pro všechny vlakové soupravy a vozidla v porovnání. Ponechán je za účelem zjištění, jak výrazně se tento poplatek v relativní výši podepisuje na celkové nákladovosti.

3.4.4 Analýza bodu zvratu

Pro celkové ekonomické porovnání použití různých typů vozidel bude použito jednoduché metody, která se nazývá analýza bodu zvratu (anglicky *Break Even Point Analysis*). Tato metoda je aplikována standardně v situacích, kdy chceme zjistit, při jakém objemu prodaných produktů se tržby za jejich prodej vyrovnají celkovým nákladům (sumě fixních i variabilních nákladů). Okamžik vyrovnání se právě nazývá „bodem zvratu“.

V porovnání v rámci této práce bude místo výše fixních nákladů vystupovat rozdíl mezi pořizovacími cenami vozidel. Tržby v klasickém pojetí jsou nyní nahrazeny náklady na provoz prvního typu vozidla. Variabilní náklady jsou nahrazeny provozními náklady druhého typu vozidla. Formálně lze s využitím veličin definovaných v části 3.4.3 popsat tuto analytickou techniku pro účely diplomové práce následující rovnicí, kde x značí bod zvratu a je hodnotou proměnné počtu oběhů vozidla:

$$cena1 + provoz1 \cdot x = cena2 + provoz2 \cdot x \quad (3.4)$$

První rovnice má na každé straně cenu samotného vozidla a jeho provozu. Rovnici lze upravit pomocí dvou ekvivalentních úprav tak, že hledanou veličinou bude x , které tak bude značit bod zvratu, ke kterému dojde po určitém počtu oběhů:

$$(provoz1 - provoz2) \cdot x = cena2 - cena1 \quad (3.5a)$$

$$x = \frac{cena2 - cena1}{provoz1 - provoz2} \quad (3.5b)$$

kde

$cena1$ = cena pořízení nebo modernizace vozidla 1,

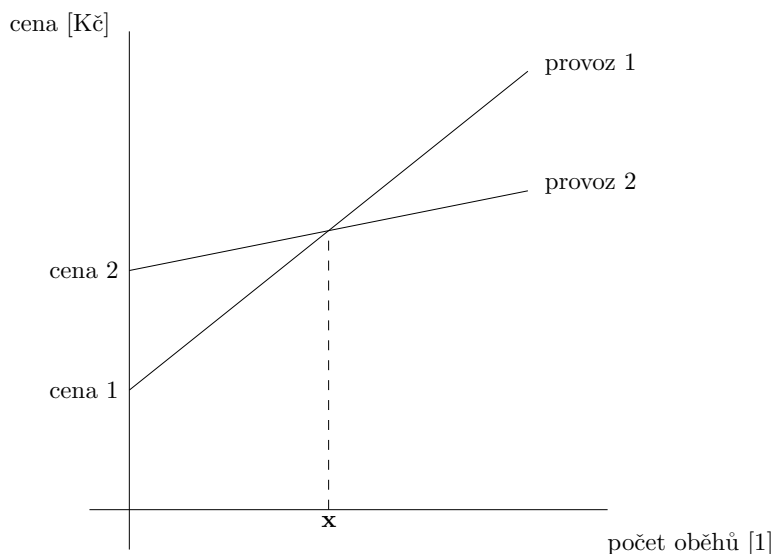
$cena2$ = cena pořízení nebo modernizace vozidla 2,

$provoz1$ = provozní náklady vozidla 1 za 1 jednotku intenzity,

$provoz2$ = provozní náklady vozidla 2 za 1 jednotku intenzity,

x = bod zvratu.

Obvykle se předpokládá, že křivka tržeb protne v místě bodu zvratu křivku nákladů, respektive v tomto případě se protnou křivky provozních nákladů vozidla 1 a 2, v bodě zvratu značeného x . Tato situace je znázorněna v přiloženém obrázku 3.1. Suma celkových nákladů v tomto okamžiku je vyrovnána. Poté již dochází k tomu, kdy přichází relativní zisk nebo úspora nákladů, neboli nákup vozidla 2 s nižšími náklady na provoz (předpokládané vozidlo elektrické trakce) se vyplácí vůči vozidlu 1 (předpokládané vozidlo motorové trakce). Jeho další provoz šetří náklady jeho uživateli po zbytek životnosti vozidla.

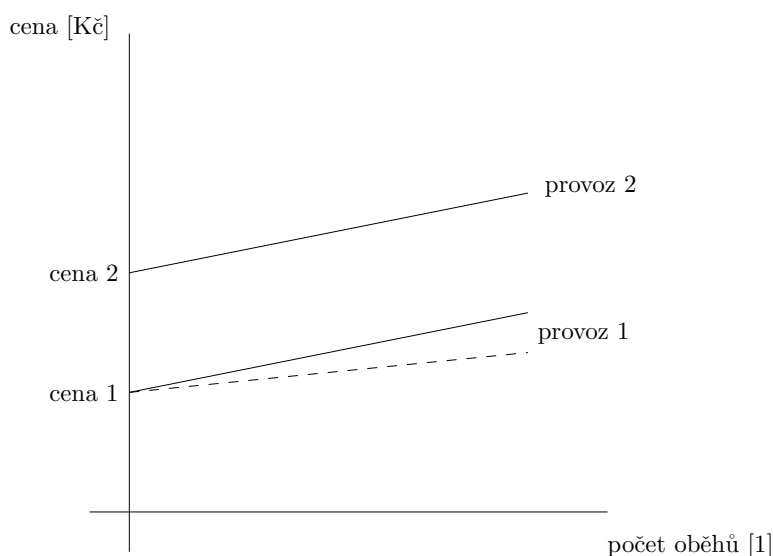


Obrázek 3.1: Analýza bodu zvratu

Pochopitelně může nastat i jiná situace, tedy že kvůli zadávaným parametrům není možné dosáhnout bodu zvratu. Tato varianta je znázorněna v obrázku 3.2 na straně 21. V prvním případě je křivka $provoz1$ rovnoběžná s křivkou $provoz2$ a k protnutí nemůže dojít (provozní náklady vozidel 1 i 2 jsou totožné); pořízení vozidla 1 se tak vyplácí vždy. V druhém případě má křivka $provoz1$ (značená čárkovaně) nižší sklon směrnice než křivka $provoz2$, tudíž nejen že se vyplácí pořízení

vozidla 1 vždy, ale dokonce každé jeho využití je relativně výhodnější. Oba tyto případy znamenají, že rovnice analýzy bodu zvratu nemá řešení.

Analýza má dále ekonomický smysl, jen pokud vychází bod zvratu v době před ukončením životnosti vozidel (matematický smysl výpočtu však zůstává i nadále). Jednoduše řešeno je irelevantní udávat, že k bodu zvratu dojde za takový počet oběhů vozidel, který je uskutečnitelný za více než 30 let (či méně pro rekonstruovaná a modernizovaná vozidla, 20 či 10 let). Dále se předpokládá, že růst provozních nákladů probíhá lineárně. Ve skutečnosti tomu být tak nemusí, přesto v dlouhém horizontu, kdy bude uskutečněno několik desítek tisíc oběhů a uběhne několik let, není tato nepřenosnost důležitá. Pro účely této práce a provedení tak nevznikne výrazná újma, která by ovlivnila výsledek výpočtů.



Obrázek 3.2: Analýza bodu zvratu (rovnice nemá řešení)

V kapitole 5 bude použit jako jednotka intenzity 1 oběh vozidla. Za tímto postupem je snaha vyrovnat rozdílné náročnosti jízdy z výchozí stanice do cílové stanice a naopak. Zamýšlený 1 oběh vozidla tak bude teoreticky představovat hodnotu proběhu ve výši 84,8 km. Vypočtený počet oběhů, kdy nastane bod zvratu, pak bude vydělen počtem oběhů za rok značící denní vytížení vozidla, což přinese ve výsledku srozumitelnější hodnotu pro uživatele. Bude jasně řešeno, v kterém roce a kdy v době životnosti dojde k bodu zvratu či nikoli.

3.5 Nákladové položky

Zaměříme se dále na konkrétní charakteristiku nákladových položek, které do srovnání vstupují. Nejprve je však vhodné nastolit problematiku vývoje cen v čase. Je to vyřešeno následujícím způsobem: větší újmy na obecnosti odvozených výsledků: v této práci nebudu uvažovat výkyvy a změny cen v budoucnosti. Vše bude vyjádřeno v současných cenách, platných v roce 2015, a to bez DPH. Starší ceny tak budou pro účel reprezentativního porovnání navyšovány pomocí 2% přírážky

za každý uplynulý rok, neboť tato hodnota odpovídá dlouhodobému cílení míře inflace centrální bankou. Není zde prostor na větší prognózy jednotlivých složek, ze kterých provozní porovnání v ekonomické rovině vychází. V oblasti výrazných změn oproti současnému stavu si lze však představit posuny cen elektrické energie a také poplatků za využití ŽDC. Nyní se postupně navyšují příspěvky na obnovitelné zdroje a nákup elektrické energie se i tak meziročně viditelně prodražuje. V následujících letech by však mohlo dojít k jejich snižování na mnohem nižší úroveň (či je dokonce zrušit), pokud by to bylo politicky neúnosné. Poplatky za ŽDC jsou rovněž záležitostí, jež je ovlivněna výrazně politickým děním. V souladu s evropskou politikou by mohlo dojít k jejich relativnímu zmenšování či zmrazení. S tím je však spojena otázka, komu na vrub bude připsán výpadek příjmů z těchto poplatků. Jako subvenci svého druhu by to musela pokrýt některá kapitola veřejných rozpočtů.

3.5.1 Náklady na pořízení vozidel

Při pořizování vozidel jsou myslitelné dvě alternativy: koupit nová vozidla či použít stará vozidla a provést jejich úpravu či rekonstrukci. ČD pro nákup i renovaci vozidel vypisují veřejné soutěže. V příložené tabulce 3.2 je zaznamenán přehled nákupů nových vozidel pro regionální dopravu v posledních deseti letech (a navíc renovací jednotek 810). Z přehledu je patrné, že v tendru často dochází k nákupu 15 až 20 kusů nových vozidel, ať již české či zahraniční proveniencí. Cena nových motorových jednotek se pohybuje zhruba 55 do 65 mil. Kč; cena elektrických jednotek od 110 do 135 mil. Kč. Jak vidno, jejich přibližně dvojnásobná cena by měla být vyvážena velkými provozními úsporami. Toto vyvážení je možné pouze za předpokladu vysokého proběhu. Vyžaduje to však mít rovněž k dispozici mnohem vyšší finanční sumu na jejich nákup, což může být pro dopravce také překážkou. Při nákupu nových vozidel je možné čerpat dotace z veřejných prostředků: z evropských fondů se příspěvek může blížit dokonce až 85 % celkové ceny, pokud je vlastníkem vozidel objednatel dopravy; jinak výše dotace může podle pravidel dotačních mechanismů dosáhnout 40 % konečné ceny vozidla. Ministerstvo financí podle vyjádření v médiích v současnosti zvažuje, že by dopravce dokonce mohl obdržet plnou dotaci z veřejných prostředků na pořízení nových vozidel, když uspěje v tendru na objednávku veřejné dopravy [17]. Pak by ovšem dopravci vozidlo fakticky nepatřilo a musel by jej předat jinému dopravci, kdyby neuspěl v návazné soutěži o přepravu cestujících v následujícím období, přitom by použití tohoto vozidla bylo velmi pravděpodobně svázáno s použitím pouze na konkrétní určené trati.

Pořizovací cena vozidel se následně projevuje v nákladech jako odpisy; tedy nákladová položka, která se bude projevovat v účetnictví vlastníka ještě dlouhou a určenou dobu. Z hlediska daňových odpisů jsou železniční vozidla odpisována po dobu 10 let. Lze přitom předpokládat, že podnik používá pro odpisování metodu zrychlených odpisů namísto odpisování rovnoměrného. Pro standardně fungující společnost je to povětšinou výhodnější a zkušený management se pro ni rozhodne¹. Pro výpočet nákladů na přepravu, kupříkladu pro účel účasti v tendru na veřejnou přepravu cestujících, jsou však relevantní účetní odpisy. Ty reflektují technickou a morální životnost odpisovaného majetku. Všeobecně lze předpokládat 30letou životnost nových železničních vozidel

¹ Metoda zrychleného odpisování se jeví jako lepší zejména ze dvou důvodů. První a zásadnější je založena na časové hodnotě peněz. Pokud je inflace vyšší než nulová, je lepší odpisovat vyšší částky dříve než později. Finance může podnik dříve použít a investovat, tudíž pro něj mají vyšší hodnotu. Druhý důvod je založený na politicko-finančním riziku, že dojde ke zvýšení korporátní daně z příjmu. Pak je výrazně lepší s vyšší jistotou danit příjmy dříve než později. Čím vyšší jsou odpisy, tím nižší je pak daňová povinnost. Snižování daní přitom neskýtá pochopitelně žádnou hrozbu.

Dodávky železničních vozidel							
Produkt	Dodavatel	Celková cena (mil. Kč)	Počet kusů	Cena/ks (mil. Kč)	Zadání zakázky	Zadavatel	Poznámka
814-2	Pars nova	2 000,00	100	20	IV.06	České dráhy	Modernizace 810/809 a 010. Odhad ceny.
814-3	Pars nova	969,02	26	37,27	II.07	České dráhy	Modernizace 810/809 a 010.
814-2	Pars nova	21,06	1	21,06	IX.07	Svazek obcí údolí Desné	Modernizace 810/809 a 010.
814-2	Pars nova	1 698,64	68	24,98	V.09	České dráhy	Modernizace 810/809 a 010.
814-2	Pars nova	1 579,76	62	25,48	X.10	České dráhy	Modernizace 810/809 a 010.
814-2	Pars nova	280,28	11	25,48	VII.11	České dráhy	Modernizace 810/809 a 010.
440	Škoda Vagonka	2 063,85	12	137,59	II.11	České dráhy	
640	Škoda Vagonka		3		II.11	České dráhy	
650	Škoda Vagonka	448	4	112	II.11	České dráhy	
640	Škoda Vagonka	942,75	5	134,68	V.13	České dráhy	
650	Škoda Vagonka		2		V.13	České dráhy	
840	Stadler Pankow GmbH	877,95	16	54,87	IV.10	České dráhy	
841	Stadler Pankow GmbH	897,96	17	52,82	IV.10	České dráhy	
844	Pojazdy Szynowe PESA Bydgoszcz SA Holding	1 987,85	31	64,12	III.11	České dráhy	

Zdroj: Tisková zpráva Pars Nova a Věstník veřejných zakázek ([18],[19],[20],[21],[22],[23],[24],[25],[26],[27],[28] a [9])

Tabulka 3.2: Nákup a renovace vozidel ČD

a 20letou životnost rekonstruovaných vozidel (což platí například pro motorové jednotky 814). Logicky pak při bilanci ročních nákladů je zahrnut do tohoto součtu odpovídající podíl pořizovací ceny vozidla.

3.5.2 Ceny nafty

V minulosti byly v mediálním prostoru ČD kritizovány za nevýhodné nákupy paliva, což mimo jiné mohlo vést k vyhlášení veřejné zakázky na jeho nákup. ČD nakupují naftu pro povoz svých strojů na základě výběrového řízení. První tendr proběhl v roce 2008 a kontrakt byl uzavřen na 3 roky. Jednalo se o zakázku na nákup 290 milionů litrů paliva, nafty odpovídající normě EN 590. Tendr se za podobných podmínek již dvakrát opakoval. Nyní probíhá odběr na základě tendru pro roky 2015-2017, objem nakupovaného paliva je však nižší. Pokaždé vyšel z výběrového řízení vítězně podnik z koncernu akciové společnosti Unipetrol. Ceny se pohybují mezi 25 a 29 Kč za jeden litr paliva bez DPH (což je uvedeno v příložené tabulce 3.3). Odběratelské ceny tudíž nereagují razantně na výkyvy cen ropy na světových trzích. Pokud by však situace byla nadmíru

výhodná, je možné nakupovat i za aktuální ceny a ušetřit přitom velké částky. ČD navíc postupují poměrně prozítkelně, neboť podnikají kroky při tzv. hedgeování²: pomocí finančních instrumentů si zajišťují příznivější podmínky pro nákup paliva. V budoucnosti budou ČD při jištění ceny velmi pravděpodobně postupovat podobným způsobem.

Dodávky motorové nafty						
Produkt	Dodavatel	Trvání kontraktu	Celková cena (mil. Kč)	Objem (mil. l)	Cena (Kč / l)	Zadání zakázky
Motorová nafta (EN 590)	Paramo, a.s.	36 měsíců	7 287,70	290	25,13	1.6.2008
Motorová nafta (EN 590)	Unipetrol RPA, s.r.o.	36 měsíců	7 030,80	270	26,04	1.7.2011
Motorová nafta (EN 590)	Unipetrol RPA, s.r.o.	36 měsíců	6 669,00	234	28,5	1.6.2014

Zdroje: Věstník veřejných zakázek [30],[31] a [32]

Tabulka 3.3: Kontrakty na nákup motorové nafty pro ČD

3.5.3 Ceny elektrické energie

České dráhy nakupují silovou elektrickou energii rovněž na základě výběrového řízení. Dopravce v těchto letech pravidelně vypisuje soutěž na dodávku na 1 nebo 2 kalendářní roky; jedná se o soutěž o cenu tzv. indexu cen silové elektrické energie, v kterém jsou zahrnuty služby a režie dodavatele energie. V tendru ČD obvykle chtějí nakoupit přibližně 1 250 GWh elektrické energie na 1 rok. Výsledkem není konkrétní cena dodávky, ale index, kterým se násobí roční cena podkladového aktiva na burze. Hospodárnosti lze dosáhnout průběžně efektivním dokupováním nutných dílčích dodávek během roku. Zakázky vždy doposud vyhrála firma z holdingu polostátní akciové společnosti ČEZ.

Aktuální cena silové elektřiny činí přibližně 1,14 Kč za 1 kWh (pro přehled kontraktů viz tabulku 3.4). Objem je tak vysoký, neboť ČD zde vystupují jako distributor energie i pro další dopravce působící na české železniční síti (odběry významného rozsahu má hlavně nákladní dopravce ze stejné skupiny, ČD Cargo). Lze předpokládat, že ČD budou při vypisování veřejných zakázek v příštích letech postupovat srovnatelným způsobem, neboť se to jeví jako výhodný postup pro ušetření finančních prostředků pro pořízení trakční energie. V minulosti jako distributor působila SŽDC; ČD ovšem nebyly spokojeny se způsobem fungování tohoto smluvního vztahu a začaly elektřinu nakupovat samostatně.

Cena za elektrickou energii se skládá z několika složek. První je cena za silovou elektrickou energii: tu ČD nakupují v soutěži, lze ji nakupovat na burze nebo rovnou od dodavatele. Přibližná cena odběru pro toto období je díky způsobu nákupu u ČD známa. Druhou standardní součástí je cena za distribuci elektrické energie, cena za přípojky a infrastrukturu provozovatele přenosové

²ČD to uvádějí v prospektu pro potenciální investory, kteří by mohli mít zájem o nákup jejich dluhopisů [29], že provádějí částečné zajištění cen nafty.

Dodávky silové elektřiny pro elektrickou trakci							
Produkt	Dodavatel	Období	Trvání kontraktu	Celková cena (mil. Kč)	Objem (GWh)	Cena (Kč / kWh)	Zadání zakázky
Silová elektřina	ČEZ Prodej	01.01.2011–31.12.2011	12 měsíců	1 668,13	1 250,00	1,33	listopad 10
Silová elektřina	ČEZ Prodej	01.01.2012–31.12.2012	12 měsíců	1 867,24	1 250,00	1,49	říjen 11
Silová elektřina	ČEZ Prodej	01.01.2013–31.12.2013	12 měsíců	1 758,57	1 250,00	1,41	srpen 12
Silová elektřina	ČEZ Prodej	01.01.2014–31.12.2014	12 měsíců	1 618,85	1 250,00	1,3	květen 13
Silová elektřina	ČEZ Prodej	01.01.2015–31.12.2016	24 měsíců	2 839,94	2 500,00	1,14	červenec 14

Zdroje: Věstník veřejných zakázek [38],[39],[40],[41] a [42]

Tabulka 3.4: Kontrakty na dodávku silové elektrické energie pro ČD

soustavy. Třetí součástí je příspěvek na produkci energie z obnovitelných zdrojů. Druhá a třetí složka je dána vyhláškou Energetického regulačního úřadu (ERÚ). Náklady na jednotku jsou sice přesně známy, ale již není veřejně známo, kolik je účtováno ČD jako odběrateli. Náklady na obnovitelné zdroje, které se promítají do koncových cen, jsou však ohromné: podle mluvčího ČD Petra Šťáhlavského cena za silovou energii tvořila v roce 2012 kolem 40 procent koncové ceny pro ČD [33]. To byl dle mého názoru řádově odpovídající poměr ke koncové ceně: ČD jsou největším odběratelem elektrické energie v ČR a mají proto možnost nakupovat energii levněji než jiné subjekty; u Dopravního podniku hlavního města Prahy podle vlastního firemního časopisu DPkontakt regulovaná složka ceny elektřiny činí přibližně 50 procent koncové ceny [34].

Ke stanovení odhadu současné ceny pro rok 2015 jsem se dostal následující úvahou. Podle mě dostupného zjištění se koncová cena v roce 2010 elektrické energie pohybovala kolem ceny 2,20 Kč za 1 kWh: je to uvedené v dokumentu ministerstva dopravy řešící alokaci spotřeby vlaků na české železniční síti za rok 2010 [35] a také údajů Jiřího Pohla ze společnosti Siemens [36]. Při znalosti státem velikosti stanovených příspěvků na obnovitelné zdroje (dostupné například přehledně za více let v dokumentu distribuční společnosti E.ON [37]) a nákupní ceny silové elektrické energie veřejné soutěži (uvedené ve výše uvedené tabulce 3.4) jsem odvodil zbývající část výsledné ceny – nákladů na distribuci a ztráty za neodebranou energii v rámci kontraktu z toho roku. Odhaduji pomocí odečtu, že v roce 2010 měla hodnotu tato část 0,695 Kč. Ceny za distribuci se zvyšují v delším horizontu postupně o hodnotu dlouhodobé inflace; takto lze v roce 2015 pomocí řetězového navyšování ceny o 2 % dospět, že náklad na tuto část činí zhruba 0,768 Kč (celkový přehled je přiložen v tabulce 3.5). Z toho lze následně usuzovat, že výsledná cena se nyní pro rok 2015 pohybuje kolem 2,40 Kč za 1 kWh. Navýšení výsledné ceny od roku 2010 není tak vysoké, jak by se snad mohlo očekávat, neboť cena silové elektřiny na energetické burze dlouhodobě klesá: to kompenzuje z velké míry zejména zmíněné vysoké příspěvky na výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů.

Odhad cen trakční energie pro elektrickou trakci								
Období	Silová elektřina			Příspěvek na OZE*	Distribuce a ztráty**	Koncová cena	Reference koncové ceny	
	Cena dodávky (mil. Kč)	Objem dodávky (GWh)	Jednotková cena (kWh/Kč)	Cena (kWh/Kč)	Odhad ceny (kWh/Kč)	Odhad ceny (kWh/Kč)	Odhad ceny (kWh/Kč)	Zdroj
01.01.2010–30.06.2010	803,57	600	1,339	0,166	0,695	2,2	2,2	Ministerstvo dopravy, Jiří Pohl
01.01.2011–31.12.2011	1668,13	1250	1,335	0,37	0,709	2,41	2,33	Jiří Pohl
01.01.2012–31.12.2012	1867,24	1250	1,494	0,419	0,723	2,64	2,5	Jiří Pohl
01.01.2013–31.12.2013	1758,57	1250	1,407	0,583	0,738	2,73	2,5	Jiří Pohl
01.01.2014–31.12.2014	1618,85	1250	1,295	0,495	0,753	2,54	2,5	Jiří Pohl
01.01.2015–31.12.2016	2839,94	2500	1,136	0,495	0,768	2,4	2,4	Jiří Pohl

* Cena na krytí vícenáskladů spojených s výkupem elektřiny z obnovitelných zdrojů a kogenerace;

** Odhad ceny distribuce elektřiny a ztrát při nedostatečném odběru, od roku 2010 je původní odhad této součásti koncové ceny řetězově zvyšován o 2 % (dlouhodobá míra inflace)

Zdroje: Věstník veřejných zakázek, Ministerstvo dopravy ČR, EON a Jiří Pohl ([35], [36], [56], [57], [58], [59], [60], [37] a [61])

Tabulka 3.5: Odhad koncové ceny elektrické energie pro ČD v letech 2010–2015

3.5.4 Spotřeba a účtování trakční energie

Vlak při provozu potřebuje energii nejen na vlastní trakční pohon. Je nezbytné mu dodat i energii na pomocné pohony, topení či klimatizaci, provoz jeho vybavení apod. Významným aspektem je však samotné účtování energie za konkrétní vlak. V případě diesellových strojů je to zřejmé. Pro úplnost by bylo nutné jen připočítat dodávku nafty na odběrné místo, ale to zde není bráno jako významná položka, jelikož jsou ČD schopny poměrně efektivně zavážet komoditu od dodavatele do svých odběrných míst. V druhém případě však nyní neprobíhá účtování na základě skutečné spotřeby elektrické energie, nýbrž existuje normativ, kdy je pro tento účel spotřeba každého vlaku „paušálně“ odvozena pomocí typu a hmotnosti vlaku. Současné hodnoty pro paušální účtování za spotřebu elektrické energie na české železnici jsou sepsány v příložené tabulce 3.6. V posledních letech došlo k navyšování „normativní“ spotřeby pro vlaky osobní dopravy. Uvedené hodnoty jsou používány pro rozdělení spotřeby po celý rok jednotně³. Tento způsob účtování se však může změnit: v Německu se účtuje na základě skutečné spotřeby elektrické energie viditelně na elektroměru. V souladu s aktuálním trendem všeobecné elektronizace to považuji za velmi pravděpodobné. S pomocí softwaru FBS bude nejprve spočítán odhad trakční práce pro vybrané typy vlakových souprav na vybrané trati. S tímto údajem je pak snadné dopočítat náklady na spotřebovanou energii. V případě diesellové trakce je známa měrná spotřeba paliva (resp. motorové nafty EN 590), měřená v jednotkách kg/kWh. 1 litr nafty odpovídající zmíněné normě EN 590

³ Není tomu však například na slovenské železnici. Tam sice také dochází k přiřazení spotřeby na základě normativu, avšak hodnoty jsou rozdílné v různých ročních obdobích a pro různé napěťové soustavy.

Účtování trakční energie	
Druh vlaku	Měrná spotřeba (kWh / tis. hrtkm)
SC, EC, IC, EN, Ex, Rx, R, Sp, Sv	25
Os	40
Nákladní	20
Ostatní (Lv)	43

Zdroje: Ministerstvo dopravy ČR[35] a kalkulační podklady od vedoucího práce

Tabulka 3.6: měrná spotřeba pro účtování trakční elektrické energie železničním dopravcům v ČR

má podle informací České asociace petrolejářského průmyslu a obchodu typickou hmotnost 840 g [43]⁴. Poté dojde k vypočtení nutného objemu nafty, který se vynásobí nákupní cenou tohoto paliva. Náklady na elektrickou trakci budou nejprve sečteny na základě uvedeného paušálu vztaženého na hmotnost a ujetou vzdálenost vozidel. Pro účely této diplomové práce bude počítáno rovněž s možností účtování na základě skutečné spotřeby. U elektrické trakce nám program FBS pomůže rovnou spočítat objem vykonané trakční práce na pohyb vozidla, což odpovídá energii spotřebované na obvodu kol vozidla. Objem spotřebované energie na trakční práci a další netrakční energii (pomocné pohony, topení, svícení apod.) se pak vynásobí cenou za jednotku příslušné energie; to se blíží účtování ve zmíněném „německém“ modelu.

Uvedený postup však bude ještě ztížen několika okolnostmi. Bude nutné vyčíslit skutečně všechny složky celkové spotřeby, které si vozidlo vynucuje. Samotná trakční práce je jen jednou z nich, nelze přitom opomenout volnoběžné spotřeby pomocných pohonů. Pak přichází na řadu důležitý aspekt tzv. energetické účinnosti, která značí poměr vykonané práce k energii přivedené do stroje nebo jeho součásti. Převod výkonu uvnitř vozidla není dokonalý a to si vynucuje zvýšení spotřeby paliva. U závislé trakce to znamená mít ještě na zřeteli, že je účtován odběr již na přebíracích místech v rámci distribuční sítě, což je mnohdy vzdáleno od vozidla v plném provozu.

3.5.5 Poplatky za užívání železniční dopravní cesty

Náklady za ŽDC vybírá vždy provozovatel dráhy. Provozovatel každý rok vydává prohlášení o dráze, kde uvádí, kolik si bude žádat od dopravců za užití ŽDC. Odvod za poplatky se skládá ze dvou částí, následně může být ještě ovlivněn několika koeficienty. První část se vztahuje k hmotnosti vlaku (tzv. náklady zajištění provozuschopnosti dráhy), druhá část k ujetým vlakovým kilometrům (tzv. náklady na řízení provozu). Ceny se liší od kategorie dráhy, dále jsou rozdílné pro osobní a nákladní vlaky. Koeficient n se vztahuje na užití vlaků se sklopnými skříněmi a koeficient e pro užití diesellové trakce na elektrifikované trati.

Maximální možné poplatky za ŽDC jsou dány výměrem, který vydává Ministerstvo financí. Poslední maximální účtovatelné ceny pocházejí z výměru vydaného v roce 2012 [44]. Za použití

⁴ Nutno na tomto místě podotknout, že nafta používaná v motorových vozidlech může mít různou hustotu z různých důvodů: děje se tak změnou teplot stejně jako u jiných chemických látek, zadruhé výrobci pohonných hmot dodávají dopravcům odlišné produkty. Jednak každý výrobce pochopitelně má svoje knowhow na své zboží a také během roku jsou na trhu dva druhy motorové nafty – letní a zimní, které se od sebe navzájem odlišují bodem tuhnutí.

ŽDC je v případě drah vlastněných státem náležitě účtováno ze strany SŽDC. Tato organizace většinou přistupuje k účtování maximálních možných sazeb v oblasti poplatků (viz příloženou tabulku 3.7). Není tomu však v případě koeficientů, jak je v ní patrné, ať se jedná o upravení ceny za „ekologii“ nebo využití vozidel s naklápačící skříň. Využití nezávislé trakce nesplňující emisní normu EURO 2 na elektrizované trati prodražuje její užití o 7,5 %, byť by se mohlo jednat až o 25% navýšení. V minulosti tento „ekologický“ koeficient býval vyšší, již před několika lety byla otevřena diskuse, jestli by nemělo dojít k jeho navýšení na maximální možnou mez. Pro účely této práce spíše však tento koeficient *e* významný nebude, neboť motory nově pořizovaných či rekonstruovaných jednotek splňují emisní normu EURO 2, a tak to nemůže ovlivnit celkové porovnání.

Základní ceny						Hodnoty koeficientů*		
S1E	S1C	S1R	S2E	S2C	S2R	e1	e2	n
Kč / vlkm	Kč / vlkm	Kč / vlkm	Kč / 1000 hrtnm	Kč / 1000 hrtnm	Kč / 1000 hrtnm	-	-	-
7,81	6,49	5,5	44,77	35,59	30,16	1,075	1	1

Zdroj: Prohlášení o dráze 2015 [45]

* koeficient e1 platí při použití vozidel nezávislé trakce nesplňující emisní normu EURO 2 a vyšší, koeficient e2 platí naopak při použití vozidel nezávislé trakce splňující emisní normu EURO 2 a vyšší.

Tabulka 3.7: Paušální sazby účtované SŽDC za použití infrastruktury

Pro úplnost zmiňuji ještě další nákladovou položku požadovanou od dopravců ze strany SŽDC. Jedná se o poplatek za přidělení vlakové trasy. Ten také nelze nijak ovlivnit a nyní činí při včasné žádosti 15 Kč za jednu udělenou rámcovou trasu za den. V celkovém provozním porovnání se však díky stejné výši nemůže projevit.

3.5.6 Náklady na údržbu vozidel

Nezanedbatelným nákladem jsou položky spojené s údržbou vozidel. Tady bude pro zjednodušení použita hodnota udávající cenu údržby za projetí vlakokilometr. Hodnoty jsou stanoveny na základě zkušeností a doporučení vedoucího práce – jsou verifikovány dle hodnot vycházejících z dlouhodobého měření jednoho českého železničního dopravce, konkrétně společnosti RegioJet. Pro motorové jednotky bude počítáno s 25 Kč/vlkm, pro elektrické jednotky 20 Kč/vlkm, pro elektrickou lokomotivu 10 Kč/vlkm, pro 1 osobní vůz po modernizaci 2 Kč/vlkm a pro rekonstruovaný osobní vůz vybavený pokročilejší elektronikou 10 Kč/vlkm.

3.6 Ostatní aspekty porovnání

Jako další relevantní aspekt pro hodnocení provozu vozidel elektrické trakce se nabízí zvažování užití rekuperace. To je proces, kdy je vozidlo při brzdění schopno vracet elektrickou energii zpět do napájecí sítě. Rekuperace energie je běžně používána v provozu tramvají v městské hromadné dopravě. Na železnici, nejméně v prostoru české železniční sítě, to ještě není tak rozšířený proces. V současné době je rekuperační brzdění povoleno jen na některých hlavních tratích, někde jen pro určité typy vozidel. V budoucnu tomu však může být jinak, ačkoli nelze predikovat, kdy to bude možné univerzálně používat kdekoli. Obrázek B.1 v příloze z provenience SŽDC v barevném rozlišení přibližuje současnou situaci. Na elektrizované trati se stejnosměrnou soustavou je

rekuperace možná jen pokud projíždí na stejném úseku další vlak. Na vozbním rameni z Plané do Chebu je rekuperace přímo zakázána. Z toho vyplývá, že v této práci nebude rekuperace zahrnuta. Pro provozní porovnání vlaků na jiné trati, kde je využití rekuperace umožněno, je vhodné tento aspekt jako jednu z veličin do porovnání začlenit. Měla by pozitivně ovlivnit výsledky ve prospěch vozidel elektrické trakce.

Otázku tržeb zde v této práci nepovažuji za relevantní. Klíčové jsou náklady na vozbu a jejich rozdíly. Změna počtu cestujících, což by vyústilo současně v navýšení tržeb, zde není uvažována. Předpokládám zde totiž přibližně shodnou cestovní rychlost, přičemž standardy z hlediska komfortu jsou také ve všech předkládaných variantách na stejné kvalitativní úrovni. Tudíž otázka tržeb zde není nezbytným komparativním aspektem.

Kapitola 4

Srovnání délky jízdních dob a vykonané trakční práce na vybraném vozebním rameni pro vybrané typy vozidel závislé a nezávislé trakce

V této kapitole dojde k porovnání jednotlivých typů vozidel. Nejprve dojde k výběru typů vozidel, které jsou vůči sobě vhodnou alternativou a mohly by skutečně vybrané vozební rameno obsluhovat. Dále dojde k detailnímu průzkumu jízdního řádu platného v této době. Požadavky na zastavování ve stanicích a zastávkách budou zahrnuty i do modelového jízdního řádu pro vybrané typy vozidel. Následně bude pomocí programu FBS vytvořen modelový řád a díky němu dojde ke srovnání rozdílů v jízdních dobách i nutně vykonané trakční práci pro naplnění požadavků na funkční jízdni řád.

4.1 Varianty vozidel pro porovnání

Základem porovnání jsou dvě skupiny vozidel či jejich souprav. Na jedné straně to budou zástupci motorové trakce: zmíněná nová moderní jednotka řady 844 *Regioshark* (se 120 místy k sezení) a poté rekonstruovaná jednotka řady 814-014-814 (dále jen 814-3), komerčně nazvaná *Regionova Trio*, která se blíží ve vozovém parku ČD prvnímu vozidlu kapacitně (135 míst k sezení). Údaje o kapacitě a dalších vlastnostech vozidel jsou uvedeny v příložené tabulce 4.1. Druhou skupinu budou zastupovat elektrická jednotka a klasická souprava s lokomotivou a osobními vozy.

V prvním sledu je to nová elektrická jednotka řady 650 zvaná též *Regiopanter* (147 míst k sezení), menší elektrická jednotka není ve vozovém parku ČD dostupná. Klasické uspořádání bude zastoupeno lokomotivou řady 242 a modernizovanými osobními vozy: v první variantě s vozem *BDsee454* se služebním oddílem a úschovou *zavazadel* a velkoprostorovým *Bdtee276* (celkově se 120 místy k sezení, stejně jako u jednotky 844), v druhé variantě dvěma totožnými vozy *Bdtee276* (se 160 místy k sezení). Po modernizaci vozy mají instalován mimo jiné centrální zdroj energie a nabízí základní standard pro cestující, akceptovatelný pro objednatele. Jako poslední třetí možnost klasického uspořádání to bude modernizovaná lokomotiva řady 242 (dále značená 242*) s rekonstruovaným velkoprostorovým vozem *Bdmtee265* a řídicím vozem *Bfhpvee295* (celkově

se 150 místy k sezení). Tyto vozy nabízí ještě vyšší pohodlí pro cestující a řadu integrovaných elektronických prvků. Důležitým aspektem pro tuto volbu byla skutečnost, že díky tomuto řazení je vlaková souprava vratná, tudíž nebude muset docházet k přepřahání a dorovná výhodu elektrické ucelené jednotky.

Vozidla									
Řada	Druh	Stav vozidla	Cena*	Životnost	Cena/rok	Hmotnost (obs.)	Kapacita		
			mil. Kč	roky	mil. Kč	t	Sezení	Stání	Celkem
814-3	mot. vůz.	rek.	43,67	20	2,18	74	135	151	286
844	mot. vůz.	nové	69,41	30	2,31	96	120	120	240
650	el. jedn.	nové	121,23	30	4,04	118	147	170	317
242	el. lok.	staré	0	-	0	84	-	-	-
Bdtee276	os. vůz	moder.	7,28	10	0,73	43	80	-	80
BDsee454	os. vůz	moder.	7,28	10	0,73	43	40	-	40
242*	el. lok.	moder.	15,12	10	1,51	84	-	-	-
Bdmtee265	os. vůz	moder.	10,82	10	1,08	46	80	-	80
Bfhpvee295	os. vůz	moder.	34,82	30	1,16	47	70	-	70

* stálé ceny roku 2015 vypočteny na základě 2% roční valorizace z pořizovací jednotkové ceny

Zdroje: Věstník veřejných zakázek, podkladové materiály VÚŽ, Hospodářské noviny a vlastní výpočty autora ([19], [24], [25], [26], [27], [28] a [9], [47], [48], [49], [50])

Tabulka 4.1: Technicko-ekonomické charakteristiky vozidel

Přesné porovnání nabídky komfortu a vybavení pro cestující zde nebude provedeno. Je nabíledni, že to není v tomto případě přesně porovnatelné. Zrovna tak kapacita pro stání i sezení nebude vždy na plně stejné úrovni. Všechny tři jednotky mají možnost nízkopodlažního nástupu pro cestující, což je důležitou předností těchto vozidel k jejich výběru. Výhodou osobních vozů je možnost jejich postupného přidávání pro zvýšení kapacity soupravy, pokud musí být jeden vyřazen, může být snáze nahrazen v porovnání s jednotkou, která je obvykle vyřazena z provozu celá. Údaje o kapacitě pro stojící cestující nejsou v tabulce 4.1 zahrnuty, byť přirozeně je tato možnost přijatelná a celkovou kapacitu to navyšuje. Pro výběr je však relevantní kapacita sedících cestujících.

Nedílnou součástí popisu vozidel jsou rovněž již zmíněné brzdicí váhy. Hodnoty pro každé vozidlo jsou uvedeny v tabulce E.1 v příloze E. Hodnoty v ní uvedené odpovídají výsledkům testů provedených společností VÚŽ, od které jsem je obdržel. Při znalosti vah a hmotnosti obsazeného vozidla či vlaku (tedy s plnou kapacitou sedících cestujících) je možno spočítat tzv. skutečná brzdicí procenta, která jsou jejich poměrem podílem. Pro zvolené varianty vozidel jsou procenta v tabulce taktéž uvedena. Moderní vozidla disponují obvykle vyššími hodnotami, což značí možnost zabrzdit na kratší vzdálenost nebo díky tomu používat vyšší rychlosti jízdy na úsecích tratí, kde je obtížnější brzdit například kvůli vyššímu spádu. Každá trať má pro své úseky a typy vozidel uvedeno v grafikonu, jaká jsou nejnižší možná procenta vyžadovaná pro provoz vlaků na nich. Brzdicí procenta ovlivní objem trakční práce, jízdní doby a následně tak i energetickou spotřebu. Z toho důvodu budou tyto hodnoty také zahrnuty do porovnání.

4.2 Současný jízdní řád

Konkrétní příklad osobního vlaku v aktuálním jízdním řádu je již uveden v předcházející části 2.2 včetně. V souladu s ním zde uvádím v tabulce 4.2 bližší specifikaci doby pobytů v jednotlivých stanicích a zastávkách. Tyto časy strávené v dopravnách se projeví ve výsledku při sledování objemu energie spotřebované při volnoběhu. Ve skutečnosti by mohl vlak zastavovat ještě v mezilehlých dopravnách, což zde nebudu zahrnovat. Křížky v poznámce značí, že vlak zastavuje pouze na znamení nebo na požádání. Do přehledu jsem zařadil i situaci na vozebním rameni na trati 140, to hlavně kvůli vzájemnému posouzení frekvenci zastavování a pobytech v dopravnách. Po jeho zhlédnutí lze vyslovit že v tomto nejsou mezi nimi větší viditelné rozdíly.

Pravidelné pobyty v dopravnách pro osobní vlaky v JŘ 2014/2015							
Trať 140		Cheb – Karlovy Vary		Trať 170		Cheb – Planá u Mariánských Lázní	
Poloha (km)	Dopravna	Pobyt (min)	Pozn.*	Poloha (km)	Dopravna	Pobyt (min)	Pozn.*
0	Cheb	-		0	Cheb	-	
5,1	Tršnice	1		3,8	Všeboř	0,4	x
11,3	Nebanice	0,4	x	6,7	Stebnice	0,4	x
14,6	Kynšperk nad Ohří	0,5		9,5	Lipová u Chebu	0,5	
19,9	Dasnice	0,5		13,4	Salajna	0,4	x
24,3	Hlavno	0,4	x	16,7	Dolní Žandov	0,5	
25,6	Citice	0,5		22,7	Lázně Kynžvart	0,5	
29,1	Sokolov	2		27,1	Valy u Mar. Lázní	0,4	x
31,4	Královské Poříčí	0,4	x	30,4	Mariánské Lázně	2	
38,5	Nové Sedlo u Lokte	1		37,5	Chodová Planá	0,5	
46,8	Karlovy Vary dvory	0,4	x	42,4	Planá u Mariánských Lázní	-	
51,7	Karlovy Vary	-					
Celková délka pobytu		7,1		Celková délka pobytu		5,6	

* x v poznámce označuje zastavení na znamení
Zdroje: SŽDC [6] a ŽelPage [7]

Tabulka 4.2: Délka pobytů v JŘ 2014/2015 na tratích 130 a 140 pro osobní vlaky

4.3 Trakční práce a jízdní doby na vybraném vozebním rameni

Pro srovnání trakční práce a jízdních dob bude použit výpočet provedený v softwarovém balíku FBS. Pobyty v jednotlivých dopravnách byly nastaveny shodně s přehledem v předcházející části. Dále bylo nutné zadat brzdicí procenta a přírážku k jízdní době. Brzdicí procenta jsem zadal skutečná, která jsou uvedena v přílohové tabulce E.1, přírážku jsem zadal v konzervativní výši 7 %. Taková hodnota obecně zajistí vyšší stabilitu jízdního řádu a možnost jet na nižší rychlost než je maximální a dosáhnout vyšší hospodárnosti provozu. Program FBS zpracoval údaje a vypracoval modelový jízdní řád všech jízd pro všechny soupravy.

Srovnání všech výsledků ukazuje přehledně tabulka 4.3. Zaprvé jsou v ní v minutách uvedeny všechny časové údaje, které lze vyčíst z modelového jízdního řádu pro jednu jízdu soupravou tam i zpět. V tabulce jsou uvedeny jízdní doby vypočtené v FBS. Dále jsou tam zahrnuty časové součty pobytů v dopravních, cestovní doby (jako součet dvou hodnot předcházejících) a doba stání v cílové stanici, která zbývá do 60 minut. Celý přehled jsem zpracoval jako 1 oběh v ideálním 1hodinovém taktu, kdy se souprava v druhém 60minutovém časovém úseku opět vrací do výchozí stanice. Můžeme dobře vidět, že všechny varianty si vedou srovnatelně dobře, pouze jednotka 814-3 je výrazně pomalejší. Je to dáno tím, že je schopna jet maximálně rychlostí 80 km/h, což je na této koridorové trati velmi omezující (ostatní mohou jet v některých úsecích i 120 km/h). Modelový jízdní řádu pro cestu z Plané do Chebu je k nahlédnutí jako obrázek pod označením 4.1 na straně 34; jízdní řád pro druhý směr je k nahlédnutí v příloze pod označením B.3 (jedná se o výňatky z exportovaného knižního řádu vypracovaného programem FBS).

Časové údaje (1 oběh / 1h takt)								
Trasa a směr	Soupravy	814	844	650	242+ BDsee454+ Bdtee276	242+ Bdtee276+ Bdtee276	242*+ Bdmttee+ Bfhpvee295	Jednotky
		Brzdicí procenta	93P	153R	158R	80P	81P	
PLUM-CHEB	Trakční práce	97,0	179,0	247,0	385,0	387,0	406,0	kWh
CHEB-PLUM	Trakční práce	106,0	184,0	262,0	403,0	403,0	424,0	
PLUM-CHEB	Jízdní doba	42,9	35,3	33,1	35,7	35,6	35,5	min
CHEB-PLUM	Jízdní doba	43,1	36,0	33,1	35,5	35,4	35,4	
PLUM-CHEB	Pobyt ve stanicích	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	
CHEB-PLUM	Pobyt ve stanicích	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	
PLUM-CHEB	Cestovní doba	48,5	40,9	38,7	41,3	41,2	41,1	
CHEB-PLUM	Cestovní doba	48,7	41,6	38,7	41,1	41,0	41,0	
PLUM-CHEB	Stání na obratu	11,5	19,1	21,3	18,7	18,8	18,9	
CHEB-PLUM	Stání na obratu	11,3	18,4	21,3	18,9	19,0	19,0	

Legenda:

PLUM-CHEB = Planá u Mariánských Lázní > Cheb

CHEB-PLUM = Cheb > Planá u Mariánských Lázní






Zdroje: vlastní výpočet autora a SŽDC [6]

Tabulka 4.3: Časové údaje (1 oběh Planá u Mariánských Lázní – Cheb)

Druhou srovnávanou veličinou je objem trakční práce. Tu lze vyčíst ze schématu dynamiky konkrétní jízdy, kterou program FBS produkuje. Příklad takového schématu je uveden v příloze B jako obrázek B.4: je to konkrétně schéma jízdy elektrické jednotky 650 z Plané u Mariánských Lázní do Chebu. V pravém horním rohu je uvedena spotřeba trakční energie na tuto jízdu (247 kWh). Hodnoty všech jízd všech souprav jsou uvedeny ve stejné tabulce 4.3 v horní části. Už při prvním zhlédnutí výše trakční práce je výsledek zřejmý. Hmotnost soupravy se velmi výrazně podepisuje na spotřebě trakční energie nutné pro jízdu. Těžké klasické soupravy mají zhruba čtyřikrát vyšší nároky na přivedenou energii než jednotky 814-3. Vyšší aplikovaná brzdicí procenta se projevují vyšší spotřebou trakčního paliva, ale také kratší jízdní dobou. Styl jízdy má významný vliv na spotřebu trakční energie, která je pochopitelně ta nejdůležitější při měření ekonomického dopadu provozu.

Planá u Mar. Lázní - Cheb

Fahrplanbearbeitungssystem FBS-FuL | licence pro CVUT v Praze

km	vlak	OSB	OSB	OSB	OSB	OSB	OSB
		650  1.	844  1.	814 	242 I 	242 II 	242 III
0,0	Planá u Mar. Lázní	8.00	10.00	12.00	16.00	18.00	20.00
4,9	Chodová Planá	8.04	10.04	12.05	16.04	18.04	20.04
12,0	Mariánské Lázně	8.11	10.12	12.13	16.12	18.12	20.12
15,3	Valy u Mar. Lázní	x 8.14	x10.15	x12.17	x16.15	x18.15	x20.15
19,7	Lázně Kynžvart	8.18	10.19	12.22	16.19	18.19	20.19
25,8	Dolní Žandov	8.23	10.24	12.29	16.24	18.24	20.24
29,0	Salajna	x 8.26	x10.27	x12.33	x16.27	x18.27	x20.27
32,9	Lipová u Chebu	8.29	10.31	12.37	16.31	18.31	20.31
35,8	Stebnice	x 8.32	x10.34	x12.41	x16.34	x18.34	x20.34
38,6	Všeboř	x 8.35	x10.37	x12.44	x16.37	x18.37	x20.37
42,4	Cheb o	8.40	10.42	12.49	16.42	18.42	20.42

Legenda: 242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Obrázek 4.1: Jízdní řády souprav na trase Planá u Mariánských Lázní – Cheb

Kapitola 5

Srovnání provozních nákladů jednotlivých typů vozidel na vybraném vozebním rameni

Kapitola obsahuje ekonomickou komparaci vybraných pěti typů vozidlových souprav na vozebním rameni z Plané u Mariánských Lázní do Chebu. V první fázi dojde k vyčíslení energetické náročnosti provedení jednoho oběhu mezi výchozí a cílovou železniční stanicí. Dále bude každé složce přiřazena i finanční náročnost, což povede k výpočtu konečné ceny za zmíněný jeden oběh. V souladu s touto hodnotou budou zjištěny i náklady na roční provoz v několika variantách odpovídajících několika typovým denním počtu oběhů, které přirozeně přímo korespondují s různě vysokými kilometrickými proběhy vozidel. Po zjištění nákladů na oběh bude možno přistoupit k výpočtu bodů zvratu pro jednotlivé varianty. Výsledkem bude zjištění návratnosti vložených financí do jednoho typu vozidla oproti jinému včetně vytyčení jasného časového bodu, kdy tomu dojde. Středobodem porovnání bude zvážení investice do elektrické jednotky řady 650 oproti ve skutečnosti používaným motorovým jednotkám řady 844. Předpokladem je, že by pořízení vozidel elektrické trakce při středním vytížení mělo ekonomicky vyplatit před vyčerpáním doby jejich ekonomické životnosti.

5.1 Energetická náročnost na oběh vozidel

Největší část nákladů na provoz vozidla je dána spotřebou energie a nákup energetického média, ze kterého je energie získávána. Největší podíl na energetických výdajích má vykonaná trakční práce neboli energie odebraná za účelem pohybu vozidla měřená na obvodu kol. Ta již byla uvedena v podkapitole 4.3 společně se srovnáním jízdních dob. Poté je nutné kvantifikovat měrné spotřeby energie pro všechny sledované typy vozidel, ty jsou uvedeny v tabulce 5.1. V jejich rámci je nezbytné vyčíslit výdaje na pomocné pohony (včetně volnoběžné spotřeby při stání vozidla) a další spotřeby na vytápění a provoz dalších zařízení, které odebírají elektrickou energii ve vozidle. V případě, že nejsou známy hodnoty pro motorovou trakci ve formě spotřeby motorové nafty za časovou jednotku, budou tyto hodnoty pro vzájemné porovnání vyjádřeny v kilowatthodinách (kWh). Pro motorovou trakci budou na konci všechny údaje převedeny na požadovanou spotřebu motorové nafty (v druhém případě elektrické trakce budou ponechány hodnoty vyjádřené v kWh).

Hodnota P_j (uvedená ve zmíněné tabulce) značí spotřebu při jmenovitém výkonu, která bude pro přepočítání používána; hodnota Opt značí optimální měrnou spotřebu energie – je patrné, že rozdíly mezi nimi nejsou relativně vysoké. Zde je rovnou pro motorové jednotky uveden i přepočítání na spotřebu v litrech paliva na 1 kWh. Je zde možno vidět, že motory jednotek 844 od německého výrobce MTU se vyznačují vyšší efektivitou než české motory v jednotkách *Regionova Trio*.

Technické a nákladové charakteristiky vozidel a souprav								
Název	Souprava						Jednotka	
	814-3	844	650	242 +BDsee454 +Bdtee	242 +Bdtee +Bdtee	242* +Bdmttee +Bfhpvee295		
Hmotnost (obsazená)	74,00	96,00	118	170,00	170,00	177,00	t	
Spotřeba	P_j	0,23	0,21	-	-	-	-	kg / kWh
		0,27	0,25	-	-	-	-	l / kWh
	Opt	0,19	0,18	-	-	-	-	kg / kWh
		0,23	0,22	-	-	-	-	l / kWh
	P_j / Opt	0,04	0,04	-	-	-	-	-
	Volnoběžná	2,6	4,16	-	-	-	-	kg / h
		3,10	4,95	-	-	-	-	l / h
	Příkon na prázdnou	-	-	13,4	30,8	30,8	30,8	kW / h
Vytápění, klimatizace a další spotřeby	40	40	40	40	40	40	kW / h	
Náklady	Údržba + úklid	25	25	20	14	14	30	Kč / vlkm

Zdroje: kalkulační podklady vedoucích práce, podkladové materiály VÚŽ, Odbor kolejových vozidel ČD [13], publikace Trakční mechanika a energetika kolejové dopravy [14], katalog podniku MTU [67] a vlastní výpočty autora

Tabulka 5.1: Vybrané technické a nákladové charakteristiky vozidel a souprav

Údaje o volnoběžných spotřebách pro vozidla motorové trakce jsou známy již v odběru nafty za 1 hodinu. U elektrických vozidel bude pro příkon na prázdnou počítáno s hodnotou čerpání rovnající 1 % celkového výkonu za 1 hodinu. Elektrické lokomotivy tak mají zhruba dvojnásobnou spotřebu energie při stání (příkon na prázdnou) oproti elektrické jednotce 650, což je při vozbě pouhých dvou osobních vlaků znevýhodňuje. Hodnoty pro vytápění a další spotřeby jsou přiřazeny všem shodně ve výši 40 kW/h; jedná se o přibližně kapacitně stejné soupravy s podobným vybavením.

Nyní již nic nebrání tomu, aby bylo přistoupeno k vyjádření všech energetických nároků na provedení 1 oběhu vozidla na vybraném vozebním rameni. Všechny tyto údaje jsou zapsány v tabulce 5.2, kdy jsou od sebe jednotlivé sekce trakční a netrakční energie odděleny. O rozdílných výdajích na trakční práci bylo již hovořeno. Energetické nároky na činnost pomocných pohonů se pohybují v podobných relacích u všech 6 sledovaných vlakových souprav. Suma trakční a netrakční energie je pak zatížena ztrátou při přenosu výkonu, aby bylo možné vyčíslit potřebný příkon pro všechny energii odebírající součásti vozidel.

Energetické údaje (1 oběh)							
Název	Souprava						Jednotka
	814-3	844	650	242+BDsee454+Bdtee276	242+Bdtee276+Bdtee276	242*+Bdmtee+Bflhpvee295	
Trakční energie 1	97,00	179,00	247,00	385,00	387,00	406,00	kWh
Trakční energie 2	106,00	184,00	262,00	403,00	403,00	424,00	kWh
Trakční energie	203,00	363,00	509,00	788,00	790,00	830,00	kWh
Pomocné pohony (10 % D, 3% E)	20,30	36,30	15,27	23,64	23,70	24,90	kWh
Vytápění/klimatizace a další napájení	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	kWh
Příkon na prázdko (el.)	-	-	12,02	25,05	25,15	25,20	kWh
Netrakční energie	100,30	116,30	107,29	128,69	128,85	130,10	kWh
Trakční a netrakční energie	303,30	479,30	616,29	916,69	918,85	960,10	kWh
Ztráty v % (přenos výkonu)	15%	15%	20%	20%	20%	20%	-
Ztráty	45,50	71,90	123,26	183,34	183,77	192,02	kWh
Volnoběžná spotřeba (diesel.)	6,49	16,23	-	-	-	-	kWh
Odběr energie ze zdroje (komoditní)	355,29	567,43	739,54	1100,03	1102,62	1152,13	kWh
Spotřeba nafty (komoditní)	96,01	140,51	-	-	-	-	l
Odběr energie (paušál)	-	-	400,26	576,64	576,64	600,38	kWh

Legenda:

1 = Planá u Mariánských Lázní > Cheb

2 = Cheb > Planá u Mariánských Lázní

Zdroj: vlastní výpočet autora (včetně využití programu FBS)

Tabulka 5.2: Srovnání energetických výdajů různých vozidel na 1 oběh v relaci Planá u Mariánských Lázní – Cheb

Vidíme, že spotřebovaná energie motorových jednotek je až násobně menší než u „konkurence“ z řad vozidel elektrické trakce. Vysoká hmotnost lokomotiv zatěžuje klasické soupravy při zvoleném řazení vysokou spotřebou energie, což klade vysoké nároky na přepravu jednoho cestujícího. Elektrická ucelená jednotka si vede v tomto porovnání mnohem lépe, spotřeba energie je zhruba o 25 % vyšší než v případě jednotky 844.

Zcelá jiná situace nastává v okamžiku, kdy sledujeme výdaje na energii přiřazenou vozidlům elektrické trakce na základě „paušálu“. Pak jednotka 650 vykazuje nižší výdaje než konkurenční 844 (400,26 kWh vs. 567,43 kWh). Hodnota spotřeby jednotky 844 je tomto systému účtování téměř totožná jako u soupravy s dvěma modernizovanými vozy, tedy zhruba odběr energie ve výši 570 kWh. Poslední zmínka patří objemům dodávky nafty pro motorové trakci: na 1 oběh jednotce 814-3 potřebujeme dodat přibližně 96 litrů nafty, respektive 140 litrů nafty pro jednotku 844. Již nyní je z tohoto zjištění patrné, že trakční náklady pro motorovou jednotku 844 budou o hodně vyšší a ve srovnání nákladů by se to mělo projevit.

5.2 Provozní náklady na jeden oběh

V předchozí části byly jednoznačně zjištěny hodnoty energetických výdajů na 1 oběh vozidla. Ty je nutno vynásobit jednotkovou cenou trakčního paliva, které jsou uvedeny v tabulce 5.3, tedy pro motorovou naftu 28,50 Kč/l a pro elektrickou energii 2,40 Kč/kWh. Hodnota pro paušální odběr pro osobní vlaky je zde rovněž znovu uvedena. K těmto nákladům na energie je třeba přičíst poplatky odváděné správci infrastruktury. V tomto případě jsou to odvody SŽDC za řízení provozu, použití infrastruktury a přidělení trasy v grafikonu; výše poplatků je uvedena opět v totožné tabulce 5.3. Náklady na údržbu a úklid vozidel byly již pro všechny typy vozidel popsány v kapitole 3.

Náklady na palivo a poplatky pro osobní vlaky		
Název	Hodnota	Jednotka
Komodita		
Nafta	28,5	Kč / l
El. energie	2,4	Kč / kWh
Měrná spotřeba elektrické energie (paušál)		
Os	40,00	kWh / 1000 hrtnm
Ceny za použití železniční dopravní cesty		
Řízení provozu		
S1E	7,81	Kč / vlkm
Infrastruktura dopravní cesty		
S2E	44,77	Kč / 1000 hrtnm
Poplatek za řádné přidělení trasy		
Vlak	15	Kč / trasa

Zdroje: vlastní výpočty autora (viz tabulku 3.5), kalkulační podklady vedoucího práce a Prohlášení o dráze SŽDC [45]

Tabulka 5.3: Náklady na palivo a poplatky SŽDC

Finanční náklady jsou výše zmíněným způsobem zaznamenány v tabulce 5.4. Už při prvním pohledu je zřejmé, že s náklady na palivo jsou údržbové náklady položkou, která je svou velikostí nákladů často téměř srovnatelná. Až za nimi jsou poplatky účtované SŽDC: položky řízení provozu a přidělení trasy jsou pro všechny vlaky stejné a jsou uváděny spíše pro doplnění skladby provozních nákladů, tak poplatky za užití infrastruktury jsou schopny významně měnit výsledek. Vyšší hmotnost klasických souprav se projevuje v dodatečných výdajích velikosti několika set Kč za 1 oběh.

Provozní náklady (1 oběh vlaku)								
Název		Souprava						Jednotka
		814-3	844	650	242 I	242 II	242 III	
Spotřeba	Spotřeba nafty (komoditní)	96,01	140,51	-	-	-	-	l
	Spotřeba energie (komoditní)	355,29	567,43	739,54	1100,03	1102,62	1152,13	kWh
	Spotřeba energie (paušál)	-	-	400,26	576,64	576,64	600,38	kWh
Náklady	Energie (komoditní)	2736,33	4004,42	1774,90	2640,07	2646,30	2765,10	Kč
	Energie (paušál)	-	-	960,61	1383,94	1383,94	1440,92	Kč
	Údržba a úklid	2120,00	2120,00	1696,00	1187,20	1187,20	2544,00	Kč
	Řízení provozu	662,29	662,29	662,29	662,29	662,29	662,29	Kč
	Infrastruktura dopravní cesty	280,94	364,46	447,99	645,40	645,40	671,98	Kč
	Přidělení trasy	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	Kč
Celkové náklady	Energie (komoditní)	5829,56	7181,17	4611,18	5164,96	5171,19	6673,37	Kč
	Energie (paušál)			3796,89	3908,83	3908,83	5349,19	Kč

Legenda: 242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmttee265+Bfhpvee295

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka 5.4: Srovnání provozních nákladů na 1 oběh vlaku

Z důvodu „duálního“ účtování elektrické energie je nezbytné všechny nákladové varianty uvádět zvlášť v případě vozidel elektrické trakce. Varianta označená jako „komoditní“ značí odběr energie přesně podle konkrétně vyjádřitelné spotřeby vozidla (a následně nákup energie jako komodity). Zato varianta „paušál“ značí odběr na základě přiřazeného tarifu, bude tedy vždy stejný pro stejnou kategorii vlaků a hmotnosti obsazeného vlaku. Při takovém způsobu přirozeně nedojde k výchylce spotřeby například z důvodu rozdílné skutečné terénní situace cest tam a zpět nebo teoretickým změnám způsobených různou vytižeností či atmosférickými vlivy.

Jak je patrné z uvedeného srovnání, paušální účtování spotřeby vlakům elektrické trakce v současnosti tímto způsobem poskytuje velkou ekonomickou výhodu. Spotřeba energie počítaná tímto způsobem nedosahuje ani výše potřebné trakční práce nutné k uskutečnění 1 oběhu, která byla vypočtena pomocí programu FBS. Další energetické výdaje vlaku tak už vůbec nejsou zahrnuty, ačkoli tvoří jejich velmi podstatnou část. Dokud bude „skrytá“ subvence v podobě paušálního přidělování spotřeby elektrické energie pokračovat, budou osobní vlaky závislé elektrické trakce oproti ostatním velmi zvýhodněny. Nelze však predikovat, jak dlouho tato situace vydrží. Pro tuto nejistotu nebudou brány tyto provozní náklady jako dostatečně relevantní pro výběr vozidla na 10 a více let. Dále tak budou zpravidla opatřeny komentářem jen výsledky vzniklé na zásadě

vypočtených výdajů energie na základě odvození jednotlivých položek (komoditně). Údaje vztažené k paušálnímu účtování však budou v tabulkových přehledech zahrnuty i nadále.

Při pohledu na celkové sumy provozních nákladů lze konstatovat, že rozdíly mezi typy vozidel jsou značné. Výše nákladů na 1 oběh se liší ve výši i tisíců Kč. Nejvyšší hodnotu vykazuje podle očekávání jednotka 844 (7 181,17 Kč), jednotka 650 zase nejnižší hodnotu (4611,18 Kč). Tak frapantní rozdíl mezi těmito hodnotami dává napovědět, že bodu zvratu by mělo být možné dosáhnout během 30leté doby životnosti obou vozidel. Všechna elektrická vozidla až na variantu s řídicím vozem jsou levnější pro provoz než motorové jednotky.

5.3 Roční souhrnné náklady

V další fázi dochází na řadu vyčíslení ročních nákladů na provoz drážní dopravy pro jednotlivé typy vlaků. Jejich přehled zahrnutý v tabulce 5.5 popisuje několik variant počtu oběhů, které jsou odvozeny od denního vytížení. Počet oběhů za rok (1095 až 3650) odpovídají provedeným 3, 4, 5 nebo 10 oběhům v úplně každém dnu roku, kdy rok má 365 dní. Varianta 10 oběhů denně je extrémní, neboť by to znamenalo denní vytížení ve výši 20 hodin věnovaných pouze na oběhy vozidel. Variantu 5 denních oběhů považuji za přiměřenou běžné nabídce objednávané osobní dopravy. Znamená to 10hodinový provoz, během kterého zvládne proběh 424 km; taková hodnota je těsně než běžně uvažovaný střední denní běh ve výši 500 km. Výše ročních provozních nákladů se pohybuje okolo v řádu hodnoty 10 milionů Kč.

Dalšími uvedenými údaji v tabulce 5.5 je výše ročních odpisů pro všechny soupravy. Smysl uvádět porovnání jejich odpisy pro všechny varianty zůstává pouze během 10 let, což odpovídá životnosti modernizovaných osobních vozů. Pro nové jednotky bude vyčíslení relevantní po celou dobu jejich životnosti 30 let. V dolní části tabulky jsou tak po přičtení odpisovaných částek souhrnné technické náklady na vlak za celý rok v provozu. Do přílohy jsem zařadil ještě přehled souhrnných nákladů na 1 oběh, který je označen jako tabulka E.2. Jedná se o pouze o vydělení souhrnných nákladů počtem oběhů. Můžeme v ní vyčíslit, že uskutečnění 1 oběhu vlaku při 5 denních obězích znamená výdaj dopravce přibližně od 6 000 do 8 500 Kč¹.

5.4 Porovnání investic do vybraných vozidel v současnosti

Při znalosti nákladů pro vybrané typy vozidel na provoz i jejich pořízení už zbývá učinit pouze jeden krok. Nyní bude provedena analýza bodu zvratu podle postupu uvedeného v části práce 3.4.4, a to konkrétně s využitím vzorce (3.5b). Předpokladem je zjištění počtu oběhů, při kterém dojde k vyrovnání nákladů na nákup vozidel a jejich dosavadní provoz během teoretické dosavadní doby provozu. Již nyní při pohledu na všechny provozní náklady vozidel je nezpochybnitelné, že nemá smysl provádět výpočty pro všechny varianty porovnání zástupců motorové trakce oproti zástupcům trakce elektrické. Neboť k bodu zvratu nemůže nikdy dojít, pokud jsou nižší jak pořizovací, tak provozní náklady.

¹ Jak bylo dříve uvedeno, je to náklad neodpovídající všem skutečným výdajům, obsahuje pouze výdaje na bezobslužný pohyb vozidla podle zadaných požadavků, péči o něj a poplatky správci infrastruktury.

Roční souhrnné náklady (varianty počtu oběhů, 1.–10. rok)										
Varianty počtu oběhů		Souprava							Jednotka	
		814-3	844	650	242 I	242 II	242 III			
Provozní náklady	1825 oběhů (5 oběhů / den)	Energie (k)	10 638 949,09	13 105 643,33	8 415 396,73	9 426 054,63	9 437 421,60	12 178 898,85	Kč	
		Energie (p)			6 929 322,29	7 133 611,68	7 133 611,68	9 762 270,64	Kč	
	3650 oběhů (10 oběhů / den)	Energie (k)	21 277 898,19	26 211 286,65	16 830 793,45	18 852 109,26	18 874 843,21	24 357 797,70	Kč	
		Energie (p)			13 858 644,59	14 267 223,37	14 267 223,37	19 524 541,28	Kč	
	1460 oběhů (4 oběhy / den)	Energie (k)	8 511 159,28	10 484 514,66	6 732 317,38	7 540 843,70	7 549 937,28	9 743 119,08	Kč	
		Energie (p)			5 543 457,83	5 706 889,35	5 706 889,35	7 809 816,51	Kč	
	1095 oběhů (3 oběhy / den)	Energie (k)	6 383 369,46	7 863 386,00	5 049 238,04	5 655 632,78	5 662 452,96	7 307 339,31	Kč	
		Energie (p)			4 157 593,38	4 280 167,01	4 280 167,01	5 857 362,38	Kč	
	Nákup vozidel		Cena	43 670 000,00	69 410 000,00	121 232 401,92	14 560 000,00	14 560 000,00	60 756 264,32	Kč
			Roční odpis	2 183 500,00	2 313 666,67	4 041 080,06	1 456 000,00	1 456 000,00	3 754 293,10	Kč
Souhrnné náklady	1825 oběhů (5 oběhů / den)	Energie (k)	12 822 449,09	15 419 309,99	12 456 476,79	10 882 054,63	10 893 421,60	15 933 191,95	Kč	
		Energie (p)			10 970 402,36	8 589 611,68	8 589 611,68	13 516 563,74	Kč	
	3650 oběhů (10 oběhů / den)	Energie (k)	23 461 398,19	28 524 953,32	20 871 873,52	20 308 109,26	20 330 843,21	28 112 090,80	Kč	
		Energie (p)			17 899 724,65	15 723 223,37	15 723 223,37	23 278 834,38	Kč	
	1460 oběhů (4 oběhy / den)	Energie (k)	10 694 659,28	12 798 181,33	10 773 397,44	8 996 843,70	9 005 937,28	13 497 412,18	Kč	
		Energie (p)			9 584 537,90	7 162 889,35	7 162 889,35	11 564 109,61	Kč	
	1095 oběhů (3 oběhy / den)	Energie (k)	8 566 869,46	10 177 052,66	9 090 318,10	7 111 632,78	7 118 452,96	11 061 632,41	Kč	
		Energie (p)			8 198 673,44	5 736 167,01	5 736 167,01	9 611 655,48	Kč	

Legenda:

242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Energie (p) = Náklady účtované nepřímo za odběr paušálně

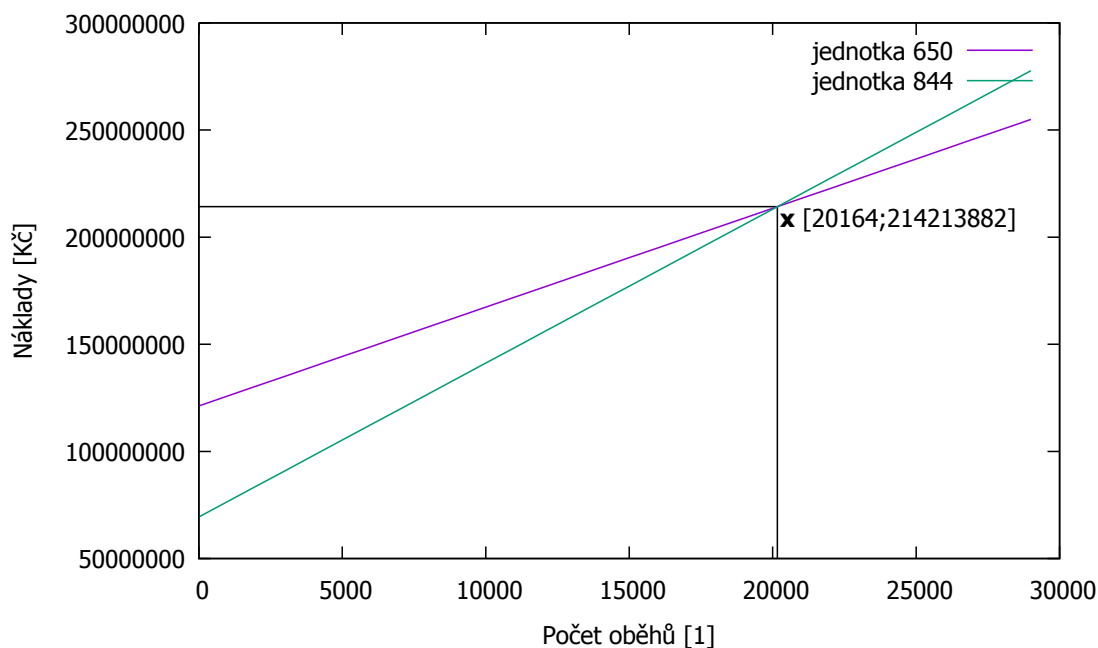
Energie (k) = Náklady účtované přímo za odběr komodity

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka 5.5: Srovnání ročních provozních nákladů (1.–10. rok)

Oproti jednotce 814-3 se vyplatí pořízení vozidla závislé vozby vždy až na výjimku označenou jako 242 III s rekonstruovanými vozy². Pořízení jednotky 844 je ekonomicky nevýhodné vůči klasickým soupravám vždy; nákup 650 závisí na zamýšleném vytížení v budoucnosti. Jednotka 650 vykazuje nejvyšší pořizovací náklady přesahující 120 mil. Kč, ale zato provozní náklady jsou u ní nejnižší. Proto má smysl provést analýzu bodu zvratu pro všechny uskutečnitelné možnosti. Provedl jsem tak výpočet všech bodů zvratu pro všechny vzájemné varianty, vše je uvedeno v tabulce 5.6 na straně 43. Výsledný počet oběhů je pak vydělen počty možných ročních oběhů (varianty 3,4,5 a 10 denně), což následně přináší hodnoty odpovídající počtům let, kdy dojde k bodu zvratu pro konkrétní kombinaci.

Nejvíce žádoucí jsou výsledky pro dvojici moderních jednotek 650 a 844. Hodnoty takto spočtené jsou jednoznačné. Pořízení jednotek 650 se vyplácí oproti druhé variantě i při plánovaném malém denním vytížení. Z tabulky 5.6 můžeme vidět, že i při nejnižší počítané variantě pouhých 3 obězích za den (254,4 km) k bodu zvratu dochází v 19. roce provozu. Všechny možnosti vyššího nasazení jsou pozitivnější a k bodu zvratu dochází dříve. Při střední variantě 5 denních oběhů (424 km) se tak děje ve 12. roce používání vozidla. Tuto variantu předpokládající střední denní proběh vozidla považuji za nejdůležitější v celém tomto porovnání, tak se na ni podíváme důkladněji. Graficky je situace znázorněna v obrázku 5.1. Bod zvratu přichází po uskutečnění 20 164 oběhů, celkové náklad jsou srovnány ve výši 214 213 882,11 Kč. Vozidlo dané používané stejným způsobem pak dopravci přináší úsporu ještě do konce životnosti vozidla, za 18 let dalšího provozu by tato částka nabývala hodnoty necelých 90 mil. Kč.



Legenda: analýza bodu zvratu provozu jednotek 650 a 844: varianta 1825 oběhů za rok (5 oběhů / den)
Zdroj: vlastní výpočty autora

Obrázek 5.1: Analýza bodu zvratu 650 vs. 844 (5 oběhů denně)

² Souprava ve složení 242*+Bdmtce265+Bfhpvee295.

Porovnání 650 vs. ostatní									
Název		650	844	814-3	242 I	242 II	242 III	Jednotka	
Provoz 1 oběh	Náklad	Energie (k)	4 611,18	7 181,17	5 829,56	5 164,96	5 171,19	6 673,37	Kč
		Energie (p)	3 796,89			3 908,83	3 908,83	5 349,19	Kč
	Rozdíl od 650	Energie (k)	-	-2 570,00	-1 218,38	-553,79	-560,01	-2 062,19	Kč
		Energie (p)		-3 384,29	-2 032,67	-111,94	-111,94	-1 552,30	Kč
Nákup vozidel		Cena	121 232 401,92	69 410 000,00	43 670 000,00	14 560 000,00	14 560 000,00	60 756 264,32	Kč
		Rozdíl	-	51 822 401,92	77 562 401,92	106 672 401,92	106 672 401,92	60 476 137,60	Kč
Počet oběhů	Bod zvratu	Energie (k)	-	20 164,37	63 660,02	192 624,16	190 481,80	29 326,13	oběh
		Energie (p)	-	15 312,66	38 157,85	952 947,84	952 947,84	38 959,04	oběh
Počet oběhů za rok	1825 oběhů (5 oběhů / den)	Energie (k)	-	11,05	34,88	105,55	104,37	16,07	rok
		Energie (p)	-	8,39	20,91	522,16	522,16	21,35	rok
	3650 oběhů (10 oběhů / den)	Energie (k)	-	5,52	17,44	52,77	52,19	8,03	rok
		Energie (p)	-	4,20	10,45	261,08	261,08	10,67	rok
	1460 oběhů (4 oběhy / den)	Energie (k)	-	13,81	43,60	131,93	130,47	20,09	rok
		Energie (p)	-	10,49	26,14	652,70	652,70	26,68	rok
	1095 oběhů (3 oběhy / den)	Energie (k)	-	18,41	58,14	175,91	173,96	26,78	rok
		Energie (p)	-	13,98	34,85	870,27	870,27	35,58	rok

Legenda:

242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Energie (p) = Náklady účtované nepřímo za odběr paušálně

Energie (k) = Náklady účtované přímo za odběr komodity

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka 5.6: Analýza bodu zvratu jednotky 650 s dalšími soupravami

Pokud nám z nějakého důvodu dostačuje výkonnost jednotek 814-3, tak nemusíme uvažovat o nákupu jednotek 650, k zvratu dochází až na hranici životnosti či za ní. Při jakékoli variantě zvažovaných denních oběhů vyjma 10 denních oběhů to nemá význam kvůli 20leté životnosti vozidla 814-3. Při vysokém nasazení 10 oběhů dojde k bodu zvratu za 17,44 roku, což je ještě přijatelná varianta. Nasazení *Regiopantera* se finančně nevyplácí ani v porovnání s klasickými soupravami, smysl může mít za podmínky vysokého vytížení oproti soupravě 242 III s řídicím vozem. V posledním případě opět při vytížení 10 denních oběhů bod zvratu přijde za 8,03 roku.

K jiným výsledkům se dostaneme, pokud zahrneme do porovnání možnost částečného financování pořízení vozidel formou dotace z evropských fondů. Pro zjednodušení tu předkládám krajní situaci s 40% vyšší dotace všech pořizovacích nákladů všech zvažovaných vozidel. To je maximální částka, na kterou dopravce může dosáhnout, v některých případech se tak i stalo. Tabulka F.1 v příloze na straně 91 popisuje právě tuto možnost snížení investičních nákladů pro dopravce. Jedná se o pouze jednoduchý přepočet, ale výsledkem je to, že poskytnutí dotace otevírá prostor k rozhodování. K faktickému bodu zvratu tak dochází o několik let dříve. Nákup řady 650 oproti 844 se již stává celkem jasnou a nepochybnou volbou.

Při pohledu na výsledky všech vypočtených bodů zvrátů je to pochopitelné: 650 přináší úsporu nákladů i při minimalistické variantě 3 denních oběhů (254,4 km) na začátku 12. roku provozu. Při standardní střední variantě 5 oběhů dochází již za 6,63 roku. Významné je to především z toho, že k tomu dochází brzy po jedné pětině životnosti vozidla a možnost dalších provozních úspor je tak značná. Pořízení 650 se vyplácí oproti 814-3 při nasazením na 6 a více denních oběhů vozidla (při 5 dojde k zvratu za 20,93 roku). Oproti variantě 242 II se vyplácí pořízení 650 při denním nasazení 5 a více oběhů. Varianty dalších 2 klasických souprav jsou stále mimo možnost nalezení řešení během doby životnosti.

Zajímavou posuzovanou dvojicí se ještě mohou stát soupravy 814-3 a 242 III složené z rekonstruovaných vozů. Do přílohy v tabulkách F.2 a F.3 jsem zařadil jejich porovnání nákladů s body zvratu. Má to smysl pouze při paušálním způsobu účtování spotřeby energie. Bez poskytnutí evropské dotace možnost pořízení této vratné soupravy je poměrně bezpředmětné, pouze varianta 10 oběhů přináší zvrat za 9,74 roku. Zato při 40% krytí investičních výdajů by mohlo o tom naopak mohlo být uvažováno. Potíž nastává s tím, jak dlouho bude ještě schopna fungovat lokomotiva. Životnost modernizovaných, ale i rekonstruovaných vozů může být problematická a poskytovaný standard ne vždy postačující. Roční odpisy nejsou vždy oproti novým vozidlům o tolik menší, nicméně v provozu nebudou po tak dlouhou dobu. Již 3 denní oběhy přináší zvrat při hodnotě 19,49 let, takže vyšší intenzita denního nasazení přináší už přijatelnější výsledky (5,85 roku pro 10 oběhů)

5.5 Porovnání investic do vybraných vozidel v souvislosti s OPD2

Zcela nová dimenze možností pro objednatele veřejné dopravy a dopravce se otevřela ve druhé části roku 2015. Souvisí to se začátkem realizace Operačního programu Doprava 2014 – 2020 (dále OPD2)³. Na internetových stránkách OPD2 se lze dočíst, že podpora pro příjemce při nákupu

³Realizace programu probíhá od 1. 8. 2015 do 31. 12. 2023.

železničních vozidel může činit z toho 85 %, které bude hrazena z Fondu soudržnosti EU, konkrétně se to týká podprogramu Pořízení a modernizace železničních kolejových vozidel [52]. Tento razantní nárůst výše evropských dotací z dosavadní míry 40 %, s kterou bylo dosud kalkulováno, až na 85 %, může při rozhodování být dokonce tím nejdůležitějším aspektem.

Je záhodno se podívat na výsledky analýzy bodu zvratu pro jednotku 650 s ostatními typy vozidel. Tabulka s těmito výpočty je umístěna na straně 46 pod označením 5.7. Pořízení jednotky 650 se vyplatí oproti motorovým jednotkám během prvních několik let provozu. Při variantě 5 oběhů denně dochází k bodu zvratu u jednotky 844 za 1,66 roku, ale i při vytížení na 3 oběhy k tomu dojde za 2,76 roku.

Dokonce nyní na základě výpočtů je relevantní preference 650 oproti jednotce 814-3. I tady nově je možné pořízení i pro minimální nasazení, 3 denní oběhy znamenají bod zvratu za 8,72 roku. Nyní jasně přichází v úvahu i výběr 650 oproti soupravě s řídicím vozem (242 III), což bylo předtím velmi nejisté. I zde dochází k zvratu do 5 let provozu v jakémkoli případě, což je při očekávané životnosti všech součástí soupravy 10let skvělá zpráva. Nutno dále podotknout, že při vysokém nasazení na 10 denních obězích (denní proběh 848 km) se vyplácí elektrická jednotka i v komparaci oproti soupravám z modernizovaných starých vozů (a to do 8 let); delší doba než 10 let u nich opět není relevantní z důvodu nízké dodatečné životnosti.

Opět zmíním i analýzu bodu zvratu vratné soupravy s řídicím vozem Bfhpvee295 s motorovou jednotkou 814-3. Sice je pozitivní výsledek pro vratnou soupravu 242 III i nyní závislý na paušálním účtování spotřeby elektrické energie, ale přesto stojí za to se na něj podívat blížeji. Situace je uvedena v příloze jako tabulka F.4. Bod zvratu přichází za pouhých 5 335,33 roku. I při plánovaném nasazení na 3 oběhy za den, by bod zvratu přišel za 4,87 roku. Při 5 obězích denně to bude již za necelé tři roky. Tady v tomto případě nastává situace pro zvážení výhledu toho, jakým způsobem bude účtována elektrická energie v české železniční síti i nadále. Je velice reálné, že skutečný zvrát přijde dříve než rozsáhlá změna tohoto systému a investice do pořízení by se investorovi vyplatila.

650 vs. ostatní (evropské dotace 85 % ceny vozidla)									
Název			650	844	814-3	242 I	242 II	242 III	Jednotka
Provoz 1 oběh	Náklad	Energie (k)	4 611,18	7 181,17	5 829,56	5 164,96	5 171,19	6 673,37	Kč
		Energie (p)	3 796,89			3 908,83	3 908,83	5 349,19	Kč
	Rozdíl od 650	Energie (k)	-	-2 570,00	-1 218,38	-553,79	-560,01	-2 062,19	Kč
		Energie (p)	-	-3 384,29	-2 032,67	-111,94	-111,94	-1 552,30	Kč
Nákup vozidla (evropské dotace 85 % ceny vozidla)		Cena	18 184 860,29	10 411 500,00	6 550 500,00	2 184 000,00	2 184 000,00	9 113 439,65	Kč
		Rozdíl	-	7 773 360,29	11 634 360,29	16 000 860,29	16 000 860,29	9 071 420,64	Kč
Počet oběhů	Bod zvratu	Energie (k)	-	3 024,66	9 549,00	28 893,62	28 572,27	4 398,92	oběh
		Energie (p)	-	2 296,90	5 723,68	142 942,18	142 942,18	5 843,86	oběh
Počet oběhů za rok	1825 oběhů (5 oběhů / den)	Energie (k)	-	1,66	5,23	15,83	15,66	2,41	rok
		Energie (p)	-	1,26	3,14	78,32	78,32	3,20	rok
	3650 oběhů (10 oběhů / den)	Energie (k)	-	0,83	2,62	7,92	7,83	1,21	rok
		Energie (p)	-	0,63	1,57	39,16	39,16	1,60	rok
	1460 oběhů (4 oběhy / den)	Energie (k)	-	2,07	6,54	19,79	19,57	3,01	rok
		Energie (p)	-	1,57	3,92	97,91	97,91	4,00	rok
	1095 oběhů (3 oběhy / den)	Energie (k)	-	2,76	8,72	26,39	26,09	4,02	rok
		Energie (p)	-	2,10	5,23	130,54	130,54	5,34	rok

Legenda:

242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Energie (p) = Náklady účtované nepřímo za odběr paušálně

Energie (k) = Náklady účtované přímo za odběr komodity

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka 5.7: Analýza bodu zvratu jednotky 650 s dalšími soupravami (využití evropských dotací – 85 %)

5.6 Úspory nákladů za dobu životnosti vozidel

V poslední části kapitoly srovnání nákladů dojde na kvantifikaci celkových úspor při vybrání jednoho typu vozidla oproti jinému. Takové šetření nákladů vzniká po dobu provozu ve zbytkové době životnosti po uskutečnění bodu zvratu. Předkládám tyto vypočtené hodnoty z toho důvodu, že kvantifikované absolutní úspory jsou nejpřehlednější hodnotou v ekonomickém porovnání. Je to patrné při prvním pohledu na přehled výsledných úspor v tabulce 5.8 uvedené na straně 48.

Do tabulky jsem zařadil jen nejdůležitější řady vozidel 650 a 844, které jsou obecně vzato nejzajímavější. Zkoumána je varianta denního středního proběhu vozidel, tedy uskutečnění 5 denních oběhů mezi výchozí a cílovou stanicí. Vidíme, že „celoživotní“ 30leté provozní náklady pro jednotku 650 činí 252 461 901,77 Kč, respektive 393 169 299,80 Kč pro jednotku 844. K těmto nákladům se ještě připočtou pořizovací ceny vozidel, ať již plné ceny, či varianty při udělení evropských dotací ve výši 40 nebo dokonce 85 %. Dostáváme se tak na sumy pohybující se řádově mezi 300 a 450 mil. Kč.

Souhrnně lze popsat absolutní i relativní úspory při použití jednotky 650 při zaokrouhlení takto:

- 0% dotace – 88,9 mil. Kč (19 %)
- 40% dotace – 109,6 mil. Kč (25 %)
- 85% dotace – 132,9 mil. Kč (33 %)

Úspory při plném a stejném vytížení po dobu životnosti dosahují výše 90 a více mil. Kč, což se na hospodaření dopravce už musí projevit. Také je tím umožněno nabídnout nižší cenu při objednávce veřejné dopravy. **Na základě těchto výsledků je prokázána ekonomická návratnost pořízení elektrické jednotky 650 oproti motorové jednotce 844.**

Celkové úspory za dobu životnosti							
Název veličiny	Souprava		Souprava (dotace 40 %)		Souprava (dotace 85 %)		Jednotka
	650	844	650	844	650	844	
Oběhy za rok (5 / den)	1 825,00	1 825,00	1 825,00	1 825,00	1 825,00	1 825,00	-
Životnost vozidla (počet let)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	-
Počet oběhů	54 750,00	54 750,00	54 750,00	54 750,00	54 750,00	54 750,00	-
Náklady 1 oběhu	4 611,18	7 181,17	4 611,18	7 181,17	4 611,18	7 181,17	Kč
Náklady na všechny oběhy	252 461 901,77	393 169 299,80	252 461 901,77	393 169 299,80	252 461 901,77	393 169 299,80	Kč
Cena vozidla	121 232 401,92	69 410 000,00	72 739 441,15	41 646 000,00	18 184 860,29	10 411 500,00	Kč
Celkové náklady	373 694 303,69	462 579 299,80	325 201 342,92	434 815 299,80	270 646 762,06	403 580 799,80	Kč
Úspora nákladů při použití 650	88 884 996,11		109 613 956,88		132 934 037,74		Kč
Úspora nákladů při použití 650 (relativní)	19%		25%		33%		-

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka 5.8: Celková úspora nákladů za dobu životnosti 30 let při pořízení vozidla řady 650 oproti 844

Kapitola 6

Formulace obecných doporučení pro výběr vozidla v závislé a nezávislé trakci podle dosahovaných provozních ukazatelů

Poslední šestá kapitola má za cíl vytvoření investičního doporučení pro výběr vozidla na základě výsledků uvedených v závěru přechodí kapitoly. Avšak k výsledkům vzešlých z výpočtů je přitom dobré zvážit ještě několik aspektů, které se dotýkají kýžené formulace doporučení. Zaprvé se jedná o dopad nejvýznamnějších nákladových položek na celkové náklady, přičemž ony samy jsou také ovlivněny dlouhodobě vývojem jejich podkladových aktiv a prvků, které je tvoří. Zadruhé to jsou ostatní aspekty – přímo nevztahované na provoz vozidel, které je přitom pochopitelné při posuzování zvážit.

6.1 Vliv jednotlivých položek na celkové náklady

Podívejme se na to, jaký vliv mají zahrnuté nákladové položky na souhrnné náklady. Procentuální zastoupení na provozních nákladech jednoho oběhu je zaznamenáno v tabulce 6.1. Pro manažerské rozhodování je klíčové najít ty aspekty, které je možné nějakým způsobem ovlivnit. Cílem je snížit na co nejnižší úroveň, a to nejlépe bez kompromisů snižování standardů v jiné oblasti. Největší díl na celku zaujímají energetické náklady, což po předechozím porovnání není překvapivé. Je to položka, která ovlivňuje výsledek přibližně ze 40 % až 50 %. Dále se jedná o výdaje na údržbu a opravy vozidla. Většinou přesahují 30% výši celkového součtu. Třetí ovlivnitelnou složkou jsou poplatky za použití infrastruktury ŽDC, které se podílejí u motorových jednotek na celkové sumě zhruba 5 %, zato u elektrické trakce tvoří přibližně 10 a více procent nákladů.

Provozní náklady (1 oběh vlaku) – podíl nákladů na celku											
Název		Souprava									
		814-3	844	650		242 I		242 II		242 III	
		Energie (k)	Energie (k)	Energie (k)	Energie (p)	Energie (k)	Energie (p)	Energie (k)	Energie (p)	Energie (k)	Energie (p)
Náklady	Energie (k)	46,94%	55,76%	38,49%	-	51,11%	-	51,17%	-	41,43%	-
	Energie (p)	-	-	-	25,30%	-	35,41%	-	35,41%	-	26,94%
	Údržba a úklid	36,37%	29,52%	36,78%	44,67%	22,99%	30,37%	22,96%	30,37%	38,12%	47,56%
	Řízení provozu	11,36%	9,22%	14,36%	17,44%	12,82%	16,94%	12,81%	16,94%	9,92%	12,38%
	Infrastruktura dopravní cesty	4,82%	5,08%	9,72%	11,80%	12,50%	16,51%	12,48%	16,51%	10,07%	12,56%
	Přidělení trasy	0,51%	0,42%	0,65%	0,79%	0,58%	0,77%	0,58%	0,77%	0,45%	0,56%
Součet		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Legenda: **tučně** – náklady závislé na vývoji cen energetických komodit

242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Energie (p) = Náklady účtované nepřímo za odběr paušálně

Energie (k) = Náklady účtované přímo za odběr komodity

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka 6.1: Provozní náklady (1 oběh vlaku) – procentuální podíly

Finanční náklady na všechny tyto položky jsou dány jednak vlastním přičiněním a schopností dobře řídit jejich nákup, ale i vnějšími vlivy. Náklady na údržbu lze snížit veřejnou soutěží a nákupem vyššího počtu stejných vozidel. Poplatky odváděné za použití ŽDC je možno redukovat použitím vozidel s nižší hmotností. Náklady za nákup energetických komodit jsou zde však krucióální a zaslouží si největší pozornost. Opět je lze snižovat využitím lehčích vozidel s efektivním vybavením v podobě motorů, převodovek, pomocných pohonů a dalších strojů. Je možné je pořizovat na základě veřejných zakázek, kdy bude razantně snížena marže prodávajícího oproti jiným způsobům nákupu. Další úskalí se skrývá v tom, že ceny energetických komodit (elektrické energie, nafty, plynu) prodávající velké cenové výkyvy a jejich nákladovost se rychle zřetelně změní bez jakéhokoli přičinění dopravce.

6.2 Vliv vývoje cen energetických komodit na výběr vozidla

Energetické komodity jsou obchodovány na komoditních burzách a možnost sledovat vývoj jejich cen je velmi dobrá. Zejména ropa a následně i produkty z ní vyráběné prochází velkými skoky, které jsou často podmíněny změnou prosperity a politické stability ve světě. V tabulce 6.2 jsem zaznamenal data s jednotkovými nominálními cenami energetických komodit. Jsou tam zahrnuty vývoje cen za posledních dvacet let s těmito komoditami: surová ropa, motorová nafta a elektrická energie. Uvádím jako příklad situace ve dvou státech, Německu a ČR. Pro omezení vlivu vývoje kurzů domácích měn těchto zemí jsou uvedeny informace o cenách v dolarech a českých korunách, případně i v britských librách pro elektrickou energii. Statistika se opírá o informace Mezinárodní energetické agentury, která se opírá o fungování organizace OECD.

Hned v prvním sloupci je zřetelný cenový vzestup barelů ropy. V posledním zaznamenaném roce stála ropa pětkrát více než v roce počátečním. Přesto lze vidět, že další komodity takového růstu cen nedosáhly. Pro účely této práce se zaměřím hlavně na vývoj ceny srovnatelné veličiny, a to 1 kWh energie – ať už získané z motorové nafty či elektrické distribuční sítě. Pro přepočtení získané energie z motorové nafty jsem použil konverzní poměr 0,3 l / 1 kWh. To odpovídá reálným spotřebám motorům jednotek nezávislé trakce. Tabulka v příloze E.3 obsahuje přehledný vývoj nominální ceny této veličiny. Pro odstranění vlivu ztráty hodnoty peněz očistím tyto ceny o vliv inflace s využitím metod indexní analýzy (pro více informací viz mou bakalářskou práci [53]). Jako měřítko míry inflace pro tento sektor jsem určil index cen průmyslových výrobců. Jejich vývoj od roku 1995 jsem bakuvedl v tabulce E.4, která je umístěna v příloze F. Hodnoty v ní jsou převzaty z databáze OECD. V další tabulce 6.3 na straně 53 je již vývoj ceny 1 kWh reprezentován ve stálých cenách roku 1995.

Můžeme vidět, že elektrická energie získávaná z motorové nafty byla vždy výrazně dražší než přímý odběr z elektrické sítě. V Německu dochází k podobným výkyvům cen jako v ČR, ale v tuzemsku nedošlo v posledních letech k poklesu cen nafty. Z toho plyne, že relativní cena 1 kWh zůstává na více než čtyřnásobku při produkce energie z nafty.

Ačkoli ceny elektrické energie také prochází reálným růstem cen, s nárůstem cen ropy a s tím spojeným růstem cen motorové nafty to nelze srovnávat. Ačkoli jakákoli predikce cen energetických komodit na dobu srovnatelnou s životností železničních vozidel je nespolehlivá, tak nejméně předpokládám, že reálná cena motorové nafty nebude významně klesat pod zde uvedené hodnoty. Jelikož je cena motorové nafty velmi zatížena daněmi, nelze očekávat proporciální pokles společně

Vývoj cen energetických komodit (nominální ceny v USD, GSP a Kč)									
Rok	Kom	Surová ropa (import)	Motorová nafta	Motorová nafta	Elektrická energie	Elektrická energie	Elektrická energie	Elektrická energie	Elektrická energie
	Segment	Wholesale	Retail	Retail	Wholesale	Wholesale	Wholesale	Wholesale	Wholesale
	Stát	SRN	SRN	ČR	ČR	ČR	SRN	ČR	SRN
	Cena	USD/barel	USD/l	Kč/l	Kč/kWh	USD/kWh	USD/kWh	GBP/kWh	GBP/kWh
1995		17,07	0,68	15,65	1,652	0,061	0,100	0,038	0,061
1996		20,68	0,70	16,66	1,651	0,059	0,086	0,038	0,054
1997		19,01	0,62	18,76	1,661	0,052	0,072	0,032	0,044
1998		12,48	0,56	18,03	1,924	0,052	0,067	0,031	0,041
1999		17,51	0,68	18,99	1,933	0,048	0,057	0,030	0,035
2000		28,09	0,74	24,75	1,848	0,043	0,041	0,028	0,027
2001		24,15	0,74	24,07	1,620	0,043	0,044	0,030	0,030
2002		24,40	0,79	21,73	1,610	0,055	0,049	0,033	0,032
2003		28,44	1,00	21,89	1,580	0,062	0,065	0,034	0,040
2004		36,65	1,16	24,92	1,700	0,085	0,077	0,036	0,042
2005		52,30	1,32	27,87	1,930	0,089	0,084	0,044	0,046
2006		63,29	1,40	28,97	2,120	0,109	0,094	0,051	0,051
2007		71,60	1,60	28,67	2,340	0,152	0,109	0,058	0,054
2008		96,70	1,95	31,74	2,556	0,151	0,129	0,083	0,070
2009		61,18	1,51	26,10	2,784	0,148	0,140	0,095	0,089
2010		78,49	1,62	30,57	2,717	0,144	0,136	0,093	0,088
2011		110,63	1,98	34,25	2,795	0,160	0,157	0,100	0,098
2012		112,21	1,92	36,46	2,802	0,145	0,149	0,091	0,094
2013		109,62	1,90	36,11	2,883	0,148	0,169	0,095	0,108
2014		99,76	1,63	36,31	2,522	0,123	0,179	0,075	0,109

Zdroje: statistiky OECD, IEA a ERÚ [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75] a [76]

Tabulka 6.2: Vývoj cen energetických komodit v Německu a ČR mezi lety 1995 a 2014

s cenou ropy. Na základě provedené analýzy doporučuji použití vozidel elektrické trakce z důvodu nižšího nárůstu ceny 1 kWh pro tento typ vozidel.

6.3 Jiné aspekty výběru vozidla

Výběr vhodných prostředků k uspokojení objednávky veřejné dopravy nebude vždy efektivní. Třebaže je nutné o to alespoň v dlouhodobém horizontu usilovat. Mělo by být snahou objednatele veřejné dopravy, aby docházelo k efektivnímu vynakládání všech prostředků, aby zobecněné náklady byly co nejnižší. Rozsah objednávky by měl vést k vyšší účinnosti a takto i následné udržitelnosti. Jen kvalitně sestavená poptávka po rozsahu dopravy a vozidlech společně se vzniklým grafikonem vlakové dopravy může vést k vyššímu přínosu pro dopravce i ostatní zainteresované strany, tedy cestující a veřejnoprávní korporace.

Vývoj ceny 1 kWh (stálé ceny 1995)									
Rok	Komodita	Motorová nafta	Motorová nafta	Elektrická energie	Motorová nafta/ el. energie	Motorová nafta	Motorová nafta	Elektrická energie	Motorová nafta/ el. energie
	Segment	Retail	Retail	Wholesale	-	Retail	Retail	Wholesale	-
	Stát	SRN	SRN	SRN	SRN	ČR	ČR	ČR	ČR
	Jednotka	USD / l	USD / kWh	USD / kWh	-	Kč / l	Kč / kWh	Kč / kWh	-
1995		0,68	0,20	0,10	203,70 %	15,65	4,70	1,65	284,20 %
1996		0,67	0,20	0,087	231,38 %	16,87	5,06	1,672	302,73 %
1997		0,56	0,17	0,072	235,03 %	18,78	5,63	1,663	338,83 %
1998		0,48	0,15	0,067	215,88 %	18,12	5,44	1,934	281,13 %
1999		0,58	0,17	0,058	300,22 %	19,27	5,78	1,962	294,72 %
2000		0,60	0,18	0,040	446,63 %	24,36	7,31	1,819	401,79 %
2001		0,58	0,17	0,042	416,22 %	22,99	6,90	1,548	445,74 %
2002		0,63	0,19	0,047	403,10 %	20,86	6,26	1,545	404,91 %
2003		0,80	0,24	0,061	392,71 %	20,64	6,19	1,490	415,63 %
2004		0,88	0,27	0,071	371,28 %	23,13	6,94	1,578	439,76 %
2005		0,98	0,29	0,075	391,86 %	24,79	7,44	1,716	433,21 %
2006		1,02	0,31	0,079	385,02 %	24,43	7,33	1,788	409,95 %
2007		1,12	0,34	0,091	370,21 %	23,85	7,16	1,947	367,56 %
2008		1,30	0,39	0,102	384,20 %	25,05	7,51	2,017	372,60 %
2009		1,05	0,31	0,115	273,48 %	21,47	6,44	2,291	281,20 %
2010		1,11	0,33	0,110	301,71 %	24,82	7,45	2,206	337,53 %
2011		1,28	0,38	0,121	317,03 %	26,44	7,93	2,158	367,57 %
2012		1,22	0,36	0,113	323,14 %	27,67	8,30	2,127	390,33 %
2013		1,20	0,36	0,128	279,06 %	27,40	8,22	2,188	375,75 %
2014		1,04	0,31	0,137	226,78 %	27,84	8,35	1,934	431,98 %
Konverzní měrná spotřeba motorové nafty								0,3	1/ kWh

Legenda: SRN = Spolková republika Německo

Zdroje: vlastní výpočet autora a statistiky OECD, IEA a ERÚ [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75] a [76]

Tabulka 6.3: Vývoj cen 1 kWh v Německu a ČR mezi lety 1995 a 2014 (stálé ceny roku 1995)

K jiným východiskům dobereme, pokud posoudíme ekonomicky pouze provozní charakteristiky a pokud budeme zkoumat i ostatní náklady spojené s elektrickým provozem na železnici. První komparace je na místě, pokud posuzujeme vhodnost nasazení určitých typů vozidel nebo souprav na již elektrizované trati. V druhém případě se můžeme dále zaměřit na souhrnné náklady na elektrizaci tratě – o investici na elektrizaci, ale i o údržbu a její provoz. Tyto celkové finanční sumy jdou na vrub kapitol veřejných rozpočtů. Ekonomický výsledek pak v součtu už tak příznivý být nemusí. Ne všude je a bude tak velká poptávka po přepravě, aby to bylo ekonomicky efektivní. Při plánech na pokračující elektrizaci jednotlivých tratí je záhodno si to uvědomit.

Další politicko-ekonomický rozměr se dotýká toho, že ČR je v dopravním odvětví vysoce závislá na produkci energií z fosilních paliv. Roman Kokšal, ředitel dopravních divízi společnosti

Siemens, k tomu v roce 2014 uvedl následující: „V České republice kryjí ropné produkty a jejich náhrady 97 % energie pro dopravu. Elekřrina představuje zbývající řtř procenta. Přitom tato pouhá řtř procenta zajiřřují zhruba 14 % přepravních výkonů osobní dopravy a 19 % nákladní dopravy“ [51]. Ve veřejném zájmu¹ je proto postupovat kroky vedoucí k tomu, aby zmíněný energetický mix dostál změn oproti aktuálnímu vysokému nepoměru ropných produktů vůči řtřm ostatním. Přirozeně ropná paliva budou k dispozici jeřřtě po dlouhou dobu a v poměrně dostatečném množství: zvyšuje se účinnost řtěžby, otevírají a zpřístupňují se nová ložiska pro řtěžbu. Mimo jsou pro nová vozidla k dispozici nové a účinnějšř spalovací motory. Přesto ve velmi dlouhém výhledu se zásoby budou tenčřit a s řtřm poroste dřříve ři pozdějšř cena fosilních paliv. Elektrickou energii budeme schopni nějšakým způsobem produkovat i po vyčerpání ropných zásob. Źelezniční investice jsou plánovány vždy s velkým výhledem a dlouhou řivotností, takřže i toto hlediska může hrát podstatnou roli při rozhodování.

Pochopitelně také výře zmíněná diskrepance se potenciálně projeví jako přřčina rizika spojeného s nedostatečnou energetickou bezpečností. Přece jenom na území řŘ a jejřch sousedů nedochází k vysoké produkci surové ropy. Nelze predikovat, ře relativně mírový stav ve střední Evropě nabízející vysokou stabilitu bude tak dlouhodobý a trvalý, jako jsme se ho dočkali v minulých desetiletích. Ekologický rozměr současného stavu energetického mixu je také důležitý a má výrazný, přinejmenšřm nepřímý vliv, na ekonomiku a mělo by na něj být ve veřejném zájmu pomýřleno. Jelikoř však je tomuto řematu věnována řada rozsáhlejšřch vědeckých pracř, nebude zde o tomto dále pojednáno.

6.4 Formulace obecného doporučení pro výběř vozidla

Na základě dosavadního zkoumání provedeného v řtřto práci jsem schopen formulovat obecné doporučení pro výběř vozidla. Na základě provedených výpočtů prokazujících ekonomickou výhodnost vybírám pro provoz na elektrizovaných tratřích nově jednotky v závislé elektrické trakci, zde se jednalo konkrětně o modelovou jednotku 650 *Regiopanter*. Oproti podobně kapacitně vybavené motorové jednotce řady 844 *Regioshark* mají nižřší náklady na provoz tak, ře po 10 až 15 letech provozu dojde k bodu zvratu a dochází k celkovým úsporám do konce doby řivotnosti (coř může být dalších 15 až 20 let). Celkové úspory po dobu řivotnosti i při absenci dotací blřží hodnotě 90 mil. Kř. Jejich hospodárnost je dána nízkou hmotností a i nízkými náklady na dodávky elektrické energie.

Při nižřších požadavcích na vybavení vozidel a prostorů pro cestujřcích oproti nové elektrické jednotce 650 je možno přřstoupit k modernizaci stávajřcích osobních vozů a využřit na provoz klasickou soupravu složenou z lokomotivy a osobních vozů. Pořizovací náklady jsou v tomto přřpadě velmi nízké a jsou schopny zachovat hospodárnost i při variantě nízkých dennřch proběhů soupravy. Nevýhodou může být absence řřdicřho stanoviřřtě v rámci vratné soupravy. Pak může dojřt k neřřadoucřm vlivům na dodrřzení technologických a řřzdnřch dob. Úprava na řřdicř vřz je velmi nákladná a může se blřžit směle nákupu nových vozů. Jejich řivotnost je však krátká a svědčí jim hlavně účtování spotřeby na základě pauřálu, které nebude jistě v současné podobě fungovat po celou jejich řivotnost.

¹ Autor práce si je vědom skutečností, ře veřejný zájem je právně neurčřtý pojem.

Pro preferenci elektrické trakce svědčí i několik dalších faktorů. Jsou to nižší emise při jejich používání z hlediska ekologie, dlouhodobý vývoj cen elektrické energie jako trakčního média z hlediska ekonomického (i při účtování přímo měřené spotřeby konkrétního vlaku) a energetická bezpečnost z hlediska politického. Nelze odhadovat, jak dlouho bude ještě existovat systém paušálního vykazování spotřeby pro elektrickou trakci, ale zdá se, že je pro dopravce ekonomicky výhodný. Pro motorovou trakci svědčí jen to, že v určitých případech je možné nakupovat i nízkokapacitní a velmi levné vozidla. Je tak možno dosáhnout na moderní vozidla s vyšším standardem pro cestující při nižších jednorázových investičních nákladech. Přesto je ve výsledku mnohem výhodnější pořídit vozidla využívající elektrickou trakci. Potřebnost vozidel s nižší kapacitou na elektrizovaných tratích je však méně pravděpodobná, neboť se obvykle přistupuje k elektrizaci na tratích s vyšším přepravním potenciálem.

Obecnější doporučení míří na politiku nákupu vozidel. Při možnosti žádat dotační příspěvek (někdy až do výše 85 %) na nákup vozidel, je tato možnost je pro vozidla elektrické trakce výhodnější, neboť jsou vždy výrazně dražší v porovnání s ostatními vozidly nezávislé trakce. V případě, že by stát vzal veškeré pořizovací náklady na vrub veřejných rozpočtů, tak je elektrická trakce pro dopravce jasnou volbou díky výrazně nižším provozním nákladům. V případě dosažení na evropskou dotaci v popisovaných výších je volba vozidla s elektrickým pohonem jasnou volbou.

Dále je žádoucí upřednostnit vozidla s nižší hmotností, neboť se to projeví na ekonomické stránce v několika ohledech, zejména na velikosti trakční práce a infrastrukturních poplatcích. Tato skutečnost jasně zvýhodňuje ucelené jednotky. V neposlední řadě by mělo být snahou dopravce kupovat nová vozidla v co největším počtu; v tomto ukazují v oblasti letectví pozitivní vliv na snížení nákladů tzv. „nízkonákladoví dopravci“. Poté připadá v úvahu snížení investičních nákladů při nákupu jako „množstevní sleva“, mimo jiné výhody pak dochází obvykle i na snížení výdajů v oblasti oprav a údržby, která je druhou největší položkou celkových provozních nákladů.

Doporučuji pořízení vozidel elektrické trakce oproti vozidlům motorové trakce z následujících důvodů:

- nižší provozní náklady,
- nízký nárůst cen elektrické energie oproti cenám motorové nafty,
- vyšší míra energetické bezpečnosti,
- nižší míra emisí,
- absence rizika zvýšení infrastrukturních poplatků kvůli „ekologickému koeficientu“.

Díky provedeným výpočtům je tak zřejmé, že pořízení vozidel motorové trakce pro použití pro osobní vlaky na elektrizovaných tratích nemá při běžném použití ekonomicky dobrý smysl. Vyšší pořizovací náklady při době životnosti by neměly být překážkou, zvláště pokud je k dispozici čerpání finančního příspěvku na jejich pořízení z evropských fondů. Nadto jsou vozidla motorové trakce zatížena vyšším rizikem růstu cen energetických komodit a penalizací za méně ekologický provoz.

Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo provést provozní porovnání vlaků regionální dopravy v závislé a nezávislé trakci. Následná konstrukce doporučení pro volbu správného typu vozidla pro určitý investiční záměr byla s tímto cílem nedílně provázána. Nejprve byly podrobeny detailnímu zkoumání provoz vlaků nezávislé vozby na elektrizovaných tratích. Jedna z nich byla vybrána jako vhodná k modelovému porovnání provozních ukazatelů několika vybraných typů vozidel v trakci motorové i elektrické. Další část byla věnována komparaci provozních nákladů na jeden oběh na zkoumaném vozebním rameni (v tomto případě Planá u Mariánských Lázní – Cheb). Díky tomuto postupu jsem byl následně schopen provést analýzu bodu zvratu pro kombinaci nové motorové a elektrické jednotky nabízejících podobně vysokou přepravní kapacitu pro cestující.

V rámci provozního i nákladového porovnání bylo provedeno velké množství výpočtů. Byly kvantifikovány všechny spotřeby energie vznikající pro porovnávané typy vozidel, pak byly vyjádřeny i nákladové položky, které do tohoto porovnání vstupují. Díky tomu proběhl výpočet všech provozních nákladů na 1 oběh vozidla a analogicky roční provozní výdaje. Nato byla provedena analýza bodu zvratu pro všechny vzájemné kombinace a několik variant denního proběhu. Neméně důležitou částí bylo vyjádření absolutních úspor po celou životnost vozidel při porovnání dvojice jednotek 844 a 650. Došel jsem k rozboru vlivu jednotlivých nákladových položek na provozní náklady vztahované k 1 oběhu. Na základě toho byla provedena analýza vývoje cen energie pro motorovou i elektrickou trakci na základě jim potřebných energetických komodit. To umožnilo formulovat doporučení pro výběr vozidla i při zvážení aspektu růstu energetických výdajů odvozených od nákupu zmíněných komodit.

Na základě výše zmíněných provedených výpočetních operací potvzuji mou formulovanou hypotézu, že pro obsluhu elektrizovaných tratí jsou vozidla závislé elektrické trakce vhodná a jejich nákup má ekonomický smysl i za předpokladu nízkého denního proběhu. Formuluji také doporučení pro jejich pořízení pro využití vozby regionálních vlaků, a to hlavně z důvodu nižších provozních nákladů díky ceně elektrické energie a pozitivním vyhlídkám cen energie oproti motorové naftě. Elektrická jednotka řady 650 Regiopanter tak obstála v porovnání s ostatními variantami vlakových souprav. Při modelovém nasazení na vybrané vozební rameno dojde k bodu zvratu vůči alternativní motorové jednotce řady 844 Regioshark za přibližně 11 let při intenzitě 5 denních oběhů a 424 najetých kilometrech. Dojde tak k celkové úspoře 89 mil. Kč za celou životnost vozidla oproti druhé variantě nákupu a provozu jednotky 844, což činí 19 % z celkové sumy nákladů. Při využití evropských dotací ve výši 40 a 85 % uspoří jejich provoz přibližně 25 %, respektive 33 % z celkové sumy přesahující 400 mil. Kč.

Jako částečný důvod pro neaplikaci zmíněného investičního doporučení se jeví aktuální neschopnost či neochota vložit dostatečně velké množství finančních prostředků pro nákup nových vozidel. Objektivně vzato je však lepší možností prostředky na jejich pořízení získat i za předpokladu úvěrového financování (které obvykle vystupuje v jakémkoli projektu na nákup nové techniky) nebo aspoň využít služeb modernizovaných a či rekonstruovaných vozidel. Přestože bylo provedené porovnání provozních i finančních ukazatelů zatíženo nepřesností, která vznikla při vyjádření spotřeb pomocných pohonů a energetické náročnosti elektronických zařízení, jádro výsledku a podstatu doporučení to nijak nemění a jsou tak plně platné.

V úvahu pro zvažování nákupu ještě připadají další finanční aspekty, které jsou spojeny s rozšiřováním vozového parku. V první řadě se jedná o vliv subvencí z veřejných či evropských financí, které jsou při poskytnutí schopny velmi ovlivnit časovou vzdálenost návratnosti typů vozidel pro dopravce. Zadruhé je nutné mít na zřeteli skutečnost, že dopravce potřebuje vyšší počet vozidel pro zajištění dopravy z důvodu udržování vozidel ve formě provozní zálohy. Počet vozidel alokovaných pro potřeby zálohy se může směle blížit jedné třetině. V neposlední řadě je to paušální způsob přidělené spotřeby vozidlům elektrické trakce na české železnici. Nynější systém členění měrné spotřeby finančně vyhovuje provozování osobních vlaků, avšak nelze s jistotou očekávat, že tomu tak bude stejně i nadále v horizontu delší budoucnosti.

Práce byla přínosná v několika oblastech. Prvním pozitivem bylo potvrzení nastolené hypotézy. Druhá byla formulace doporučení preference vozidel elektrické trakce na elektrizovaných tratích. Třetím bylo nasbírání velkého objemu dat a podkladů spjatých s provozem i ekonomikou železničních vozidel. Čtvrtým pozitivem bylo spočítání všech provozních nákladů pro všechny typy vozidel a výpočet bodů zvratu pro všechny kombinované varianty. Díky nim je možné získat poměrně přesnou představu o relativním vlivu na celkové souhrnné náklady spojené s nasazením drážních vozidel. Tyto přehledy je možno pak použít jak pro výuku předmětů zabývajících se technologií železniční dopravy nebo pro další vědecké zkoumání v této oblasti veřejné dopravy. Cíl diplomové práce byl tak beze zbytku naplněn.

Zkoumání konceptu výdajů na veřejnou dopravu poskytovaných z veřejných rozpočtů je obecně širokým tématem, jež není zdaleka vyčerpáno. Pro další postup ve výzkumu mohou doporučit sestavení pokročilého modelu zahrnující technologické doby spjaté s vozidly různých druhů vozby také doby určené pro výjezdy a zatažení vozidel do depa. Problém provozního porovnání je ještě otevřen i dalším možnostem zařazení dalších upřesňujících hodnot provozních a technických ukazatelů.

Literatura

- [1] RUBEŠ, Václav. Ivo Toman: Neměli bychom příliš spoléhat na pomoc od státu. *Železničář: Čtrnáctideník Skupiny České dráhy* [online]. Praha: České dráhy, 2013, **ročník XX(5)** [cit. 2015-08-11]. ISSN 0322-8002. Dostupné z: <https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/rozhovor/ivo-toman-nemelicsu-bychom-prilis-spolehat-na-pomoc-od-statu-/2192/18,0,/>
- [2] PČR, PS 2006-2010, 45. schůze, část 45 (10. 12. 2008). *Společná česko-slovenská digitální parlamentní knihovna, Parlament České republiky, Poslanecká sněmovna* [online]. 2008 [cit. 2015-09-10]. Dostupné z: <http://www.psp.cz/eknih/2006ps/stenprot/045schuz/s045045.htm>
- [3] *Infrastruktura železniční dopravy* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2015, 03.08.2015 [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/10180/20556889/doicr080315_1.xlsx
- [4] TEJNOR, Antonín. Elektrifikace – elektrizace. *Naše řeč*. 1975, **ročník 58(5)**. ISSN 0027-8203. Dostupné také z: <http://nase-rec.ujc.cas.cz/archiv.php?art=5875>
- [5] SŮRA, Jan. Stát chce sjednotit proud na železnici. Stálo by to desítky miliard. *IDNES.cz* [online]. MAFRA, 2015 [cit. 2015-09-13]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/sjednoceni-proudu-na-zeleznici-dms/eko-doprava.aspx?c=A150611_171830_eko-doprava_rny
- [6] Knižní jízdní řády (platné od 14. 6. 2015). *SŽDC* [online]. 2009 [cit. 2015-09-13]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/provozovani-drahy/knizni-jizdni-rady.html>
- [7] *ŽelPage: elektronický magazín o drahách* [online]. Praha: Spolek ŽelPage, © 2001-2015 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.zelpage.cz/>
- [8] *Počet obyvatel v obcích České republiky* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2015, 30.04.2015 [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20556287/1300721503.xlsx/75b39cc7-7aa3-4f31-a6e3-018bb06a5f83?version=1.1>
- [9] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka 31 ks dvouvozových motorových jednotek. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2011 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/cs/Form/Display/152621>
- [10] České dráhy a PESA Bydgoszcz uzavřely kontrakt na dodávku 31 motorových jednotek. *České dráhy, a. s.* [online]. 2011 [cit. 2015-08-13]. Dostupné z: <http://www.ceskedrahy.cz/tiskove-centrum/tiskove-zpravy/-9892/>

- [11] DANIELKA, Matouš. Dodávka RegioSharků Českým drahám je kompletní. In: *ŽelPage – elektronický magazín o drahách* [online]. Praha: Spolek ŽelPage, 2014 [cit. 2015-08-14]. ISSN 1801-5425. Dostupné z: <http://www.zelpage.cz/zpravy/9236?oddil=5&lang=cs>
- [12] ČSN 28 0001 (280001) *Kolejová vozidla železniční: Základní termíny a definice*. 1. vydání. Praha: Český normalizační institut, 1996.
- [13] BITTNER, Jaromír. Zkušenosti z provozu motorových jednotek řady 814. In: *Czech Raildays: Odborné semináře Czech Raildays 2007* [online]. 2007 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://www.railvolution.net/czechraildays/2007/seminare/v_11.pdf
- [14] JANSA, František. *Trakční mechanika a energetika kolejové dopravy*. 1. vyd. Praha: Dopravní nakladatelství, 1959, 539 s.
- [15] EISLER, Jan, Jaromír KUNST a František ORAVA. *Ekonomika dopravního systému*. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 2011, 284 s. ISBN 9788024517599.
- [16] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Pojištění odpovědnosti dopravce na období 2014-2016. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2014 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <https://www.vestnikverejnychzakazek.cz/en/Form/Display/488832>
- [17] Stát plánuje dotovaným dopravcům kupovat vlaky. In: *Tyden.cz: Aktuální zpravodajství v souvislostech* [online]. *Empresa Media*, 2015 [cit. 2015-08-14]. ISSN 1210-9940. Dostupné z: http://www.tyden.cz/rubriky/domaci/stat-planuje-dotovany-m-dopravcum-kupovat-vlakly_346599.html
- [18] Nová regionální motorová částečně nízkopodlažní jednotka řady 814–914 pro Svazek obcí údolí Desné. *Pars Nova a.s.* [online]. 2007 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.parsnova.cz/o-spolecnosti/tiskove-zpravy/Tiskova-zprava-13-07-33>
- [19] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka modernizovaných třívozových motorových jednotek 814-014-814. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2007 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/151189>
- [20] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Modernizace a rekonstrukce železničních kolejových vozidel řady 810 a 010. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2007 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/en/Form/Display/76038>
- [21] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Modernizace motorových vozů řady 810 a přípojných vozů řady 010 na dvoučlankové motorové jednotky. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2009 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/152038>
- [22] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Přestavba motorových a přípojných vozů na 62 ks dvoučlankových motorových jednotek *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2010 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/152700>

- [23] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Přestavba motorových a přípojných vozů na 11 ks dvoučlankových motorových jednotek. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2011 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/152717>
- [24] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka 15 ks třívozových elektrických jednotek. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2011 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/152617>
- [25] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka 4 ks dvouvozových dvousystémových elektrických jednotek. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2011 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/152615>
- [26] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka 7 ks dvousystémových elektrických jednotek. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2013 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/407766>
- [27] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka 16 ks motorových vozů. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2010 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/152271>
- [28] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka 17 ks motorových vozů. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2010 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/152269>
- [29] *Dluhopisy s pohyblivým úrokovým výnosem v předpokládané jmenovité hodnotě emise do 4.000.000.000 Kč splatné v roce 2018*: ISIN CZ 0003510885 [online]. Praha: České dráhy, 2013, 52 s. [cit. 2013-08-14]. Dostupné z: <https://www.csob.cz/portal/documents/10710/275883/Prospekt-Ceske-drahy-var-18.pdf>
- [30] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávky motorové nafty. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2008 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/151445>
- [31] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby. *Věstník veřejných zakázek*: Dodávky motorové nafty pro České dráhy, a.s. [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2011 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/279893>
- [32] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávky motorové nafty 2014 – 2017. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2014 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/517183>
- [33] ČEZ vyhrál obří zakázku na energii pro České dráhy. Stát prý příští rok ušetří 120 milionů. *Patria.cz: Investice, ekonomika a finance, kurzy, akcie, měny a komodity* [online]. Patria Online, a.s., 2012 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.patria.cz/zpravodajstvi/2134864/cez-vyhral-obri-zakazku-na-energii-pro-ceske-drahy-stat-pry-pristi-rok-usetri-120-milionu.html>

- [34] HOUDA, Vladimír. Jak se nakupuje elektřina pro Dopravní podnik. *DP-kontakt: časopis pro zaměstnance Dopravního podniku hl. m. Prahy*. Praha: Dopravní podnik hl.m. Prahy, 2015, 20(9): 18-19. ISSN 1212-6349.
- [35] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Výpočet nákladů za použití dopravní cesty*. Praha, 2013. Nepublikováno.
- [36] POHL, Jiří. SIEMENS. *Vzájemný soulad vozidel a infrastruktury v dálkové a regionální dopravě* [online]. 2010 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://www.railvolution.net/czechraildays/2010/seminare/budoucnost_pohl_b.pdf
- [37] *Regulace cen E.ON Distribuce, a.s* [online]. Brno: E.ON Distribuce, 2015 [cit. 2015-08-15]. Dostupné z: http://www.eon-distribuce.cz/file/cs/news/EON-regulace_cen2015.pdf
- [38] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka silové elektřiny pro elektrickou trakci. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2010 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/152608>
- [39] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka silové elektřiny pro elektrickou trakci – 2012. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2012 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/317296>
- [40] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka silové elektřiny pro elektrickou trakci – 2013. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2012 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/353346>
- [41] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka silové elektřiny pro elektrickou trakci – 2014. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2013 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/409671>
- [42] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Dodávka silové elektřiny pro elektrickou trakci 2015 – 2016. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2014 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.vestnikverejnychzakazek.cz/nb/Form/Display/527162>
- [43] *Motorová nafta* [online]. Praha: Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu, 2012, 5 s. [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.cappo.cz/res/data/000068.pdf>
- [44] ČESKÁ REPUBLIKA. Výměr MF č. 01/2013 ze dne 28. listopadu 2012, kterým se vydává seznam zboží s regulovanými cenami. *Cenový věstník*. Praha: Ministerstvo financí ČR, 2012, s. 40. Dostupné také z: http://www.mfcr.cz/assets/cs/media/Cenovy-vestnik_2012-c-13.pdf
- [45] *Prohlášení o dráze celostátní a regionální: platné pro přípravu jízdního řádu 2015 a pro jízdní řád 2015 ve znění rozhodnutí Drážního úřadu č.j. DUCR – 15435/14/Kj, Ministerstva dopravy č.j. 62/2014 – 130 – SPR/4 , rozhodnutí Drážního úřadu DUCR – 60862/14/Kj a rozhodnutí Ministerstva dopravy č.j. 62/2014 – 130 – SPR/11 , změny č. 1/2014 účinné od 28. 11. 2014 a změny č. 2/2015 účinné od 3. 4. 2015* [online]. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2013, 81 s. [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: www.szdc.cz/soubory/prohlaseni-o-draze/2015/prohlaseni-2015.pdf

- [46] Fahrplanbearbeitungssystem FBS: Rechnergestützte, grafische Fahrplankonstruktion für die ganze Welt der Eisenbahn. *IRFP – FBS* [online]. Dresden: Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung, 2010, 14.01.2014 [cit. 2015-08-28]. Dostupné z: <http://www.irfp.de/deutsch/fbs/index.html>
- [47] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Modernizace 26 ks osobních železničních vozů řady Bdt. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2013 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <https://www.vestnikverejnychzakazek.cz/en/Form/Display/418587>
- [48] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Modernizace osobních železničních vozů Bdt279 na řídicí vozy řady 961. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2010 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <https://www.vestnikverejnychzakazek.cz/en/Form/Display/152247>
- [49] Oznámení o zadání zakázky – veřejné služby: Periodické opravy elektrických lokomotiv – trakce 20. *Věstník veřejných zakázek* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 20 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <https://www.vestnikverejnychzakazek.cz/en/Form/Display/151830>
- [50] České dráhy zmodernizují 75 „Honeckerů“. Za vagony zaplatí 750 milionů korun. *Hospodářské noviny – byznys, politika, názory (IHNE D.cz)* [online]. Praha: Economia, 2011, 2015-10-20 [cit. 2015-10-20]. Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/c1-54223050-ceske-drahy-zmodernizuji-75-honeckeru-za-vagony-zaplati-750-milionu-korun>
- [51] SLAVÍK, Jakub. Elektromobilita jako systém. *Proelektrotechniky.cz: elektrotechnika nejen pro odborníky* [online]. Ing. Jakub Slavík, MBA – Consulting Services, 2014 [cit. 2015-08-09]. Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/rozhovory-komentare/2.php>
- [52] Operační program Doprava: Kolejová vozidla. *Operační program Doprava* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2010, 6. 8. 2015 [cit. 2015-09-29]. Dostupné z: <http://www.opd.cz/cz/kolejova-vozidla>
- [53] HÁBA, Ondřej. *Porovnání objemu dotací silniční a železniční dopravy v ČR*. Praha, 2013. Bakalářská práce (Bc.). České vysoké učení technické v Praze. Fakulta dopravní, ústav logistiky a managementu dopravy.
- [54] KRÝŽE, Pavel. *Rekuperace* [online]. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2014, 6.11.2014 [cit. 2015-08-09]. Dostupné z: <http://provoz.szdc.cz/PORTAL/Show.aspx?path=/Data/Mapy/rekuperace.pdf>
- [55] KRÝŽE, Pavel. *Počty trat'ových kolejí, systémy trakčních proudových soustav a čísla tratí podle knižního jízdního řádu* [online]. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2014, 6.11.2014 [cit. 2015-08-09]. Dostupné z: http://provoz.szdc.cz/PORTAL/Show.aspx?path=/Data/Mapy/kol_KJR.pdf
- [56] POHL, Jiří. SIEMENS. *Železniční vozidla pro interoperabilní i neinteroperabilní železniční síť* [online]. 2011 [cit. 2015-08-15]. Dostupné z: http://www.railvolution.net/czechraildays/2011/seminare/4.3_siemens_pohl.pdf

- [57] POHL, Jiří. SIEMENS. *Použití zásobníků energie v městské hromadné dopravě* [online]. Most: Siemens, 2012 [cit. 2015-08-15]. Dostupné z: http://www.sdp-cr.cz/WD_FileDownload.ashx?wd_systemtypeid=34&wd_pk=WzcyOSxbMzBdXQ%3d%3d
- [58] POHL, Jiří. SIEMENS. *Státní energetická koncepce ČR a doprava* [online]. 2013 [cit. 2015-08-15]. Dostupné z: http://www.sdp-cr.cz/WD_FileDownload.ashx?wd_systemtypeid=34&wd_pk=WzEyNzEsWzMwXV0%3d
- [59] POHL, Jiří. SIEMENS. *Systémové řešení vysokorychlostní dopravy* [online]. 2014 [cit. 2015-08-15]. Dostupné z: <http://www.cedop.info/wp-content/uploads/2014/05/Pohl-Siemens-Vysokorychlostni-zeleznice.pdf>
- [60] POHL, Jiří. SIEMENS. *Elektrobusy pro městská centra* [online]. 2014 [cit. 2015-08-15]. Dostupné z: http://www.proelektrotechniky.cz/pdf/KonferenceEbusyIII/Pohl_Ebusy.pdf
- [61] MATAS, Ondřej. *Účetní a daňové aspekty provozování fotovoltaických elektráren* [online]. Brno, 2015 [cit. 2015-09-22]. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta. Vedoucí práce Michaela Jurová Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/425065/esf_m/>.
- [62] *Jednopodlažní elektrické jednotky: Regioplanter* [online]. Škoda Vagonka, 2012 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.skoda.cz/cs/produkty/elektricke-jednotky/jednopodlazni-elektricka-jednotka/Contents.3/0/D2E617236DE6116403EC12765C6649E5/resource.pdf>. Produktový katalog.
- [63] České dráhy slavnostně podepsaly smlouvu na dodávku 62 jednotek Regionova. *České dráhy, a. s.* [online]. 2010 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.ceskedrahy.cz/tiskove-centrum/tiskove-zpravy/-8754/>
- [64] České dráhy slavnostně pokřtily první motorovou jednotku RegioShark v Plzeňském kraji. *České dráhy, a. s.* [online]. 2012 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.ceskedrahy.cz/tiskove-centrum/tiskove-zpravy/-14467/>
- [65] RUBEŠ, Václav. Stadler Regio-Shuttle RS1: Anatomie švýcarské kvality na českých tratích. *Železničář: Čtrnáctideník Skupiny České dráhy*. Praha: České dráhy, 2011, **Ročník XVIII**(39): 6-7. ISSN 0322-8002. Dostupné také z: http://www.ceskedrahy.cz/assets/tiskove-centrum/magaziny-a-periodika/zeleznicar/39_11_web.pdf
- [66] Lokomotiva řady 242 (S 499.02). *AtlasLokomotiv.net* [online]. Praha: Spolek ŽelPage, 2014, 26.06.2010 [cit. 2015-10-22]. Dostupné z: <http://www.atlaslokomotiv.net/loko-242.html>
- [67] *Sales Program Rail*. [1. vydání]. [Friedrichshafen]: MTU Friedrichshafen, 2015, 31 s. Edition 1/2015. Dostupné také z: https://mtu.cwshops.com/en/mtu/marketing-material/rail/brochures/sales-program-rail?info=514&dl_media=6302
- [68] OECD. *OECD.Stat* [online databáze]. [Paris]: OECD [cit. 2015-10-27]. ISSN 2074-4390. Časové pokrytí 1995-2014. Dostupné z: doi: 10.1787/data-00285-en
- [69] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Electricity information 2001: with 2000 data*. Ed. 2001. Paris: OECD/IEA, 2001. ISBN 978-926-4187-429

- [70] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Electricity information 2014: with 2013 data*. s.l.: Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2014. ISBN 978926-4217-010.
- [71] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *World energy outlook. 2000 ed.* Paris: OECD/IEA, 2000. ISBN 978-926-4185-135.
- [72] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *World energy outlook 1999 insights: looking at energy subsidies: getting the prices right*. 1999 ed. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1999. ISBN 978-926-4171-404.
- [73] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Energy Prices and Taxes*. Vol. 2015/3, Paris: Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2014. ISSN 0256-2332.
- [74] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Oil Market Report: Annual Statistical Supplement 2014: with 2013 data*. 2014 Edition. Paris: OECD/IEA, 2014. Dostupné také z: http://www.iea.org/oilmarketreport/reports/AnnualStatisticalSupplement_2014.pdf
- [75] LUKÁŠ, Jaroslav. *Roční zpráva o provozu ES ČR 2010*. [1. vydání]. Praha: Energetický regulační úřad, 2011.
- [76] *Průměrné čtvrtletní ceny elektřiny a zemního plynu za dodávky pro průmysl celkem a za pásma v České republice* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2015, 25.08.2015 [cit. 2015-09-11]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20553989/0110441507p02.xlsx/083eebc7-89b9-4ff7-b244-3a4ced2906fe?version=1.0>

Seznam obrázků

2.1	Jízdní řád na trati 170 platný od 14. června 2015 (výňatek)	10
3.1	Analýza bodu zvratu	20
3.2	Analýza bodu zvratu (rovnice nemá řešení)	21
4.1	Jízdní řády souprav na trase Planá u Mariánských Lázní – Cheb	34
5.1	Analýza bodu zvratu 650 vs. 844 (5 oběhů denně)	42
B.1	Mapa využitelnosti rekuperace na tratích v ČR (výřez)	69
B.2	Počty traťových kolejí, systémy trakčních proudových soustav a čísla tratí podle knižního jízdního řádu	70
B.3	Jízdní řády modelových souprav na trase Planá u Mariánských Lázní – Cheb	71
B.4	Schéma dynamiky jízdy vozidla řady 650 na trase Planá u Mariánských Lázní – Cheb	72

Seznam tabulek

1.1	Provozní délka železničních tratí v ČR	5
1.2	Užití vozidel nezávislé trakce s vyšší četností u osobní dopravy na elektrizovaných tratích	7
2.1	Výběr užití vozidel nezávislé trakce v jízdním řádu 2014/2015	9
3.1	Technické charakteristiky vybraných železničních vozidel	15
3.2	Nákup a renovace vozidel ČD	23
3.3	Kontrakty na nákup motorové nafty pro ČD	24
3.4	Kontrakty na dodávku silové elektrické energie pro ČD	25
3.5	Odhad koncové ceny elektrické energie pro ČD v letech 2010–2015	26
3.6	měrná spotřeba pro účtování trakční elektrické energie železničním dopravcům v ČR	27
3.7	Paušální sazby účtované SŽDC za použití infrastruktury	28
4.1	Technicko-ekonomické charakteristiky vozidel	31
4.2	Délka pobytů v JŘ 2014/2015 na tratích 130 a 140 pro osobní vlaky	32
4.3	Časové údaje (1 oběh Planá u Mariánských Lázní – Cheb)	33
5.1	Vybrané technické a nákladové charakteristiky vozidel a souprav	36
5.2	Srovnání energetických výdajů různých vozidel na 1 oběh v relaci Planá u Mariánských Lázní – Cheb	37
5.3	Náklady na palivo a poplatky SŽDC	38
5.4	Srovnání provozních nákladů na 1 oběh vlaku	39
5.5	Srovnání ročních provozních nákladů (1.–10. rok)	41
5.6	Analýza bodu zvratu jednotky 650 s dalšími soupravami	43
5.7	Analýza bodu zvratu jednotky 650 s dalšími soupravami (využití evropských dotací – 85 %)	46
5.8	Celková úspora nákladů za dobu životnosti 30 let při pořízení vozidla řady 650 oproti 844	48
6.1	Provozní náklady (1 oběh vlaku) – procentuální podíly	50
6.2	Vývoj cen energetických komodit v Německu a ČR mezi lety 1995 a 2014	52

6.3	Vývoj cen 1 kWh v Německu a ČR mezi lety 1995 a 2014 (stálé ceny roku 1995)	53
C.1	Přehled všech tratí v ČR s označením elektrizace	73
D.1	Přehled osobních vlaků na tratích 130 a 140 v relaci Most – Karlovy Vary – Cheb v JŘ 2014/2015	80
D.2	Přehled osobních vlaků na trati 250 na relaci Havlíčkův Brod – Žďár nad Sázavou v JŘ 2014/2015	82
D.3	Přehled osobních vlaků na trati 270 na relaci Česká Třebová – Rudoltice v Čechách – Zábřeh na Moravě v JŘ 2014/2015	83
D.4	Přehled osobních vlaků na trati 170 v relaci Mariánské lázně – Cheb v JŘ 2014/2015	84
D.5	Přehled osobních vlaků na tratích 170 a 190 v relaci Kozolupy – Plzeň hl.n. – Blovice v JŘ 2014/2015	85
E.1	Brzdící váhy a skutečná brzdící procenta vybraných vozidel	86
E.2	Souhrnný náklad na 1 oběh (1.–10. rok)	87
E.3	Vývoj cen 1 kWh v Německu a České republice mezi lety 1995 a 2014 (nominální ceny)	88
E.4	Indexy cen průmyslových výrobců v Německu a České republice mezi lety 1995 a 2014	89
F.1	Analýza bodu zvratu jednotky 650 s dalšími soupravami (využití evropských dotací – 40 %)	91
F.2	Analýza bodu zvratu soupravy 242 III s jednotkou 814-3	92
F.3	Analýza bodu zvratu 242 III s jednotkou 814-3 (využití evropských dotací – 40 %)	92
F.4	Analýza bodu zvratu 242 III s jednotkou 814-3 (využití evropských dotací – 85 %)	93

Příloha A

Úryvek rozhovoru z magazínu Železničář

Ivo Toman: Neměli bychom příliš spoléhat na pomoc od státu
Úryvek rozhovoru z magazínu Železničář (ročník 20/5) [1]

Redaktor magazínu Václav Rubeš:

Doprováci jsou občas kritizováni, že nasazují motorová vozidla na elektrifikované tratě. Můžete objasnit, proč například České dráhy posílají na trať Karlovy Vary – Chomutov nové motorové jednotky řady 844, tedy RegioSharky?

Ivo Toman, ředitel Odboru regionální dopravy Českých drah:

Předně musím uvést, že RegioShark řady 844 splňuje přísné ekologické normy EURO 3, díky čemuž se u těchto vozidel platí i nejnižší poplatek za použití dopravní cesty pro motorová vozidla na elektrifikované trati. Samozřejmě byla zvažována i varianta nákupu elektrických jednotek. Pořizovací náklady elektrické jednotky jsou však téměř dvojnásobné, což by se vyplatilo zejména jen při větší frekvenci cestujících. Na zmíněné trati bychom navíc potřebovali dvousystémová elektrická vozidla. Na to nebyly prostředky ani v Regionálním operačním programu, ze kterého se hradí až 40 procent pořizovacích nákladů, ani u objednatele, který by musel hradit dvojnásobně vyšší odpisy. Jako nejvýhodnější proto vyšla motorová jednotka pro 120 cestujících, která má univerzální použití. V budoucnu může navíc v rámci lepšího využití částečně zajíždět i na neelektrifikované tratě. Důvody jsou tedy jednoznačně ekonomické. Díky těmto novým vozidlům bude od příštího roku v Karlovarském kraji obnoveno 95 procent vozidlového parku regionální dopravy!

Příloha B

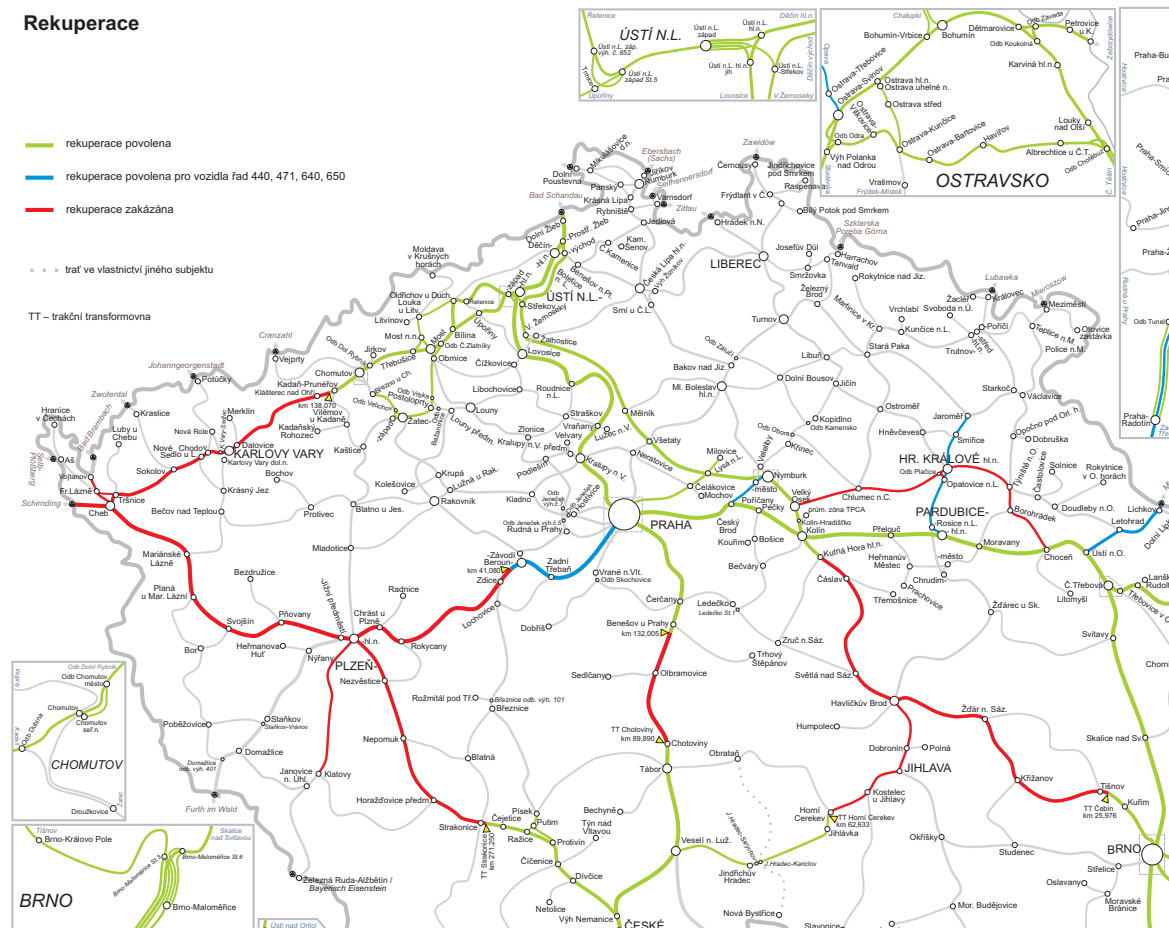
Obrázky a schémata

Rekuperace

- rekuperace povolena
- rekuperace povolena pro vozidla řad 440, 471, 640, 650
- rekuperace zakázána

• • • trať ve vlastnictví jiného subjektu

TT – trakční transformovna



autor: Pavel Krýže, SŽDC [54]

Obrázek B.1: Mapa využitelnosti rekuperace na tratích v ČR (výřez)

Počty traťových kolejí, systémy trakčních proudových soustav a označení podle knižního jízdního řádu

počty traťových kolejí:

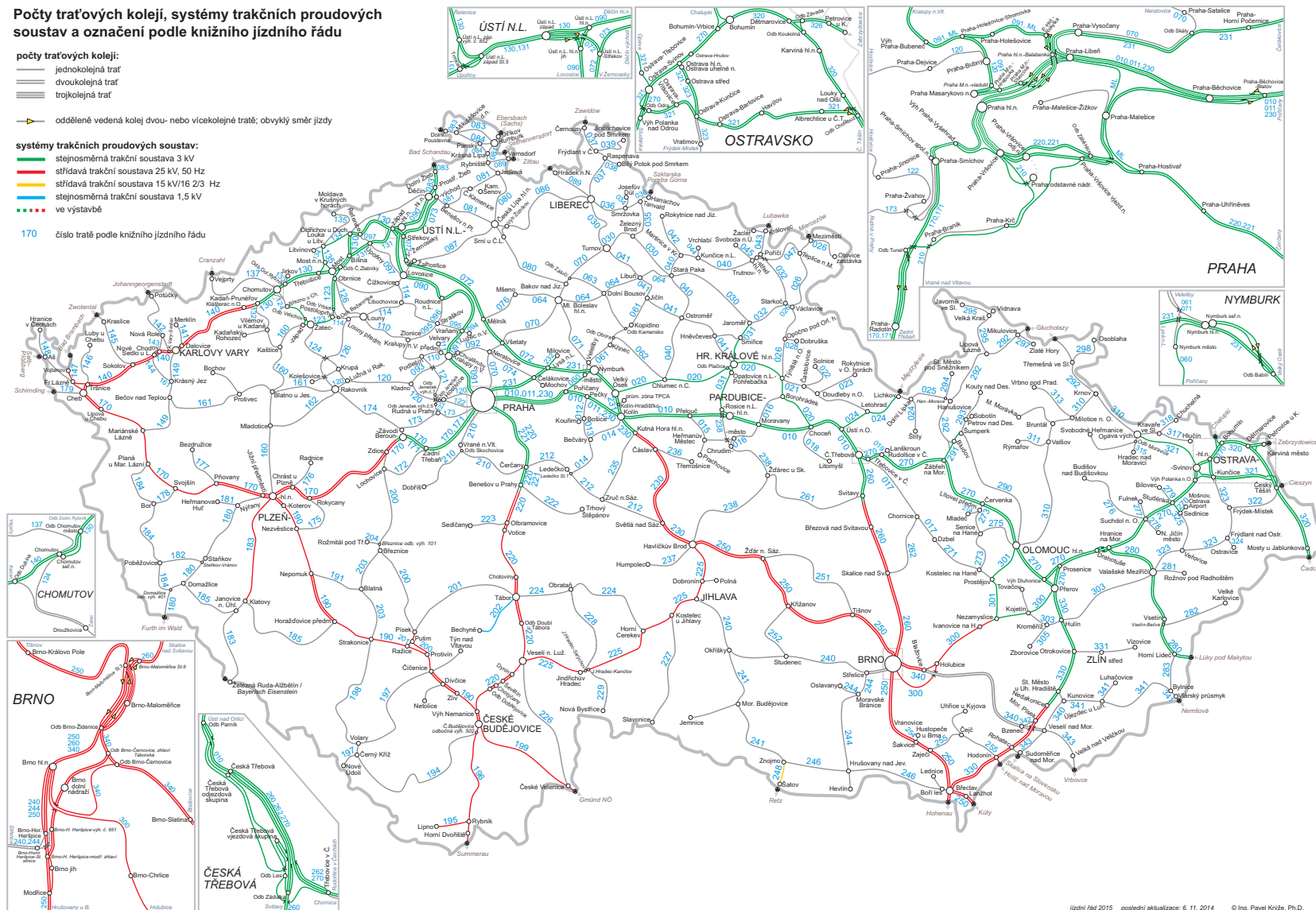
- jednokolejná trať
- == dvoukolejná trať
- === trojkolejná trať

- ▶ odděleně vedené kolejí dvou- nebo vícekolejná trať; obvyklý směr jízdy

systémy trakčních proudových soustav:

- stejnosměrná trakční soustava 3 kV
- střídavá trakční soustava 25 kV, 50 Hz
- střídavá trakční soustava 15 kV/16 2/3 Hz
- stejnosměrná trakční soustava 1,5 kV
- ve výstavbě

170 číslo tratě podle knižního jízdního řádu



70






autor: Pavel Krýže, SŽDC [55]

jízdní řád 2015 poslední aktualizace: 6. 11. 2014 © Ing. Pavel Krýže, Ph.D.

Obrázek B.2: Počty traťových kolejí, systémy trakčních proudových soustav a čísla tratí podle knižního jízdního řádu

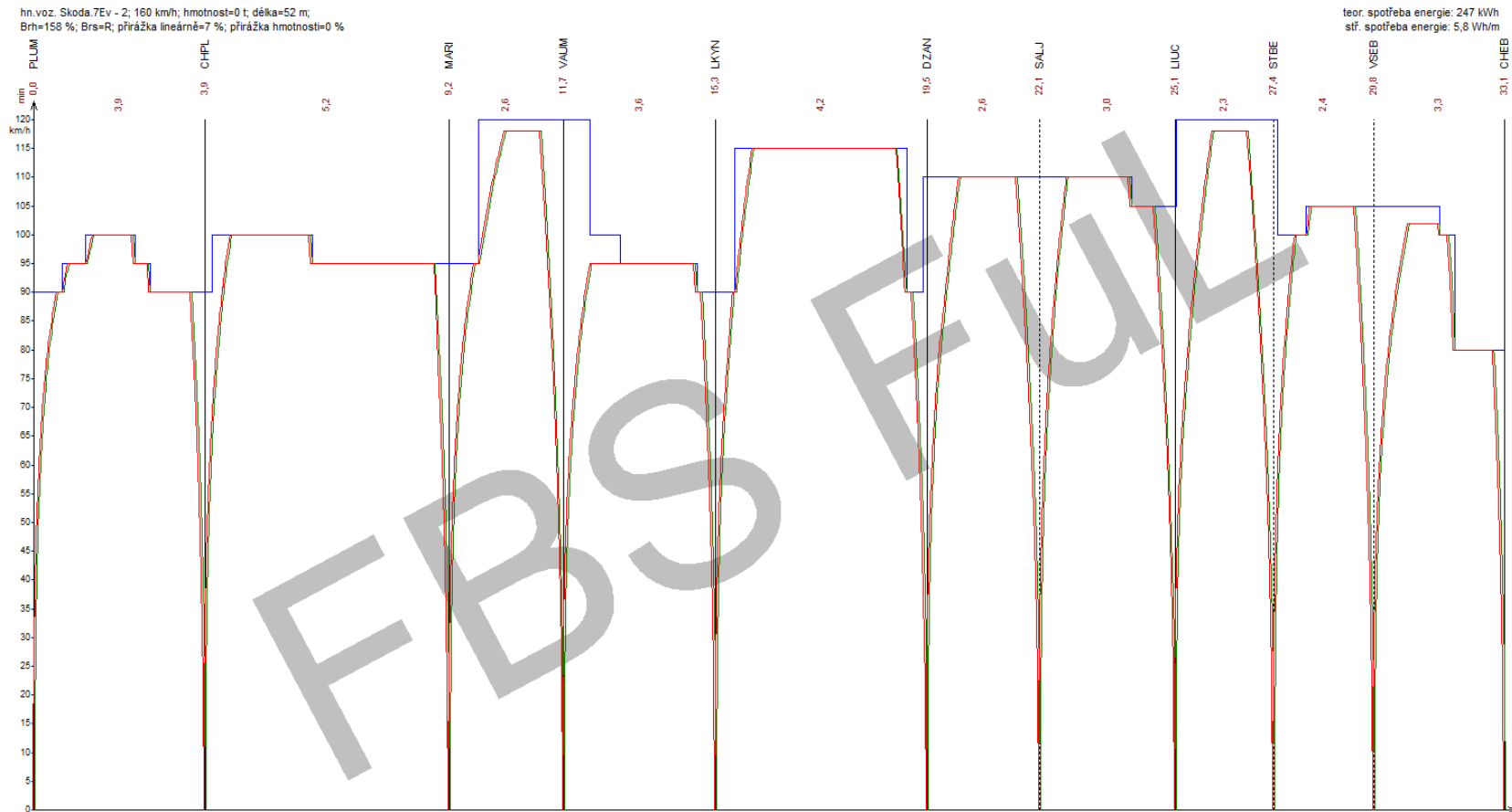
Cheb - Planá u Mar. Lázní

Fahrplanbearbeitungssystem FBS-FuL | licence pro CVUT v Praze

km	vlak	OSB 651  1.	OSB 845  1.	OSB 815 	OSB 243 I 	OSB 243 II 	OSB 243 III
0,0	Cheb	9.00	11.00	13.00	17.00	19.00	21.00
3,8	Všeboř	x 9.03	x11.03	x13.04	x17.03	x19.03	x21.03
6,7	Stebnice	x 9.06	x11.06	x13.07	x17.06	x19.06	x21.06
9,5	Lipová u Chebu	9.09	11.10	13.11	17.10	19.10	21.10
13,4	Salajna	x 9.12	x11.14	x13.16	x17.13	x19.13	x21.13
16,7	Dolní Žandov	9.15	11.17	13.20	17.16	19.16	21.16
22,7	Lázně Kynžvart	9.20	11.22	13.26	17.21	19.21	21.21
27,1	Valy u Mar. Lázní	x 9.24	x11.26	x13.31	x17.26	x19.26	x21.26
30,4	Mariánské Lázně	9.29	11.31	13.37	17.30	19.30	21.30
37,5	Chodová Planá	9.34	11.37	13.43	17.36	19.36	21.36
42,4	Planá u Mar. Lázní o	9.39	11.42	13.49	17.42	19.41	21.41

Legenda: 243 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 243 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 243 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Obrázek B.3: Jízdní řády modelových souprav na trase Planá u Mariánských Lázní – Cheb



Zdroj: export schématu z programu Fahrplanbearbeitungssystem (FBS)

Obrázek B.4: Schéma dynamiky jízdy vozidla řady 650 na trase Planá u Mariánských Lázní – Cheb

Příloha C

Přehled elektrizovaných tratí v ČR včetně provozu nezávislé trakce

Tabulka C.1: Přehled všech tratí v ČR s označením elektrizace, stav k 6. 11. 2014

Trať				
Číslo	Od	Do	Typ*	Soustava
10	Praha	Česká Třebová	EL	3 kV
11	Praha	Kolín	EL	3 kV
12	Pečky	Kouřim	NEL	-
13	Bošice	Bečváry	NEL	-
14	Kolín	Ledečko	NEL	-
15	Přelouč	Prachovice	NEL	-
16	Borohrádek	Heřmanův Městec	NEL	-
17	Česká Třebová	Chornice	NEL	-
18	Choceň	Litomyšl	NEL	-
19	Česká Třebová	Lanškroun	NEL	-
20	Praha	Choceň	EL	3 kV
21	Týniště nad Orlicí	Letohrad	NEL	-
22	Častolovice	Solnice	NEL	-
23	Doudleby nad Orlicí	Rokytnice v Orlických horách	NEL	-
24	Ústí nad Orlicí	Štítý	NEL / EL	část 3 kV
25	Dolní Lipka	Hanušovice	NEL	-
26	Týniště nad Orlicí	Otovice zastávka	NEL	-
28	Opočno pod Orlickými horami	Dobruška	NEL	-
30	Pardubice	Liberec	NEL	-
31	Pardubice	Jaroměř	EL	3 kV
32	Jaroměř	Trutnov	NEL	-
34	Smržovka	Josefův Důl	NEL	-
35	Tanvald	Železný Brod	NEL	-

Pokračování na další stránce

Tabulka C.1 – pokračování z předchozí stránky

Trať				
Číslo	Od	Do	Typ*	Soustava
36	Liberec	Harrachov	NEL	-
37	Liberec	Černousy	NEL	-
38	Raspenava	Bílý Potok pod Smrkem	NEL	-
39	Frýdlant v Čechách	Jindřichovice pod Smrkem	NEL	-
40	Chlumeck nad Cidlinou	Trutnov	NEL	-
41	Hradec Králové	Turnov	NEL	-
42	Martinice v Krkonoších	Rokytnice nad Jizerou	NEL	-
43	Trutnov	Žacléř	NEL	-
44	Kunčice nad Labem	Vrchlabí	NEL	-
45	Trutnov	Svoboda nad Úpou	NEL	-
46	Hněvčevy	Smiřice	NEL	-
47	Trutnov	Teplice nad Metují	NEL	-
60	Poříčany	Nymburk	NEL	-
61	Nymburk	Jičín	NEL	-
62	Chlumeck nad Cidlinou	Křinec	NEL	-
63	Bakov nad Jizerou	Kopidlno	NEL	-
64	Mladá Boleslav	Stará Paka	NEL	-
70	Praha	Turnov	NEL	-
71	Nymburk	Mladá Boleslav	NEL	-
72	Lysá nad Labem	Ústí nad Labem západ	EL	3 kV
73	Ústí nad Labem	Děčín	EL	3 kV
74	Čelákovice	Neratovice	NEL	-
76	Mladá Boleslav	Mělník	NEL	-
80	Bakov nad Jizerou	Jedlová	NEL	-
81	Děčín	Rumburk	NEL	-
83	Rumburk	Dolní Poustevna	NEL / EL	část 3 kV
84	Rumburk	Mikulášovice	NEL	-
85	Krásná Lípa	Panský	NEL	-
86	Liberec	Česká Lípa	NEL	-
87	Lovosice	Česká Lípa	NEL	-
88	Rumburk	Ebersbach (Sachs)	NEL	-
89	Liberec	Rybniště	NEL	-
90	Praha	Děčín	EL	3 kV
91	Praha	Kralupy nad Vltavou	EL	3 kV
92	Neratovice	Kralupy nad Vltavou	NEL	-
93	Kralupy nad Vltavou	Kladno	NEL	-
94	Vraňany	Lužec nad Vltavou	NEL	-
95	Vraňany	Zlonice	NEL	-
96	Roudnice nad Labem	Libochovice	NEL	-
97	Lovosice	Teplice v Čechách	NEL	-
98	Děčín	Bad Schandau	NEL	-

Pokračování na další stránce

Tabulka C.1 – pokračování z předchozí stránky

Trať				
Číslo	Od	Do	Typ*	Soustava
110	Kralupy nad Vltavou	Louny	NEL	-
111	Kralupy nad Vltavou	Velvary	NEL	-
113	Lovosice	Most	NEL	-
114	Lovosice	Postoloprty	NEL	-
120	Praha	Rakovník	NEL	-
121	Hostivice	Podlešín	NEL	-
122	Praha	Rudná u Prahy	NEL	-
123	Most	Žatec západ	EL	3 kV
124	Lužná u Rakovníka	Chomutov	NEL / EL	část 3 kV
125	Krupá	Kolešovice	NEL	-
126	Most	Rakovník	NEL	-
130	Ústí nad Labem	Chomutov	EL	3 kV
131	Ústí nad Labem	Bílina	EL	3 kV
132	Děčín	Oldřichov u Duchcova	NEL	-
133	Chomutov	Jirkov	NEL	-
134	Teplice v Čechách	Litvínov	EL	3 kV
135	Most	Moldava v Krušných horách	NEL / EL	část 3 kV
137	Chomutov	Vejprty	NEL	-
140	Chomutov	Cheb	EL	25 kV / 3kV
141	Karlovy Vary dolní nádraží	Merklín	NEL	-
142	Karlovy Vary dolní nádraží	Johanngeorgenstadt	NEL	-
144	Nová Role	Krásný Jez	NEL	-
145	Sokolov	Zwotental	NEL	-
146	Cheb	Luby u Chebu	NEL	-
147	Františkovy Lázně	Bad Brambach	NEL	-
148	Cheb	Hranice v Čechách	NEL	-
149	Karlovy Vary dolní nádraží	Mariánské Lázně	NEL	-
160	Plzeň	Žatec	NEL	-
161	Rakovník	Bečov nad Teplou	NEL	-
162	Rakovník	Mladotice	NEL	-
163	Protivec	Bochov	NEL	-
164	Kadaň	Kaštice / Kadaňský Rohozec	NEL	-
170	Praha	Cheb	EL	25 kV
171	Praha	Beroun	EL	3 kV
172	Zadní Třeboň	Lochovice	NEL	-
173	Praha	Beroun	NEL	-
174	Beroun	Rakovník	NEL	-
175	Rokycany	Nezvěstice	NEL	-
176	Chrást u Plzně	Radnice	NEL	-
177	Přiovary	Bezdržice	NEL	-
178	Svojsín	Bor	NEL	-

Pokračování na další stránce

Tabulka C.1 – pokračování z předchozí stránky

Trať				
Číslo	Od	Do	Typ*	Soustava
179	Cheb	Marktredwitz	NEL	-
180	Plzeň	Furth im Wald	NEL	-
181	Nýřany	Heřmanova Huť	NEL	-
182	Staňkov	Poběžovice	NEL	-
183	Plzeň	Alžbětín	EL	25 kV
184	Domažlice	Planá u Mariánských Lázní	NEL	-
185	Horažďovice předměstí	Domažlice	NEL	-
190	Plzeň	České Budějovice	EL	25 kV
191	Nepomuk	Blatná	NEL	-
192	Čičenice	Týn nad Vltavou	NEL	-
193	Dívčice	Netolice	NEL	-
194	České Budějovice	Černý Kříž	NEL	-
195	Rybník	Lipno nad Vltavou	EL	25 kV
196	České Budějovice	Summerau	EL	25 kV
197	Čičenice	Nové Údolí	NEL	-
198	Strakonice	Volary	NEL	-
199	České Budějovice	Gmünd NÖ	EL	25 kV
200	Zdice	Protivín	NEL / EL	část 25 kV
201	Tábor	Ražice	NEL / EL	část 25 kV
202	Tábor	Bechyně	EL	1,5 kV
203	Březnice	Strakonice	NEL	-
204	Březnice	Rožmitál pod Třemšínem	NEL	-
210	Praha	Čerčany	NEL	-
212	Čerčany	Světlá nad Sázavou	NEL	-
220	Praha	České Budějovice	EL	25 kV / 3kV
221	Praha	Benešov u Prahy	EL	3 kV
222	Benešov u Prahy	Trhový Štěpánov	NEL	-
223	Olbramovice	Sedlčany	NEL	-
224	Tábor	Horní Cerekev	NEL	-
225	Havlíčkův Brod	Veselí nad Lužnicí	EL	25 kV
226	Veselí nad Lužnicí	Gmünd NÖ	NEL	-
227	Kostelec u Jihlavy	Slavonice	NEL	-
228	Jindřichův Hradec	Obrataň	NEL	-
229	Jindřichův Hradec	Nová Bystřice	NEL	-
230	Praha	Havlíčkův Brod	EL	25 kV / 3kV
231	Praha	Kolín	EL	3 kV
232	Lysá nad Labem	Milovice	EL	4 kV
233	Čelákovice	Mochov	NEL	-
235	Kutná Hora	Zruč nad Sázavou	NEL	-
236	Čáslav	Třemošnice	NEL	-
237	Havlíčkův Brod	Humpolec	NEL	-

Pokračování na další stránce

Tabulka C.1 – pokračování z předchozí stránky

Trať				
Číslo	Od	Do	Typ*	Soustava
238	Pardubice	Havlíčkův Brod	NEL	-
240	Brno	Jihlava	NEL	-
241	Znojmo	Okříšky	NEL	-
242	Dobronín	Polná	NEL	-
243	Moravské Budějovice	Jemnice	NEL	-
244	Brno	Oslavany	NEL	-
245	Hrušovany nad Jevišovkou	Hevlín	NEL	-
246	Břeclav	Znojmo	NEL	-
247	Břeclav	Lednice	NEL	-
248	Znojmo	Retz	EL	15 kV
250	Praha	Kúty	EL	25 kV / 3kV
251	Žďár nad Sázavou	Tišnov	NEL	-
252	Křižanov	Studenec	NEL	-
253	Vranovice	Pohořelice	NEL	-
254	Šakvice	Hustopeče u Brna	NEL	-
255	Hodonín	Zaječí	NEL	-
256	Čejč	Ždánice	NEL	-
257	Kyjov	Mutěnice	NEL	-
260	Praha	Brno	EL	3kV / 25 kV
261	Svitavy	Žďárec u Skutče	NEL	-
262	Skalice nad Svitavou	Chornice	NEL	-
270	Praha	Bohumín	EL	3 kV
271	Prostějov	Chornice	NEL	-
273	Červenka	Prostějov	NEL	-
274	Litovel předměstí	Mladeč	NEL	-
275	Olomouc	Drahanovice	NEL	-
276	Suchdol nad Odrou	Budišov nad Budišovkou	NEL	-
277	Suchdol nad Odrou	Fulnek	NEL	-
278	Suchdol nad Odrou	Nový Jičín město	NEL	-
279	Studénka	Bílovec	NEL	-
280	Hranice na Moravě	Sřelná	EL	3 kV
281	Valašské Meziříčí	Rožnov pod Radhoštěm	NEL	-
282	Vsetín	Velké Karlovice	NEL	-
283	Horní Lideč	Bylnice	NEL	-
290	Olomouc	Šumperk	NEL	-
291	Zábřeh na Moravě	Šumperk	EL	3 kV
292	Šumperk	Krnov	NEL	-
293	Šumperk	Kouty nad Desnou/Sobotín	NEL	-
294	Hanušovice	Staré Město pod Sněžníkem	NEL	-
295	Lipová Lázně	Javorník ve Slezsku	NEL	-
296	Velká Kraš	Vidnava	NEL	-

Pokračování na další stránce

Tabulka C.1 – pokračování z předchozí stránky

Trať				
Číslo	Od	Do	Typ*	Soustava
297	Mikulovice	Zlaté Hory	NEL	-
298	Třemešná ve Slezsku	Osoblaha	NEL	-
300	Brno	Bohumín	NEL	-
301	Brno	Olomouc	EL	25 kV / 3kV
302	Nezamyslice	Morkovice	NEL	-
303	Kojetín	Valašské Meziříčí	NEL	-
305	Kroměříž	Zborovice	NEL	-
310	Olomouc	Opava východ	NEL	-
311	Valšov	Rýmařov	NEL	-
312	Bruntál	Malá Morávka	NEL	-
313	Milotice nad Opavou	Vrbno pod Pradědem	NEL	-
314	Opava východ	Svobodné Heřmanice	NEL	-
315	Opava východ	Hradec nad Moravicí	NEL	-
317	Opava východ	Hlučín	NEL	-
318	Kravaře ve Slezsku	Chuchelná	NEL	-
320	Bohumín	Čadca	EL	3 kV
321	Opava východ	Český Těšín	EL	3 kV
322	Český Těšín	Frydek Místek	NEL	-
323	Ostrava	Valašské Meziříčí	NEL / EL	část 3 kV
324	Frydlant nad Ostravicí	Ostravice	NEL	-
325	Studénka	Veřovice	NEL	-
326	Dětmarovice	Petrovice u Karviné	EL	3 kV
330	Přerov	Břeclav	EL	25 kV / 3kV
331	Otrokovice	Vizovice	NEL	-
332	Hodonín	Holíč nad Moravou	NEL	-
334	Kojetín	Tovačov	NEL	-
340	Brno	Uherské Hradiště	NEL	-
341	Staré Město u Uh.Hradiště	Vlárský průsmyk	NEL	-
342	Bzenec	Moravský Písek	NEL	-
343	Hodonín	Vrbovce	NEL	-
346	Újezdec u Luhačovic	Luhačovice	NEL	-
900	Horní Hanychov	Ještěd	NEL	-
901	Česká Kamenice	Kamenický Šenov (muzejní železnice)	NEL	-

zdroje: Podkladové materiály Odboru kolejových vozidel ČD a SŽDC [55]

*EL – elektrizovaná, NEL – neelektrizovaná

Příloha D

Provoz vlaků ve vybraných vozebních ramenech v JŘ 2014/2015

Tabulka D.1: Přehled osobních vlaků na tratích 130 a 140 v relaci Most – Karlovy Vary – Cheb v JŘ 2014/2015

Osobní vlaky na tratích 130 a 140 (Most – Karlovy Vary – Cheb)											
Vlak		Stanice		Čas (na el. trati)			Vozidla				
Druh	Číslo	Výchozí	Cílová	Výchozí	Cílový	Provoz	Typ	Vozidlo 1	Počet vozidel 1	Vozidlo 2	Počet vozidel 2
Os	7000	Chomutov	Cheb	5:08	7:22	2:14	el. lok. 362 + vozy (A149 + Bbdgmee236 + 4 B249)				
Os	7001	Cheb	Most	5:17	7:49	2:32	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7002	Ústí nad Labem hl.n.	Cheb	4:58	8:25	3:27	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7004	Most	Cheb	16:08	18:39	2:31	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7006	Most	Cheb	18:08	20:45	2:37	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7007	Mariánské Lázně	Most	10:40	13:49	3:09	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7008	Chomutov	Cheb	18:56	21:04	2:08	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7009	Cheb	Most	13:21	15:49	2:28	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7010	Klášterec n. Ohří	Cheb	14:17	16:16	1:59	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7011	Cheb	Chomutov	15:44	17:50	2:06	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7013	Cheb	Most	17:20	19:49	2:29	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7020	Karlovy Vary	Cheb	4:18	5:13	0:55	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7021	Cheb	Karlovy Vary	4:25	5:20	0:55	el. lok. 362 + 3 vozy Bdmtee275/281				
Os	7022	Karlovy Vary	Cheb	5:30	6:25	0:55	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7023	Cheb	Karlovy Vary	6:56	8:14	1:18	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7024	Karlovy Vary	Cheb	14:11	15:08	0:57	mot. vůz	844	1	0	0
Os*	7026	Karlovy Vary d. n.	Cheb	21:21	22:21	1:00	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os**	7028	Karlovy Vary d. n.	Cheb	22:21	23:21	1:00	mot. vůz	810	1	0	0
Os	7029	Cheb	Karlovy Vary	12:43	13:40	0:57	mot. vůz	844	2	0	0
Os	7031	Cheb	Karlovy Vary	14:35	15:30	0:55	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7035	Cheb	Karlovy Vary	20:03	21:03	1:00	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7037	Cheb	Karlovy Vary	22:48	23:46	0:58	mot. vůz	810	1	0	0
Os***	7040	Karlovy Vary d. n.	Sokolov	7:03	7:30	0:27	mot. vůz	810	1	0	0
Os	7044	Klášterec n. Ohří	Karlovy Vary	16:17	17:01	0:44	mot. vůz	844	1	0	0

Pokračování na další stránce

Tabulka D.1 – pokračování z předchozí stránky

Osobní vlaky na tratích 130 a 140 (Most – Karlovy Vary – Cheb)											
Vlak		Stanice		Čas (na el. trati)			Vozidla				
Druh	Číslo	Výchozí	Cílová	Výchozí	Cílový	Provoz	Typ	Vozidlo 1	Počet vozidel 1	Vozidlo 2	Počet vozidel 2
Os	7048	Most	Klášteřec n. Ohří	8:09	8:55	0:46	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7052	Most	Klášteřec n. Ohří	10:08	10:55	0:47	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7053	Klášteřec n. Ohří	Most	9:06	9:49	0:43	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7054	Most	Karlovy Vary	12:08	13:39	1:31	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7055	Karlovy Vary	Most	10:22	11:49	1:27	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7056	Most	Klášteřec n. Ohří	14:08	14:54	0:46	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7063	Klášteřec n. Ohří	Most	17:06	17:49	0:43	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7067	Karlovy Vary	Ústí nad Labem hl.n.	20:22	22:57	2:35	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7070	Chomutov	Karlovy Vary	3:55	5:24	1:29	mot. vůz	814-2	2	810	1
Os	7072	Klášteřec n. Ohří	Karlovy Vary	8:23	9:06	0:43	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7073	Karlovy Vary	Klášteřec n. Ohří	15:43	16:29	0:46	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7074	Klášteřec n. Ohří	Karlovy Vary	14:17	15:04	0:47	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7076	Chomutov	Karlovy Vary	21:59	23:00	1:01	mot. vůz	844	1	0	0
Os****	7079	Loket	Chomutov	22:18	0:19	2:01	mot. vůz	814-2	2	810	1
Os	7080	Chomutov	Kadaň-Pruněřov	5:00	5:11	0:11	el. jednotka	440	1	0	0
Os*****	7081	Klášteřec n. Ohří	Jirkov	4:24	4:47	0:23	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7083	Klášteřec n. Ohří	Chomutov	6:01	6:22	0:21	mot. vůz	810	1	0	0
Os	7084	Chomutov	Klášteřec n. Ohří	20:35	20:54	0:19	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7086	Chomutov	Klášteřec n. Ohří	23:31	23:49	0:18	mot. vůz	814-2	1	0	0
Os	7087	Klášteřec n. Ohří	Chomutov	18:07	18:23	0:16	mot. vůz	810	1	0	0

* spoj 7079 zajíždí mimo elektrizovanou trať (Loket – Nové Sedlo u Lokte; 22:10–22:18)

*** spoj 7028 zajíždí mimo elektrizovanou trať (Karlovy Vary dolní nádraží – Karlovy Vary; 22:16–22:21)

*** spoj 7026 zajíždí mimo elektrizovanou trať (Karlovy Vary dolní nádraží – Karlovy Vary; 21:16–21:21)

**** spoj 7040 zajíždí mimo elektrizovanou trať (Karlovy Vary dolní nádraží – Karlovy Vary; 06:58–7:03)

***** spoj 7081 zajíždí mimo elektrizovanou trať (Chomutov město – Jirkov; 04:47–04:53)

zdroje: SŽDC [6] a ŽelPage [7]

Osobní vlaky na trati 250 v relaci Havlíčkův Brod – Žďár nad Sázavou									
Vlak		Stanice		Čas (na el. trati)			Vozidla		
Druh	Číslo	Výchozí	Cílová	Výchozí	Cílový	Provoz	Typ	Vozidlo	Počet vozidel
Os	8740	Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	4:09	4:44	0:35	mot. vůz	841	1
Os	8741	Havlíčkův Brod	Žďár nad Sázavou	4:50	5:25	0:35	mot. vůz	841	1
Os	8742	Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	5:50	6:26	0:36	mot. vůz	841	1
Os	8743	Havlíčkův Brod	Žďár nad Sázavou	5:51	6:26	0:35	mot. vůz	841	1
Os	8745	Havlíčkův Brod	Žďár nad Sázavou	6:49	7:25	0:36	mot. vůz	841	1
Os	8746	Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	6:45	7:21	0:36	mot. vůz	841	1
Os	8748	Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	7:44	8:20	0:36	mot. vůz	841	1
Os	8749	Havlíčkův Brod	Žďár nad Sázavou	9:45	10:20	0:35	mot. vůz	841	1
Os	8751	Havlíčkův Brod	Žďár nad Sázavou	11:40	12:16	0:36	mot. vůz	841	1
Os	8753	Havlíčkův Brod	Žďár nad Sázavou	12:57	13:32	0:35	mot. vůz	841	2
Os	8754	Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	10:40	11:16	0:36	mot. vůz	841	1
Os	8755	Havlíčkův Brod	Žďár nad Sázavou	14:25	15:01	0:36	mot. vůz	841	1
Os	8756	Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	12:32	13:08	0:36	mot. vůz	841	1
Os	8759	Havlíčkův Brod	Havlíčkův Brod	15:25	16:01	0:36	mot. vůz	841	1
Os	8762	Žďár nad Sázavou	Žďár nad Sázavou	14:32	15:08	0:36	mot. vůz	841	2
Os*	8763	Havlíčkův Brod	Nové Město na Moravě	16:49	17:39	0:50	mot. vůz	841	1
Os**	8765	Havlíčkův Brod	Nové Město na Moravě	19:04	19:46	0:42	mot. vůz	841	1
Os	8766	Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	16:35	17:09	0:34	mot. vůz	841	1
Os***	8767	Havlíčkův Brod	Velké Meziříčí	22:08	23:15	1:07	mot. vůz	810	1
Os	8770	Nové Město	Havlíčkův Brod	20:04	21:01	0:57	mot. vůz	841	1
Os	8772	Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	22:38	23:11	0:33	mot. vůz	841	1

* spoj 8763 zajíždí mimo elektrizovanou trať (Žďár nad Sázavou – Nové Město na Moravě; 17:39–17:59)

** spoj 8765 zajíždí mimo elektrizovanou trať (Žďár nad Sázavou – Nové Město na Moravě; 19:46–19:59)

*** spoj 8767 zajíždí mimo elektrizovanou trať (Křižanov – Velké Meziříčí; 23:15–23:26)

zdroje: SŽDC [6] a ŽelPage [7]

Tabulka D.2: Přehled osobních vlaků na trati 250 na relaci Havlíčkův Brod – Žďár nad Sázavou v JŘ 2014/2015

Osobní vlaky na trati 270 (Česká Třebová – Rudoltice v Čechách – Zábřeh na Moravě)									
Vlak		Stanice		Čas (na el. trati)			Vozidla		
Druh	Číslo	Výchozí	Cílová	Výchozí	Cílový	Provoz	Typ	Vozidlo	Počet vozidel
Os	3770	Zábřeh na Moravě	Rudoltice v Čechách	4:47	5:09	0:22	mot. vůz	841	1
Os	3771	Rudoltice v Čechách	Zábřeh na Moravě	5:17	5:40	0:23	mot. vůz	841	1
Os	3772	Zábřeh na Moravě	Rudoltice v Čechách	5:52	6:14	0:22	mot. vůz	841	1
Os	3773	Rudoltice v Čechách	Zábřeh na Moravě	6:22	6:45	0:23	mot. vůz	841	1
Os	3774	Zábřeh na Moravě	Česká Třebová	6:52	7:36	0:44	mot. vůz	841	2
Os	3775	Česká Třebová	Zábřeh na Moravě	8:25	8:59	0:34	mot. vůz	841	1
Os	3776	Zábřeh na Moravě	Česká Třebová	9:28	10:05	0:37	mot. vůz	841	1
Os	3777	Česká Třebová	Zábřeh na Moravě	10:25	11:04	0:39	mot. vůz	841	1
Os	3778	Zábřeh na Moravě	Česká Třebová	11:28	12:05	0:37	mot. vůz	841	1
Os	3779	Česká Třebová	Zábřeh na Moravě	12:25	13:04	0:39	mot. vůz	841	1
Os	3780	Zábřeh na Moravě	Česká Třebová	13:28	14:05	0:37	mot. vůz	841	1
Os	3781	Česká Třebová	Zábřeh na Moravě	14:25	14:59	0:34	el. lok. 163 + vozy	Bdmtee275/281	3
Os	3782	Zábřeh na Moravě	Česká Třebová	15:28	16:05	0:37	el. lok. 163 + vozy	Bdmtee275/281	3
Os	3783	Česká Třebová	Zábřeh na Moravě	16:25	16:59	0:34	mot. vůz	841	1
Os	3784	Zábřeh na Moravě	Česká Třebová	17:28	18:05	0:37	mot. vůz	841	1
Os	3785	Česká Třebová	Zábřeh na Moravě	18:22	19:02	0:40	el. lok. 163 + vozy	Bdmtee275/281	2
Os	3786	Zábřeh na Moravě	Česká Třebová	19:28	20:05	0:37	el. lok. 163 + vozy	Bdmtee275/281	2
Os	3787	Česká Třebová	Zábřeh na Moravě	20:25	20:59	0:34	mot. vůz	841	1

zdroje: SŽDC [6] a ŽelPage [7]

Tabulka D.3: Přehled osobních vlaků na trati 270 na relaci Česká Třebová – Rudoltice v Čechách – Zábřeh na Moravě v JŘ 2014/2015

Osobní vlaky na trati 170 (Mariánské lázně – Cheb)											
Vlak		Stanice		Čas (na el. trati)			Vozidla				
Druh	Číslo	Výchozí	Cílová	Výchozí	Cílový	Provoz	Typ	Vozidlo 1	Počet vozidel 1	Vozidlo 2	Počet vozidel 2
Os	7331	Svojšín	Plzeň hl.n.	4:26	5:40	1:14	el. lok. 242 + vozy	BDs450	1	Bdt279	2
Os	7332	Plzeň hl.n.	Svojšín	22:56	23:42	0:46	el. lok. 242 + vozy	BDs450	1	Bdt279	2
Os	7341	Mariánské Lázně	Kláštepec n. Ohří	4:54	7:30	2:36	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7343*	Mariánské Lázně	Karlovy Vary d. n.	5:54	7:29	1:35	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7354**	Karlovy Vary d. n.	Planá u M. L.	12:01	14:00	1:59	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7356	Karlovy Vary	Mariánské Lázně	13:08	14:45	1:37	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7370	Mariánské Lázně	Cheb	6:50	7:20	0:30	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7371	Cheb	Mariánské Lázně	5:48	6:19	0:31	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7373	Cheb	Mariánské Lázně	6:46	7:19	0:33	mot. vůz	844	2	0	0
Os	7375	Cheb	Mariánské Lázně	9:59	10:30	0:31	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7377	Cheb	Mariánské Lázně	11:49	12:20	0:31	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7378	Mariánské Lázně	Cheb	12:59	13:29	0:30	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7379	Cheb	Mariánské Lázně	18:08	18:39	0:31	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7380	Planá u M. L.	Cheb	14:05	15:00	0:55	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7381	Cheb	Planá u M. L.	20:03	20:46	0:43	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7382	Mariánské Lázně	Cheb	15:24	15:54	0:30	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7383	Cheb	Mariánské Lázně	22:48	23:19	0:31	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7384	Mariánské Lázně	Cheb	18:40	19:10	0:30	el. lok. 242 + vozy	BDs450	1	Bdt279	2
Os	7386	Mariánské Lázně	Cheb	20:07	20:38	0:31	mot. vůz	844	1	0	0
Os	7388	Planá u M. L.	Mariánské Lázně	21:02	21:13	0:11	mot. vůz	844	1	0	0

* spoj 7343 zajíždí mimo elektrizovanou trať (Karlovy Vary – Karlovy Vary d. n.; 07:29–07:34)

** spoj 7354 zajíždí mimo elektrizovanou trať (Karlovy Vary d. n. – Karlovy Vary; 11:56–12:01)

zdroje: SŽDC [6] a ŽelPage [7]

Tabulka D.4: Přehled osobních vlaků na trati 170 v relaci Mariánské lázně – Cheb v JŘ 2014/2015

OSOBNÍ VLAKY NA TRATÍCH 170 a 190 (Kozolupy – Plzeň hl.n. – Blovice)									
Vlak		Stanice		Čas (na el. trati)			Vozidla		
Druh	Číslo	Výchozí	Cílová	Výchozí	Cílový	Provoz	Typ	Vozidlo	Počet vozidel
Os	7270	Blovice	Kozolupy	5:03	5:50	0:47	mot. vůz	844	1
Os	7271	Plzeň hl.n.	Blovice	4:28	4:57	0:29	mot. vůz	844	1
Os	7272	Plzeň hl.n.	Kozolupy	7:41	7:56	0:15	mot. vůz	814-2	1
Os	7273	Kozolupy	Plzeň hl.n.	6:29	6:45	0:16	mot. vůz	844	1
Os	7274	Blovice	Kozolupy	9:03	9:50	0:47	mot. vůz	814-2	1
Os	7275	Kozolupy	Blovice	8:09	8:57	0:48	mot. vůz	814-2	1
Os	7276	Blovice	Kozolupy	11:03	11:50	0:47	mot. vůz	814-2	1
Os	7277	Kozolupy	Blovice	10:09	10:57	0:48	mot. vůz	814-2	1
Os	7278	Blovice	Kozolupy	13:03	13:50	0:47	mot. vůz	814-2	1
Os	7279	Kozolupy	Blovice	12:09	12:57	0:48	mot. vůz	814-2	1
Os	7280	Blovice	Kozolupy	15:03	15:50	0:47	mot. vůz	814-2	1
Os	7281	Kozolupy	Blovice	14:09	14:57	0:48	mot. vůz	814-2	1
Os	7282	Blovice	Kozolupy	17:03	17:50	0:47	mot. vůz	814-2	1
Os	7283	Kozolupy	Blovice	16:09	16:57	0:48	mot. vůz	814-2	1
Os	7284	Blovice	Kozolupy	19:03	19:50	0:47	mot. vůz	814-2	1
Os	7285	Kozolupy	Blovice	18:09	18:57	0:48	mot. vůz	814-2	1
Os	7287	Kozolupy	Plzeň hl.n.	20:39	20:55	0:16	mot. vůz	814-2	1

zdroje: SŽDC [6] a ŽelPage [7]

Tabulka D.5: Přehled osobních vlaků na tratích 170 a 190 v relaci Kozolupy – Plzeň hl.n. – Blovice v JŘ 2014/2015

Příloha E

Přehledy technických a ekonomických dat

Brždění						
Název	Brzdicí váhy		Hmotnost	Brzdicí procenta		
	P	R	(obsazená)	P	R	
	t	t	t	-	-	
Vozidla	814	27	-	26	104	-
	014	21	-	22	95	-
	914	21	-	26	81	-
	844	103	147	96	107	153
	650	-	186	118	-	158
	242	52	-	84	62	-
	Bdtee276	43	61	43	100	142
	BDsee454	41	59	43	95	137
	242*	52	-	84	62	-
	Bdmtee265	41	59	46	89	128
	Bfhpvee295	55	73	47	117	155
Souprava	814-3	69	-	74	93	-
	844	103	147	96	107	153
	650	-	186	118	-	158
	242+BDsee454+Bdtee276	136	0	170	80	-
	242+Bdtee276+Bdtee276	138	0	170	81	-
	242*+Bdmtee265+Bfhpvee295	148	0	177	84	-

zdroje: Podkladové materiály VÚŽ a výpočet autora

Tabulka E.1: Brzdicí váhy a skutečná brzdicí procenta vybraných vozidel

Souhrnný náklad na 1 oběh (varianty počtu oběhů, 1.–10. rok)								
Varianty počtu oběhů		Souprava						Jednotka
		814-3	844	650	242 I	242 II	242 III	
1825 oběhů (5 oběhů / den)	Energie (k)	7 026,00	8 448,94	6 825,47	5 962,77	5 969,00	8 730,52	Kč
	Energie (p)			6 011,18	4 706,64	4 706,64	7 406,34	Kč
3650 oběhů (10 oběhů / den)	Energie (k)	6 427,78	7 815,06	5 718,32	5 563,87	5 570,09	7 701,94	Kč
	Energie (p)			4 904,03	4 307,73	4 307,73	6 377,76	Kč
1460 oběhů (4 oběhy / den)	Energie (k)	7 325,11	8 765,88	7 379,04	6 162,22	6 168,45	9 244,80	Kč
	Energie (p)			6 564,75	4 906,09	4 906,09	7 920,62	Kč
1095 oběhů (3 oběhy / den)	Energie (k)	7 823,63	9 294,11	8 301,66	6 494,64	6 500,87	10 101,95	Kč
	Energie (p)			7 487,37	5 238,51	5 238,51	8 777,77	Kč

Legenda:

242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Energie (p) = Náklady účtované nepřímo za odběr paušálně

Energie (k) = Náklady účtované přímo za odběr komodity

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka E.2: Souhrnný náklad na 1 oběh (1.–10. rok)

Vývoj ceny 1 kWh (nominální ceny)									
Rok	Komodita	Motorová nafta	Motorová nafta	Elektrická energie	Motorová nafta/ el. energie	Motorová nafta	Motorová nafta	Elektrická energie	Motorová nafta/ el. energie
	Segment	Retail	Retail	Wholesale	-	Retail	Retail	Wholesale	-
	Stát	GER	GER	GER	GER	CZE	CZE	CZE	CZE
	Jednotka	USD / l	USD / kWh	USD / kWh	-	Kč / l	Kč / kWh	Kč / kWh	-
1995		0,68	0,20	0,100	203,70 %	15,65	4,70	1,652	284,20 %
1996		0,70	0,21	0,086	245,58 %	16,66	5,00	1,651	302,73 %
1997		0,62	0,19	0,072	258,75 %	18,76	5,63	1,661	338,83 %
1998		0,56	0,17	0,067	250,30 %	18,03	5,41	1,924	281,13 %
1999		0,68	0,20	0,057	357,37 %	18,99	5,70	1,933	294,72 %
2000		0,74	0,22	0,041	540,00 %	24,75	7,43	1,848	401,79 %
2001		0,74	0,22	0,044	501,82 %	24,07	7,22	1,620	445,74 %
2002		0,79	0,24	0,049	484,90 %	21,73	6,52	1,610	404,91 %
2003		1,00	0,30	0,065	462,00 %	21,89	6,57	1,580	415,63 %
2004		1,16	0,35	0,077	453,51 %	24,92	7,48	1,700	439,76 %
2005		1,32	0,40	0,084	472,50 %	27,87	8,36	1,930	433,21 %
2006		1,40	0,42	0,094	446,81 %	28,97	8,69	2,120	409,95 %
2007		1,60	0,48	0,109	441,03 %	28,67	8,60	2,340	367,56 %
2008		1,95	0,58	0,129	453,21 %	31,74	9,52	2,556	372,60 %
2009		1,51	0,45	0,140	325,47 %	26,10	7,83	2,784	281,20 %
2010		1,62	0,49	0,136	358,69 %	30,57	9,17	2,717	337,53 %
2011		1,98	0,59	0,157	377,99 %	34,25	10,28	2,795	367,57 %
2012		1,92	0,57	0,149	386,32 %	36,46	10,94	2,802	390,33 %
2013		1,90	0,57	0,169	336,11 %	36,11	10,83	2,883	375,75 %
2014		1,63	0,49	0,179	273,69 %	36,31	10,89	2,522	431,98 %
Konverzní měrná spotřeba motorové nafty								0,3	1 / kWh

zdroje: vlastní výpočet autora a statistiky OECD, IEA a ERÚ [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75] a [76]

Tabulka E.3: Vývoj cen 1 kWh v Německu a České republice mezi lety 1995 a 2014 (nominální ceny)

Indexy cen průmyslových výrobců			
Rok	Bazický index cen		
	Stát	GER	CZE
	Základ	1995=100	1995=100
Roční průměry			
1995		100,00	100,000
1996		104,83	98,768
1997		109,96	99,877
1998		115,37	99,507
1999		117,28	98,522
2000		122,84	101,601
2001		126,21	104,680
2002		125,33	104,187
2003		124,74	106,034
2004		131,63	107,759
2005		135,58	112,438
2006		137,63	118,596
2007		143,19	120,197
2008		149,49	126,724
2009		144,66	121,552
2010		146,41	123,153
2011		154,47	129,557
2012		157,54	131,773
2013		158,71	131,773
2014		157,39	130,419

zdroj: statistiky OECD [68]

Tabulka E.4: Indexy cen průmyslových výrobců v Německu a České republice mezi lety 1995 a 2014

Příloha F

Srovnání provozních nákladů různých typů vozidel

Porovnání 650 vs. ostatní (evropské dotace 40 % ceny vozidel)									
Název		650	844	814-3	242 I	242 II	242 III	Jednotka	
Provoz 1 oběh	Náklad	Energie (k)	4 611,18	7 181,17	5 829,56	5 164,96	5 171,19	6 673,37	Kč
		Energie (p)	3 796,89			3 908,83	3 908,83	5 349,19	Kč
	Rozdíl od 650	Energie (k)	-	-2 570,00	-1 218,38	-553,79	-560,01	-2 062,19	Kč
		Energie (p)	-	-3 384,29	-2 032,67	-111,94	-111,94	-1 552,30	Kč
Nákup vozidel (evropské dotace 40 % ceny vozidla)		Cena	72 739 441,15	41 646 000,00	26 202 000,00	8 736 000,00	8 736 000,00	36 453 758,59	Kč
		Rozdíl	-	31 093 441,15	46 537 441,15	64 003 441,15	64 003 441,15	36 285 682,56	Kč
Výsledný počet oběhů	Bod zvratu	Energie (k)	-	12 098,62	38 196,01	115 574,50	114 289,08	17 595,68	oběh
		Energie (p)	-	9 187,59	22 894,71	571 768,70	571 768,70	23 375,42	oběh
Počet oběhů za rok	1825 oběhů (5 oběhů / den)	Energie (k)	-	6,63	20,93	63,33	62,62	9,64	rok
		Energie (p)	-	5,03	12,55	313,30	313,30	12,81	rok
	3650 oběhů (10 oběhů / den)	Energie (k)	-	3,31	10,46	31,66	31,31	4,82	rok
		Energie (p)	-	2,52	6,27	156,65	156,65	6,40	rok
	1460 oběhů (4 oběhy / den)	Energie (k)	-	8,29	26,16	79,16	78,28	12,05	rok
		Energie (p)	-	6,29	15,68	391,62	391,62	16,01	rok
	1095 oběhů (3 oběhy / den)	Energie (k)	-	11,05	34,88	105,55	104,37	16,07	rok
		Energie (p)	-	8,39	20,91	522,16	522,16	21,35	rok

Legenda:

242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Energie (p) = Náklady účtované nepřímo za odběr paušálně

Energie (k) = Náklady účtované přímo za odběr komodity

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka F.1: Analýza bodu zvratu jednotky 650 s dalšími soupravami (využití evropských dotací – 40 %)

Porovnání 242 III vs. 814-3					
Název			242 III	814-3	Jednotka
Provoz 1 oběh	Náklad	Energie (k)	6 673,37	5 829,56	Kč
		Energie (p)	5 349,19		Kč
	Rozdíl od 650	Energie (k)	-	843,81	Kč
		Energie (p)	-	-480,37	Kč
Nákup vozidel		Cena	60 756 264,32	43 670 000,00	Kč
		Rozdíl	-	17 086 264,32	Kč
Výsledný počet oběhů	Bod zvratu	Energie (p)	-	35 568,84	oběh
Počet oběhů za rok	1825 (5 oběhů / den)	Energie (p)	-	19,49	rok
	3650 (10 oběhů / den)	Energie (p)	-	9,74	rok
	1460 (4 oběhy / den)	Energie (p)	-	24,36	rok
	1095 (3 oběhy / den)	Energie (p)	-	32,48	rok

Legenda:

242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Energie (p) = Náklady účtované nepřímo za odběr paušálně

Energie (k) = Náklady účtované přímo za odběr komodity

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka F.2: Analýza bodu zvratu soupravy 242 III s jednotkou 814-3

Porovnání 242 III vs. 814-3 (evropské dotace 40 % ceny vozidla)					
Název			242 III	814-3	Jednotka
Provoz 1 oběh	Náklad	Energie (k)	6 673,37	5 829,56	Kč
		Energie (p)	5 349,19		Kč
	Rozdíl od 650	Energie (k)	-	843,81	Kč
		Energie (p)	-	-480,37	Kč
Nákup vozidel (evropská dotace 40 % ceny vozidla)		Cena	36 453 758,59	26 202 000,00	Kč
		Rozdíl	-	10 251 758,59	Kč
Výsledný počet oběhů	Bod zvratu	Energie (p)	-	21 341,30	oběh
Počet oběhů za rok	1825 (5 oběhů / den)	Energie (p)	-	11,69	rok
	3650 (10 oběhů / den)	Energie (p)	-	5,85	rok
	1460 (4 oběhy / den)	Energie (p)	-	14,62	rok
	1095 (3 oběhy / den)	Energie (p)	-	19,49	rok

Legenda:

242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Energie (p) = Náklady účtované nepřímo za odběr paušálně

Energie (k) = Náklady účtované přímo za odběr komodity

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka F.3: Analýza bodu zvratu 242 III s jednotkou 814-3 (využití evropských dotací – 40 %)

242 III vs. 814-3 (evropské dotace 85 % ceny vozidla)					
Název			242 III	814-3	Jednotka
Provoz 1 oběh	Náklad	Energie (k)	6 673,37	5 829,56	Kč
		Energie (p)	5 349,19		Kč
	Rozdíl od 650	Energie (k)	-	843,81	Kč
		Energie (p)	-	-480,37	Kč
Nákup vozidla (evropská dotace 80 % ceny vozidla)		Pořizovací cena	9 113 439,65	6 550 500,00	Kč
		Rozdíl	-	2 562 939,65	Kč
Výsledný počet oběhů	bod zvratu	Energie (p)	-	5 335,33	oběh
Počet oběhů za rok	1825 (5 oběhů / den)	Energie (p)	-	2,92	rok
	3650 (10 oběhů / den)	Energie (p)	-	1,46	rok
	1460 (4 oběhy / den)	Energie (p)	-	3,65	rok
	1095 (3 oběhy / den)	Energie (p)	-	4,87	rok

Legenda:

242 I = 242+BDsee454+Bdtee276; 242 II = 242+Bdtee276+Bdtee276; 242 III = 242*+Bdmtee265+Bfhpvee295

Energie (p) = Náklady účtované nepřímo za odběr paušálně

Energie (k) = Náklady účtované přímo za odběr komodity

Zdroj: vlastní výpočty autora

Tabulka F.4: Analýza bodu zvratu 242 III s jednotkou 814-3 (využití evropských dotací – 85 %)