

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2023

Bc. Jan Škubal

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Provoz železničních vozidel s alternativním zdrojem pohonu

Bc. Jan Škubal

Diplomová práce

2023

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Škubal**  
Osobní číslo: **D20624**  
Studijní program: **N1041A040008 Technologie a management v dopravě**  
Specializace: **Technologie a řízení dopravy**  
Téma práce: **Provoz železničních vozidel s alternativním zdrojem pohonu**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

## Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza infrastruktury a vozidel
2. Návrh provozu na vybrané trati
3. Zhodnocení návrhu

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **50-60**  
Rozsah grafických prací: **5-6**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

POHL, Jiří. Bezemisní železniční vozidla a infrastruktura pro jejich provoz. *Vědeckotechnický sborník Správy železnic*. 2022(7).

MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY. *Dopravní politika České republiky pro období 2021 – 2027 s úhledem do roku 2050*. 2021.

ČSN EN 16258. *Metodika pro výpočet a deklaraci spotřeby energie a emisí skleníkových plynů v přepravních službách (přeprava zboží a osob)*. 05/2013.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jaroslav Matuška, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **2. února 2022**  
Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

---

**doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**  
vedoucí katedry

Prohlašuji:

Práci s názvem Provoz železničních vozidel s alternativním zdrojem pohonu jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 18. 8. 2023

Jan Škubal v. r.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Za odborné vedení, podnětné připomínky a mimořádnou pomoc bych tímto rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Jaroslavu Matuškoví, Ph.D. Dále bych rád poděkoval společnosti Leo Express Tenders s.r.o. za ochotnou spolupráci.

## **ANOTACE**

Tématem diplomové práce je nasazení železniční vozidel s alternativním pohonem v tuzemské regionální dopravě. Práce začíná analýzou železniční infrastruktury a současného trhu vozidel s alternativním zdrojem pohonu. V praktické části je vypracován konkrétní návrh nasazení vybraného typu vozidla na zvolené trati. V poslední části jsou shrnuty dopady návrhu z pohledu zúčastněných stran (provozovatel dráhy, provozovatel železniční dopravy, objednatel dopravy, cestující) a redukce emisí.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Železnice, veřejná doprava, hybridní pohon, akumulátor, vodík, železniční infrastruktura, trať 024, trať 083

## **TITLE**

The operation of railway vehicles with an alternative source of propulsion

## **ANNOTATION**

The topic of the diploma thesis is the deployment of railway vehicles with alternative propulsion in Czech regional transport. The work begins with the analysis of the railway infrastructure and the current market of vehicles with an alternative source of propulsion. In the next part, a specific proposal for deploying the selected type of vehicles on a selected track is suggested. The last part summarizes the impacts of the proposal from the point of view of the interested parties (infrastructure manager, rail transport operator, contracting authority, passengers) and reduction of emissions.

## **KEYWORDS**

Railways, Public transport, hybrid drive, accumulator, hydrogen, railway infrastructure, track no. 024, track no. 083

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	8
SEZNAM TABULEK .....	9
SEZNAM ZKRATEK .....	10
ÚVOD.....	11
1. ANALÝZA INFRASTRUKTURY A VOZIDEL.....	12
1.1 Základní charakteristika uvažovaných alternativních zdrojů pohonu .....	12
1.2 Analýza infrastruktury .....	14
1.3 Analýza vozidel.....	25
1.4 Analýza tratí 024 a 083.....	27
1.5 Shrnutí analýzy.....	30
2. NÁVRH PROVOZU NA VYBRANÉ TRATI.....	31
2.1 Návrh nasazení akutrolejových vozidel na trať Ústí nad Orlicí – Lichkov – Mlýnický Dvůr/Hanušovice.....	31
2.2 Návrh nasazení vodíkových vozidel na trať Děčín – Bad Schandau – Dolní Poustevna – Rumburk .....	41
3. ZHODNOCENÍ NÁVRHU .....	48
3.1. Dopady zavedení provozu vozidel s alternativním zdrojem pohonu na zúčastněné subjekty.....	48
3.2. Přehled nárůstu výkonů dle navržených jízdních řádů.....	49
3.3. Dopady zavedení provozu vozidel s alternativním zdrojem pohonu na snížení produkce emisí .....	51
ZÁVĚR.....	55
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	56
SEZNAM PŘÍLOH .....	61
PŘÍLOHY .....	62



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 BEMU jednotka Mireo Plus B od výrobce Siemens .....	13
Obrázek 2 Základní komponenty HMU jednotky Coradia iLint od výrobce Alstom.....	13
Obrázek 3 Poměr elektrifikace tratí potenciálně vhodných k nasazení jednotek BEMU .....	18
Obrázek 4 Výběr tratí pro regionální vodíkové vlaky na českých železnicích provedený VÚŽ.....	24
Obrázek 5 Jednotka ř. 846 ve stanici Ústí nad Orlicí.....	28
Obrázek 6 Souprava jednotek řady 642 (Desiro Classic) ve stanici Děčín hl. n.....	29
Obrázek 7 Vedení trati 024 Ústí nad Orlicí – Dolní Lipka – Štítý/Hanušovice.....	31
Obrázek 8 Přestup mezi motorovým vozem řady 810 a osobním vlakem vedeným elektrickou lokomotivou řady 162 ve stanici Lichkov, stav v roce 2019 .....	32
Obrázek 9 Denní proběh vozidel BEMU na trati 024 v pracovní dny – školní rok.....	38
Obrázek 10 Denní proběh vozidel BEMU na trati 024 v pracovní dny – prázdniny .....	38
Obrázek 11 Denní proběh vozidel BEMU na trati 024 o víkendech .....	39
Obrázek 12 083 Vedení trati 083 Děčín – Bad Schandau - Rumburk .....	41
Obrázek 13 Hodnoty emisí u spoje Ústí nad Orlicí – Mlýnický Dvůr.....	52
Obrázek 14 Hodnoty emisí u spoje z Děčína hl. n. do Rumburku.....	53
Obrázek 15 Hodnoty emisí u spoje z Rumburku do Děčína hl. n. ....	54

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Tratě s elektrifikací 10–99 % dle délky neelektrifikovaného úseku, stejnosměrná trakční soustava .....	16
Tabulka 2 Tratě s elektrifikací 10–99 % dle délky neelektrifikovaného úseku, střídavá trakční soustava .....	17
Tabulka 3 Charakter částečně elektrifikovaných tratí s posouzením vhodnosti nasazení akutrolejových vozidel .....	19
Tabulka 4 Přehled technických údajů vybraných vozidel s alternativním zdrojem pohonu.....	26
Tabulka 5 Návrh jízdního řádu po nasazení jednotek BEMU na trati 024 .....	35
Tabulka 6 Rozpis jednotlivých oběhů BEMU s výpočtem ujetých vzdáleností .....	37
Tabulka 7 Návrh ranního období provozu po odstranění oběhu zajišťovaném elektrickou jednotkou ř. 480.....	40
Tabulka 8 Návrh jízdního řádu jednotek HMU na trati 083 .....	44
Tabulka 9 Rozpis jednotlivých oběhů HMU s výpočtem ujetých vzdáleností .....	45
Tabulka 10 Porovnání hodnot elektrifikace v současném a uvažovaném stavu .....	47
Tabulka 11 Denní a roční nárůst kilometrů na trati 024 v navrženém jízdním řádu.....	50
Tabulka 12 Porovnání stávajícího a navrženého stavu na trati 024 z hlediska nárůstu vlkm ....	50
Tabulka 13 Denní a roční nárůst kilometrů na trati 083 v navrženém jízdním řádu.....	50
Tabulka 14 Porovnání stávajícího a navrženého stavu na trati 083 z hlediska nárůstu vlkm ....	51
Tabulka 15 Roční množství emisí při provozu diesellových jednotek na trati 024 .....	52
Tabulka 16 Roční množství emisí při provozu diesellových jednotek na trati 083 .....	53

## SEZNAM ZKRATEK

BEMU	battery electric multiple unit (bateriová elektrická jednotka)
DÚK	Doprava Ústeckého kraje
EU	Evropská unie
GVD	grafikon vlakové dopravy
HMU	hydrogen multiple unit (vodíková jednotka)
KJŘ	knižní jízdní řád
LET	Leo Express Tenders s.r.o.
SRN	Spolková republika Německo
TŽK	tranzitní železniční koridor
ÚJV	Ústav jaderného výzkumu
VŠCHT	Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
VÚŽ	Výzkumný Ústav Železniční
VVO	Verkehrsverbund Oberelbe

## ÚVOD

V posledních letech se v Evropě nejen v oblasti dopravy čím dál častěji diskutuje o nutnosti přechodu od fosilních paliv k obnovitelným zdrojům energie. Hlavními impulsy ke změně jsou klimatické změny související s produkcí zplodin z dopravy a také geopolitické změny posledních let, neboť nerostné suroviny se z velké části vyvážejí z politicky nestabilních či totalitních zemí a demokratické země mají snahu se z jejich vlivu vymanit. Důležitost tohoto aspektu se plně projevila po napadení Ukrajiny Ruskou federací v roce 2022.

V řešení problematiky ochrany klimatu nastal velký posun v roce 2019, kdy Evropská komise představila Zelenou dohodu pro Evropu (European Green deal), jejíž hlavním cílem je dosáhnout klimatické neutrality v rámci celé EU do roku 2050. Cíle Zelené dohody byly v následujících letech zakotveny Evropskou radou v evropské legislativě. Tímto krokem se staly cíle závaznými pro všechny členské státy EU.

Důležitou oblastí ve snižování produkce emisí je doprava, která je druhým největším zdrojem skleníkových plynů hned po energetice, a její emise na rozdíl od jiných oblastí neustále stoupají. Přestože železniční doprava je řazena mezi ekologicky nejšetrnější druhy dopravy, je i zde prostor ke zlepšení, neboť velkou část výkonů zajišťují motorové jednotky a lokomotivy s dieslovým pohonem. Příkladem je Česká republika, která má jednu z nejhustších železničních sítí v Evropě, ale pouze přibližně třetina tratí je elektrifikována. Přestože má stát zájem poměr elektrifikovaných tratí navýšit (praktickým důkazem jsou například v nedávné době realizované elektrifikace tratí Olomouc – Uničov – Šumperk a Brno – Střelice), zdaleka není možné elektrifikovat veškeré celostátní a regionální dráhy z důvodu enormní ekonomické a časové náročnosti. Pro méně vytížené trati, kde není elektrifikace v nejbližších desetiletích reálná, je vhodným řešením pro bezemisní provoz nasazení vozidel s alternativním zdrojem pohonu.

**Cílem diplomové práce je na základě provedené analýzy vypracovat návrh nasazení bezemisních vozidel s alternativním zdrojem pohonu do pravidelného provozu na regionálních tratích.**

# 1. ANALÝZA INFRASTRUKTURY A VOZIDEL

Analýza současné železniční infrastruktury a dostupných vozidel je základním předpokladem správného nasazení vozidel s alternativním zdrojem pohonu. První část analýzy vystihuje základní charakteristiku vybraných alternativních zdrojů pohonu a rozdíly mezi nimi. Druhá část analýzy se věnuje infrastruktuře z pohledu současných a budoucích možností nasazení vozidel s alternativním zdrojem pohonu, třetí část analýzy představuje současně vyvíjené a dostupné bezemisní jednotky.

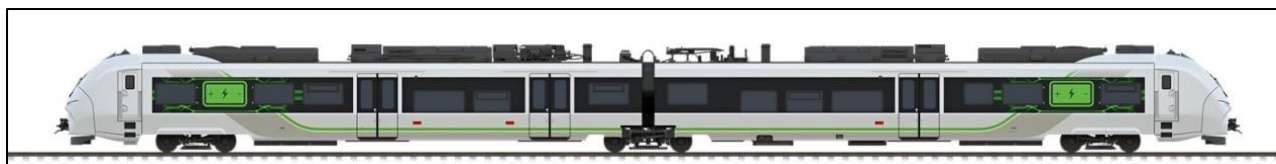
## 1.1 Základní charakteristika uvažovaných alternativních zdrojů pohonu

Pro výběr vhodného vozidla na vhodnou relaci je nezbytné se nejprve seznámit se základní charakteristikou alternativních zdrojů pohonů a rozdílech mezi nimi. Jak již bylo popsáno v úvodu práce, v ČR existuje mnoho železničních tratí, kde nelze v dohledné době uvažovat o liniové elektrifikaci z důvodu nerentability, přesto bude nutné v regionální dopravě přistoupit k nasazení bezemisních vozidel v souladu se závazky k ochraně klimatu. (1) (2) Mezi bezemisní alternativní pohony železničních vozidel, které mají v současné době největší šanci na úspěch a zavedení v reálném provozu na tuzemských tratích, lze řadit akutrolejovou a vodíkovou technologii. V obou případech se jedná o vozidla s hybridním pohonem. Podstatu hybridních pohonů lze obecně definovat tak, že „Hybridním pohonem je nazýván takový pohon, který využívá kombinace několika různých zdrojů energie, pro pohon jednoho dopravního prostředku.“ (3) V tomto konkrétním případě se jedná o kombinace zdrojů „elektrická energie z liniového trakčního vedení + elektrická energie z akumulátoru“ a „energie uvolněná reakcí vodíku z palivových článků + elektrická energie z vyrovnávacího akumulátoru“.

**Akutrolejové jednotky BEMU** (zkratka z anglického battery electric multiple unit) využívají v elektrifikované části trasy pro svůj pohon, stejně jako konvenční elektrické jednotky, elektrickou energii získávanou z trakčního vedení, kdy odběr proudu probíhá pomocí pantografu. Zároveň však během jízdy (a v menší míře při stání) pod trolejí dochází k dobíjení trakčních baterií, které jsou zdrojem energie při jízdě v úseku mimo trolejové vedení. Významným prvkem pro zvýšení dojezdu v úseku mimo trolejové vedení je rekuperace elektrické energie při jízdě v klesání a při brždění do zastávek, kdy je vzniklá energie ukládána zpět do trakčních baterií. Při jízdě pod trakčním vedením je energie vzniklá rekuperací ukládána do trakčních baterií, v případě jejich plného dobití je vracena do trakční sítě stejně jako k tomu dochází u konvenčních elektrických jednotek. (4) Maximální dojezd v úseku mimo trolejové vedení činí 80 – 120 km podle typu vozidla, stáří a stavu trakčních baterií, zvoleného stylu jízdy a charakteru trati. (5) V případech, kdy neelektrifikovaná část trati (včetně koncové stanice) přesahuje polovinu maximálního garantovaného dojezdu, je vhodným řešením

vybudování krátkého elektrifikovaného místa v koncové stanici určené k dobití akumulátoru před dalším výjezdem na trasu.

Jednotky BEMU lze v regionální dopravě uplatnit k náhradě diesellových vozidel na linkách osobní dopravy, které vedou po částečně elektrifikovaných tratích. Dalším uplatněním je využití jednotek BEMU k vytvoření nových přímých spojení, která nebyla realizována z důvodu chybějící elektrizace části trasy. V první případě dochází k náhradě diesellového vozidla, ve druhém případě k nasazení diesellového a zpravidla také elektrického vozidla.



Obrázek 1 BEMU jednotka Mireo Plus B od výrobce Siemens

Zdroj: (7), úprava autor

Druhým typem vozidel jsou **vodíkové jednotky HMU** (hydrogen multiple unit), které pro svůj pohon využívají elektrickou energii získávanou chemickou reakcí vodíku. Vzniklá energie je pak ukládána do akumulátoru. Vodík je do nádrží čerpán ve speciálních stanicích před začátkem samotného výkonu na lince. Vozidla nejsou oproti jednotkám BEMU závislá na přítomnosti trakčního vedení, což je vyváжено skutečností, že během výkonu lze dobít akumulátor pouze rekuperací při brzdění. (4) Vozidla se vyznačují vysokým dojezdem mezi jednotlivými doplňovacími cykly paliva – okolo 1 000 km (8), což se přibližuje dojezdu běžně užívaných diesellových jednotek.

Jednotkami HMU lze v regionální dopravě nahradit diesellová vozidla na linkách, které se budou nacházet v blízkosti čerpací stanice. Čerpací stanice je nezbytné budovat v blízkosti železničních uzlů, odkud vychází více neelektrifikovaných tratí (např. Karlovy Vary, Liberec), aby bylo možné využít jednu čerpací stanici pro co nejvíce vozidel.



Obrázek 2 Základní komponenty HMU jednotky Coradia iLint od výrobce Alstom

Zdroj:(8), úprava autor

## 1.2 Analýza infrastruktury

### 1.2.1 Akutrolejový provoz

Základním předpokladem pro úspěšné nasazení akutrolejového (mezi širokou veřejností známého spíše pod zjednodušeným pojmenováním bateriového) vozidla je částečná elektrifikace předmětné trati. Českou železniční síť charakterizuje vysoká hustota železničních tratí, ale poměrně malý podíl elektrifikovaných tratí (cca 1/3 sítě). Elektrizace tratí také není rozložena rovnoměrně, kdy velkou roli zde hraje členitost terénu a především historický vývoj.

**Severní část ČR** s průmyslovou orientací je elektrifikována stejnosměrnou trakční soustavou 3 kV. Jedná se o starší systém, který přináší větší provozní náklady a nutnost budovat hustší síť napájecích stanic. Z mapy trakčních soustav (Příloha A) je patrné, že většina elektrizovaných tratí se nachází v blízkosti pomyslných os tvořených tratěmi Děčín – Ústí nad Labem – Praha – Česká Třebová – Olomouc – Ostrava a Ústí nad Labem – Most – Kadaň, zatímco odlehlejší relace byly elektrifikovány v pozdější době (Ústí nad Orlicí – Lichkov, Šumperk – Kouty nad Desnou), nebo nebyly elektrifikovány vůbec (Liberecký kraj, který je dnes posledním krajem bez elektrifikovaných tratí). (4)

**Jižní část ČR** s více zemědělskou orientací byla elektrifikována později střídavou trakční soustavou 25 kV/50 Hz. Jedná se o pokrokovější systém, ve kterém dochází k menším ztrátám energie a menší potřebě výstavbě napájecích stanic. Přestože ani na jihu ČR nedošlo k osazení trakčním vedením veškerých vytížených tratí, je vzhledem k rovnoměrnějšímu rozložení elektrifikace jednodušší případné doplnění elektrifikované sítě o další trať. (4)

Významným krokem bylo rozhodnutí státu o postupné konverzi stejnosměrné trakční soustavy 3 kV na střídanou 25 Kv/50 Hz. Mimo tyto dva hlavní systémy se na území ČR nachází dva další systémy, které jsou však svým rozsahem marginální. Jedná se o trať Tábor – Bechyně se stejnosměrnou trakční soustavou 1,5 kV, která je vůbec první českou elektrizovanou tratí a trať Znojno – Šatov – Retz, která je elektrifikována střídavou trakční soustavou 15 kV/16 2/3 Hz používanou v Rakousku.

Pro výběr vhodných tratí k nasazení jednotek BEMU byl za pomoci mapy trakčních soustav (Příloha A) a kilometrické vzdálenosti uvedené v JŘ (9) vytvořen celkový přehled železničních tratí dle míry elektrifikace, kde jsou železniční trati rozděleny do 4 kategorií:

1. tratě bez elektrifikace,
2. tratě s elektrifikací do 10 %,
3. tratě s elektrifikací od 10 do 99 % a
4. tratě s úplnou elektrifikací.

Přehled se nachází v Příloze D této práce – „Rozdělení tratí dle vhodnosti pro provoz vozidel s alternativním zdrojem pohonu“.

### **Tratě bez elektrifikace (0 %) a tratě s úplnou elektrifikací (100 %)**

V prvním kroku lze snadno vyčlenit ty trati, které jsou elektrifikované v celé trase, nebo nejsou elektrifikované ani částečně. Na tomto místě je vhodné zmínit, že ani přítomnost trakčního vedení ve 100 % trasy automaticky neznamená nasazení pouze bezemisních vozidel. Nasazení diesellových jednotek na elektrifikovaných tratích v regionální dopravě má však zpravidla ekonomické důvody, neboť vzhledem k nízké přepravní poptávce na dané trati postačí v okrajových částech dne, nebo po celý den nasazení vozidel o nižší kapacitě, které elektrická trakce v současné době nenabízí. Dalším důvodem může být absence vhodných elektrických vozidel ze strany dopravce. U těchto tratí lze očekávat nasazení vozidel elektrické trakce i za cenu zvýšených nákladů, druhou variantou vývoje je zrušení těchto výkonů z důvodu nezájmu objednatele dopravy.

### **Tratě s elektrifikací do 10 % celkové délky**

Další část železniční sítě je tvořena tratěmi, kde je poměr provedena elektrifikované části do 10 %. Typicky se jedná o případ, kdy je elektrifikována pouze výchozí stanice, případně též koncová stanice (například tratě Žďár nad Sázavou – Nové Město na Moravě – Tišnov, Prostějov – Litovel – Červenka), nebo krátký přílehlý úsek (trať Lovosice – Obrnice – Most). Takto krátká elektrifikace je pro současnou generaci akutrolejových vozidel nepoužitelná, neboť zde chybí podstatná složka infrastruktury, kterou je delší ucelený úsek trakčního vedení, pod kterým dochází k rychlému dobíjení akumulátoru při jízdě vozidla.

### **Tratě s elektrifikací 10–99 % celkové délky**

Po odfiltrování výše zmíněných tratí zůstávají dvě desítky tratí, které obsahují delší elektrifikovaný úsek. Za pomoci přehledu těchto tratí (Příloha D) a KJŘ pro rok 2022/3 (9) byly vytvořeny Seznamy částečně elektrifikovaných tratí dle délky neelektrifikovaného úseku (seřazeno vzestupně). Důvodem rozdělení na tratě se stejnosměrnou trakční soustavou 3 Kv (severní část ČR) a střídavou trakční soustavou 25 Kv/50 Hz (jižní část ČR) je nutnost zahrnout u stejnosměrné sítě omezující prvek v podobě pomalejšího dobíjení akumulátoru. (4) Jako hlavní kritérium byly uvažovány skutečně provozované železniční linky či spoje k letošnímu JŘ, proto některé traťové



úseky obsahují více linek, nebo je jedna linka součástí více železničních tratí. Součástí tohoto seznamu jsou i dvě trati s mezistátní osobní dopravou (083 a 147), která je spolufinancována českým a německým objenatelem regionální dopravy.

S ohledem na současný dojezd akutrolejových vozidel byla stanovena hraniční vzdálenost bez trakčního vedení na 80 km, resp. 40 km, pokud je koncová stanice neelektrifikovaná a nelze dobíjet akumulátor před zahájením dalšího spoje opačného směru. Linky, které tento limit přesahují, a kde v současné době nelze vozidla BEMU nasadit, jsou podbarveny **červeně**. Za zcela nevhodnou pro nasazení akutrolejových vozidel z hlediska charakteru provozu lze považovat trať 147. U ostatních tratí by bylo řešením vybudování dobíjecího bodu v koncové stanici, ovšem většina těchto tratí není vhodná ani z hlediska podílu elektrifikované části trati na celkové délce relace. Platí totiž, že čím kratší čas se vozidlo dobíjí jízdou pod trolejí, o to delší musí být dobíjecí čas v koncové elektrifikované stanici. Tím se však ovšem do jisté míry ztrácí výhoda akutrolejových vozidel v podobě dobíjení akumulátoru při jízdě s cestujícími a dochází k nárůstu prostojů v koncové stanici. Z výše uvedených důvodů lze za hraniční z hlediska efektivity provozu lze považovat trati s elektrifikací méně než třetiny relace. Tento typ tratí je podbarven **žlutě**.

Tabulka 1 Trati s elektrifikací 10–99 % dle délky neelektrifikovaného úseku, stejnosměrná trakční soustava

stejnosměrná trakční soustava 3 Kv					
Číslo trati v jízdním řádu	Uvažované spojení	Celková délka relace [km]	Délka elektrifikované části [km]	Délka neelektrifikované části [km]	Podíl elektrifikované části k celkové délce relace
291	Šumperk – Petrov nad Desnou – Sobotín	9	6	3	0,667
270	Česká Třebová – Rudoltice v Čechách – Lanškroun	18	14	4	0,778
270-325	Ostrava – Studénka – Sedlnice – Štramberk	43	28	15	0,651
024 – 1. relace	Ústí nad Orlicí – Lichkov – Mlýnický Dvůr	52	35	17	0,673
280	Vsetín – Horní Lideč – Bylnice	37	18	19	0,486
024 – 2. relace	Ústí nad Orlicí – Lichkov – Hanušovice	60	35	25	0,583
130-134-135	Ústí nad Labem – Louka u Litvínova – Moldava v Krušných Horách	58	33	25	0,569
135	Most – Louka u Litvínova – Moldava v Krušných Horách	40	15	25	0,375
325	Studénka – Sedlnice – Veřovice	33	6	27	0,182
021	Hradec Králové – Týniště nad Orlicí – Letohrad	62	21	41	0,339
083	Děčín – Bad Schandau – Rumburk	67	23	44	0,343
026	Choceň – Týniště nad Orlicí – Náchod – Hronov	69	24	45	0,348
090-114	Ústí nad Labem – Lovosice – Žatec	79	22	57	0,278
124	Lužná u Rakovníka – Žatec – Březno u Chomutova – Jirkov	72	14	58	0,194
032	Hradec Králové – Jaroměř – Trutnov – Svoboda nad Úpou	79	17	62	0,215

Zdroj: autor na podkladě (9)

Tabulka 2 Trati s elektrifikací 10–99 % dle délky neelektrifikovaného úseku, střídavá trakční soustava

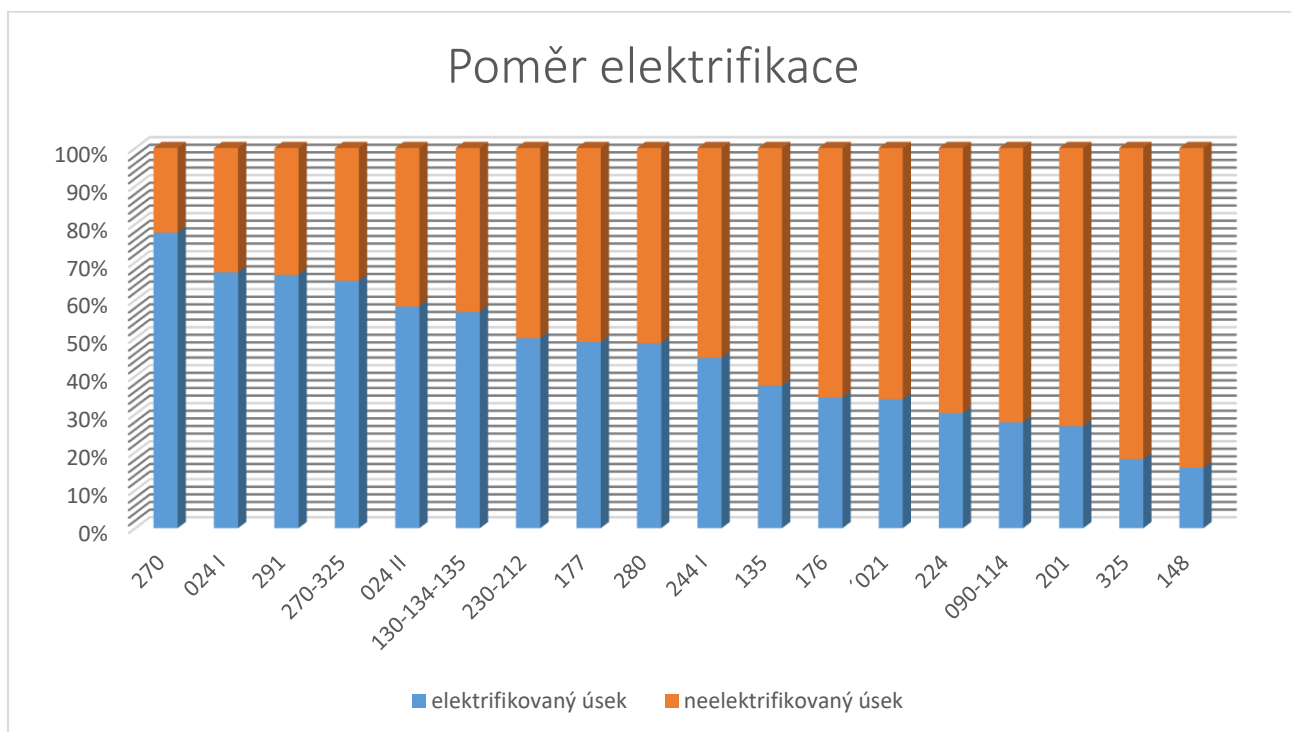
střídavá trakční soustava 25 Kv/50 Hz					
Číslo trati v jízdním řádu	Uvažované spojení	Celková délka relace [km]	Délka elektrifikované části [km]	Délka neelektrifikované části [km]	Podíl elektrifikované části k celkové délce relace
230-212	Havlíčkův Brod – Světlá nad Sázavou – Ledec nad Sázavou	32	16	16	0,500
244 – 1. relace	Brno – Střelice – Ivančice	29	13	16	0,448
176	Plzeň – Ejovice – Radnice	32	11	21	0,344
177	Plzeň – Pňovany – Bezručovice	47	23	24	0,489
148	Cheb – Františkovy Lázně – Aš město	44	7	37	0,159
200	Beroun – Zdice – Březnice	57	9	48	0,158
240	Brno – Střelice – Třebíč	63	13	50	0,206
244 – 2. relace	Brno – Střelice – Hrušovany p. J.	63	13	50	0,206
227	Havlíčkův Brod – Kostelec u Jihlavy – Slavonice	95	42	53	0,442
201	Tábor – Písek – Strakonice	82	22	60	0,268
224	Tábor – Horní Cerekev – Jihlava	99	30	69	0,303
147	Cheb – Vojtanov – Zwickau	127	16	111	0,126

Zdroj: autor na podkladě (9)

Z Tabulek 1 a 2 vyplývá, že

- na českých železnicích se nachází 18 regionálních tratí, kde je v současnosti technicky možné nasazení akutrolejových jednotek,
- pět z těchto tratí však omezuje dlouhý úsek bez elektrifikace (při mimořádnostech hrozí větší riziko uvíznutí na širé trati) a nebo nízký podíl elektrifikace (dlouhé prostoje při dobíjení),
- více vhodných tratí se nachází v oblasti stejnosměrné trakční soustavy (11:7), kde je při plánování oběhu vozidel potřeba zohlednit delší dobíjení akumulátoru.

Na obr. 3 je uvedeno seřazení všech 18 alespoň částečně vyhovujících tratí dle podílu elektrifikace. Jak již bylo zmíněno, za hraniční z hlediska efektivity provozu lze považovat trať s elektrifikací méně než třetiny délky. Naopak u tratí s vysokým podílem elektrifikace nad dvě třetiny délky může být podle charakteru trati z dlouhodobého hlediska účelnější zatrolejování zbývajících úseku a nasazení konvenčních elektrických jednotek.



Obrázek 3 Poměr elektrifikace tratí potenciálně vhodných k nasazení jednotek BEMU

Zdroj: autor na podkladě (9)

Z Obr. 3 je patrné, že poměr elektrifikace je rovnoměrně rozložen mezi 15 a 80 %. Přesně 50 % činí elektrifikace spojení Havlíčkův Brod – Ledec nad Sázavou, všechna ostatní spojení v oblasti střídavé trakční soustavy se nachází pod polovinou poměru elektrifikované části.

Výše uvedená tabulková a grafická porovnání tratí zohledňují pouze hlavní zvolené kritérium v podobě délky a poměru elektrifikace. Při plánování nasazení akutrolejových jednotek je potřeba zohlednit i další aspekty, za mimořádně důležitý lze považovat rozsah provozu a jeho celkovou koncepci. Moderní vozidla s vysokými pořizovacími náklady nelze doporučit k nasazení na linky se sezónním provozem, mezi které lze řadit obě linky na Moldavu v Krušných Horách (trať 135), linku do Sobotína (trať 291) a linku Ústí nad Orlicí – Hanušovice. Obsluhu sezónních tratí lze považovat za velmi vhodnou v případě, kdy se uskuteční nasazení volných vozidel z jiné trati, které by jinak stály nevyužité. Toto využití se nabízí zejména u spojení Ústí nad Labem – Moldava v Krušných Horách (obsluha jednotkami, které by zajišťovaly provoz spěšných vlaků Ústí nad Labem – Lovosice – Žatec) a Ústí nad Orlicí – Hanušovice (obsluha jednotkami ze zbývajících částí trati 024). Takové nasazení na sezónní linky je zapotřebí pečlivě naplánovat a ideálně zahrnout do společné soutěže s „hlavní“ linkou, ze které by byly volné jednotky využity.

Celková koncepce provozu na tratích s každodenním provozem je podrobněji hodnocena v Tab. 3.

Tabulka 3 Charakter částečně elektrifikovaných tratí s posouzením vhodnosti nasazení akutrolejových vozidel

Číslo trati, název trati	<b>270, Česká Třebová – Rudoltice v Čechách – Lanškroun</b>
Délka neelektrifikovaného úseku, podíl elektrifikace	4 km, 78 %
Rozsah provozu	25 párů vlaků v pracovní dny, 19 párů vlaků o víkendech
Charakter trati	osobní vlaky jezdí na této části trati každou hodinu (ve špičkách pracovních dní každých 30 minut), část spojení Česká Třebová – Lanškroun je s přestupem na vlaky Česká Třebová – Zábřeh na Moravě.
Posouzení vhodnosti nasazení akutrolejových jednotek	<p>1) dostatečný rozsah provozu: SPLNĚNO</p> <p>2) vhodná kapacita akutrolejových jednotek: NESPLNĚNO (v současnosti provoz menších jednotek řady 841)</p> <p>3) vhodný charakter relace z hlediska dalších technologických důvodů: SPLNĚNO ČÁSTEČNĚ (nasazení by bylo komplikací pro v současnosti probíhající zdvojování dvou jednotek ve stanici Rudoltice v Čechách s vlaky z/ve směru Zábřeh na Moravě)</p> <p><u>Závěr:</u> linka svým charakterem <b>vhodná</b> pro nasazení akutrolejových jednotek, z dlouhodobého hlediska vhodnější elektrifikace zbývajících úseku a nasazení elektrických jednotek</p>
Číslo trati, název trati	<b>024, Ústí nad Orlicí – Lichkov – Mlýnický Dvůr</b>
Délka neelektrifikovaného úseku, podíl elektrifikace	17 km, 67 %
Rozsah provozu	21 párů vlaků v pracovní dny, 14 párů vlaků o víkendech
Charakter trati	provoz v koncovém úseku Moravský Karlov – Mlýnický dvůr pouze o víkendech, v pracovní dnech ukončení spojů v nácestných stanicích.
Posouzení vhodnosti nasazení akutrolejových jednotek	<p>1) dostatečný rozsah provozu: SPLNĚNO</p> <p>2) vhodná kapacita akutrolejových jednotek: SPLNĚNO (v současnosti provoz jednotek LINT podobné kapacity)</p> <p>3) vhodný charakter relace z hlediska dalších technologických důvodů: SPLNĚNO (v nepracovních dnech možnost využití volné jednotky k obsluze spojení Ústí nad Orlicí – Hanušovice)</p> <p><u>Závěr:</u> linka svým charakterem <b>velmi vhodná</b> pro nasazení akutrolejových jednotek</p>
Číslo trati, název trati	<b>270 a 325, Ostrava – Studénka – Sedlnice – Štramberk</b>
Délka neelektrifikovaného úseku, podíl elektrifikace	15 km, 65 %
Rozsah provozu	8 párů vlaků v pracovní dny, 3 páry vlaků o víkendech
Charakter trati	spěšné vlaky, které v dopravních špičkách nabízí přímé spojení Ostrava – Štramberk a zároveň posilují nabídku na trati Studénka – Štramberk, kde směšné

	vlaky půlí intervaly mezi osobními vlaky
Posouzení vhodnosti nasazení akutrolejových jednotek	<p>1) dostatečný rozsah provozu: SPLNĚNO ČÁSTEČNĚ</p> <p>2) vhodná kapacita akutrolejových jednotek: SPLNĚNO</p> <p>3) vhodný charakter relace z hlediska dalších technologických důvodů: SPLNĚNO ČÁSTEČNĚ (zastávka Sedlnice je na znamení, manipulace s pantografem by musela probíhat již ve stanici Studénka)</p> <p><u>Závěr:</u> linka <b>vhodná</b> pro nasazení akutrolejových jednotek <b>za podmínky</b> navýšení rozsahu provozu – nabízí se převedení dalších osobních vlaků Studénka – Veřovice pod spěšné vlaky Ostrava – Studénka – Veřovice</p>
Číslo trati, název trati	<b>230 a 212, Havlíčkův Brod – Světlá nad Sázavou – Ledec nad Sázavou</b>
Délka neelektrifikovaného úseku, podíl elektrifikace	16 km, 50 %
Rozsah provozu	13 párů vlaků v pracovní dny, 9 párů vlaků o víkendech
Charakter trati	Linka vznikla rozdělením původního přímého spojení Čerčany – Světlá nad Sázavou, v Ledči nad Sázavou probíhá přestup. Od stejného období obsluhuje linka zastávky v úseku Světlá nad Sázavou – Havlíčkův Brod namísto osobních vlaků Havlíčkův Brod – Kolín, které zastávky projíždí.
Posouzení vhodnosti nasazení akutrolejových jednotek	<p>1) dostatečný rozsah provozu: SPLNĚNO</p> <p>2) vhodná kapacita akutrolejových jednotek: NESPLNĚNO (v současnosti provoz vozidel řady 814 o menší kapacitě)</p> <p>3) vhodný charakter relace z hlediska dalších technologických důvodů: SPLNĚNO</p> <p><u>Závěr:</u> linka <b>vhodná</b> pro nasazení akutrolejových jednotek</p>
Číslo trati, název trati	<b>177, Plzeň hl. n. – Pňovany – Bezručice</b>
Délka neelektrifikovaného úseku, podíl elektrifikace	24 km, 49 %
Rozsah provozu	8 párů vlaků v pracovní dny, 7 párů vlaků o víkendech
Charakter trati	linka vznikla prodloužením vlaků Bezručice – Pňovany do Plzně z důvodu požadavku objednatele na odstranění přestupů
Posouzení vhodnosti nasazení akutrolejových jednotek	<p>1) dostatečný rozsah provozu: SPLNĚNO ČÁSTEČNĚ</p> <p>2) vhodná kapacita akutrolejových jednotek: NESPLNĚNO (v současnosti nasazení vozidel řad 810 a 814 o menší kapacitě)</p> <p>3) vhodný charakter relace z hlediska dalších technologických důvodů: SPLNĚNO</p> <p><u>Závěr:</u> linka <b>částečně vhodná</b> pro nasazení akutrolejových jednotek</p>
Číslo trati, název trati	<b>280, Vsetín – Horní Lideč – Bylnice</b>
Délka neelektrifikovaného úseku, podíl elektrifikace	19 km, 47 %

úseku, podíl elektrifikace	
Rozsah provozu	17 párů vlaků v pracovní dny, 12 párů vlaků o víkendech
Charakter trati	vybrané vlaky obsluhují závlekiem úsek Horní Lideč – Střelná
Posouzení vhodnosti nasazení akutrolejových jednotek	1) dostatečný rozsah provozu: SPLNĚNO 2) vhodná kapacita akutrolejových jednotek: SPLNĚNO 3) vhodný charakter relace z hlediska dalších technologických důvodů: SPLNĚNO <u>Závěr:</u> linka <b>vhodná</b> pro nasazení akutrolejových jednotek
Číslo trati, název trati	<b>244, Brno hl. n. – Střelice – Ivančice</b>
Délka neelektrifikovaného úseku, podíl elektrifikace	16 km, 48 %
Rozsah provozu	6 párů vlaků v pracovní dny, 7 párů vlaků o víkendech
Charakter trati	část přímých vlaků spojována s jednotkou z/ve směru Hrušovany nad Jevišovkou, přímé vlaky představují pouhý zlomek vlaků na trati Ivančice – Moravské Bránice, většina zbývajících vlaků umožňuje spojení do Brna s přestupem ve stanici Moravské Bránice
Posouzení vhodnosti nasazení akutrolejových jednotek	4) dostatečný rozsah provozu: NESPLNĚNO 5) vhodná kapacita akutrolejových jednotek: SPLNĚNO 6) vhodný charakter relace z hlediska dalších technologických důvodů: NESPLNĚNO (páteř provozu na této lince představují zkrácené spoje po zcela neelektrifikované trati Ivančice – M. Bránice, nasazení akutrolejových jednotek by bylo komplikací pro zdvojování jednotek ve stanici M. Bránice <u>Závěr:</u> linka <b>nevhodná</b> pro nasazení akutrolejových jednotek
Číslo trati, název trati	<b>176, Plzeň hl. n. – Ejpvovice – Radnice</b>
Délka neelektrifikovaného úseku, podíl elektrifikace	21 km, 34 %
Rozsah provozu	13 párů vlaků v pracovní dny, 8 párů vlaků o víkendech
Charakter trati	linka vznikla prodloužením vlaků Radnice – Chrást u Plzně po dostavbě Ejpvovického tunelu a opuštěním starého vedení trati Plzeň – Praha podél Berounky
Posouzení vhodnosti nasazení akutrolejových jednotek	1) dostatečný rozsah provozu: SPLNĚNO 2) vhodná kapacita akutrolejových jednotek: NESPLNĚNO (v současnosti nasazení vozidel řad 810 a 814 o menší kapacitě) 3) vhodný charakter relace z hlediska dalších technologických důvodů: SPLNĚNO (možné uvažovat o provázání oběhů s linkou P13 Plzeň – Bezručovice za vzniku přímého spojení Bezručovice – Plzeň – Radnice s obsluhou většiny významných zastávek na území Plzně) <u>Závěr:</u> linka <b>částečně vhodná</b> pro nasazení akutrolejových jednotek

Číslo trati, název trati	<b>021, Hradec Králové hl. n. – Týniště nad Orlicí – Letohrad</b>
Délka neelektrifikovaného úseku, podíl elektrifikace	41 km, 34 %
Rozsah provozu	13 párů vlaků v pracovní dny, 10 párů vlaků o víkendech
Charakter trati	v úseku Hradec Králové – Doudleby nad Orlicí vlaky projíždí méně významné zastávky obsluhované osobními vlaky, v úseku Doudleby nad Orlicí – Letohrad obsluhují všechny zastávky
Posouzení vhodnosti nasazení akutrolejových jednotek	1) dostatečný rozsah provozu: SPLNĚNO 2) vhodná kapacita akutrolejových jednotek: SPLNĚNO ČÁSTEČNĚ (v časech zvýšené poptávky by bylo potřebné spojování jednotek do dvojic) 3) vhodný charakter relace z hlediska dalších technologických důvodů: SPLNĚNO <u>Závěr:</u> linka <b>vhodná</b> pro nasazení akutrolejových jednotek

*Zdroj: autor na podkladě (9), (27)*

Na základě posouzení délky neelektrifikovaného úseku, poměru elektrifikace a charakteristiky jednotlivých tratí lze za velmi vhodné, vhodné, resp. částečně vhodné k nasazení akutrolejových vozidel považovat trasy:

- Česká Třebová – Lanškroun
- Ústí nad Orlicí – Mlýnický Dvůr (a Ústí nad Orlicí – Hanušovice)
- Havlíčkův Brod – Ledec nad Sázavou
- Vsetín – Bylnice
- Plzeň – Radnice
- Hradec Králové – Letohrad

a za částečně vhodné trasy:

- Ostrava – Štramberk (– Veřovice)
- Plzeň – Bezdržice

### 1.2.2 Vodíkový provoz

Narozdíl od akutrolejových vozidel, u vodíkových jednotek nelze v současnosti podrobně rozdělit železniční síť na vhodné a nevhodné tratě pro nasazení těchto jednotek v regionální dopravě, neboť provoz vodíkových vozidel je postaven na čerpání vodíku do zásobníku uvnitř vozidla ve speciálních plnicích stanicích, tyto stanice se v České republice v době sepisování práce nenacházejí. V roce 2022 se sice konala první prezentační jízda vodíkového vozidla pro veřejnost v ČR (11), nicméně doplňování paliva by zajištěno pomocí mobilní vodíkové stanice, kterou zajistil výrobce vozidla Alstom. (12) Lze s jistotou říct, že tento způsob doplňování paliva nelze dlouhodobě

uvažovat z důvodu ekonomické náročnosti převozu lehkého vodíku těžkými speciálně upravenými vozidly.

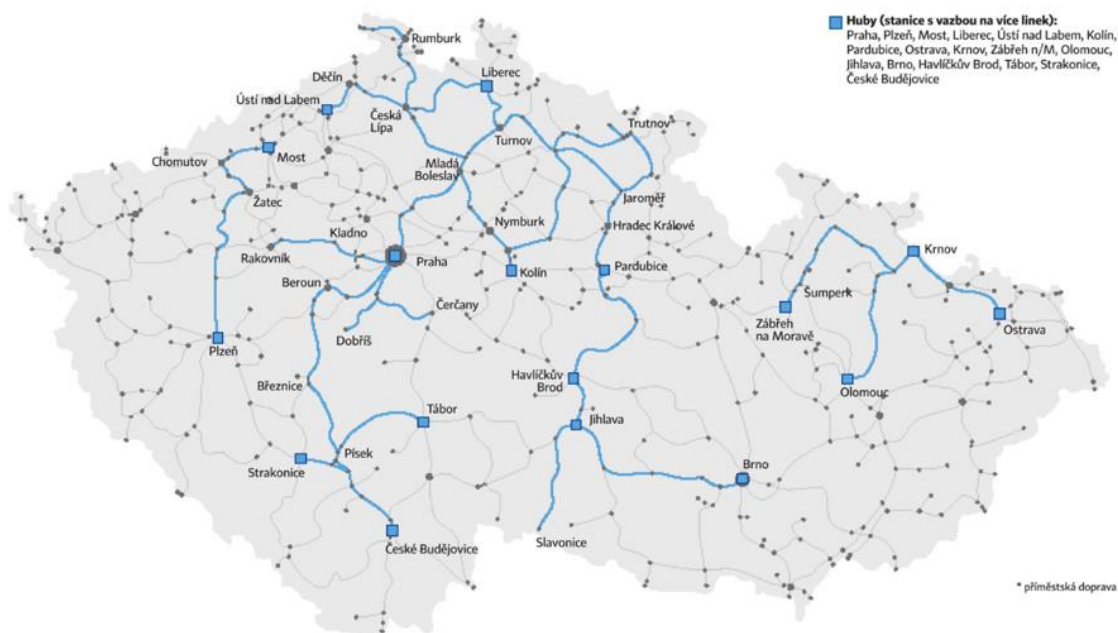
Při výběru vhodných tratí k nasazení vodíkových vozidel vycházel autor z několika předpokladů:

1. Vodíkové jednotky mohou být z technického hlediska nasazeny na jakoukoliv trať (kde bude mít zvolené vozidlo přechodnost) bez ohledu na stupeň elektrifikace, ovšem z hlediska synergie s elektrickými a akutrolejovými jednotkami je žádoucí se zaměřit na neelektrifikované tratě - v takovém případě je k dispozici cca 66 % železniční sítě.
2. Neméně významným předpokladem pro zavedení vodíkové technologie v železniční dopravě je zájem objednatelů regionální dopravy. V současnosti je patrný největší zájem po zavedení této technologie v Ústeckém kraji (vytvoření Vodíkové strategie jako v prvním kraji v ČR (13), deklarován zaměr nasazení vodíkových vlaků) a Moravskoslezském kraji (spolupráce s VŠB-TUO, úvahy o nasazení vodíkových vozidel na trať Olomouc – Krnov). K nim se nově připojil také Karlovarský kraj. Vůle spolupracovat byla doložena společným podepsáním takzvaného vodíkového memoranda zástupci těchto tří krajů. Je patrné, že se jedná o tři průmyslové kraje, které mají dlouhodobě vysoký podíl na dodávkách energie pro celou Českou republiku díky přítomnosti ložisek nerostných surovin. Hlavním posláním memoranda má být využití vodíku jako jednoho z prostředků přechodu k bezemisním zdrojům energie v těchto krajích. (14) Těchto faktů bude využito při volbě trati v návrhové části.

Mimo výše uvedenou iniciativu krajů se vhodnými relacemi zabývá také projekt Regionální vodíkové vlaky na českých železnicích pod vedením ÚJV Řez, na kterém se podílí Výzkumný Ústav Železniční, VŠCHT Praha a další tuzemští i zahraniční partneři. (15) Právě VÚŽ je autorem návrhu zvolených železničních linek pro tento projekt (Obr. 4).



### Možné tratě pro regionální vodíkové vlaky na českých železnicích



#### Vybrané tratě

trať	délka tratě	trať	délka tratě
• Kolín – Nymburk – Mladá Boleslav – Česká Lípa – Nový Bor – Rumburk – Sluknov	162 km	• Kolín – Chlumecký – Stará Paka – Trutnov	134 km
• Praha – Neratovice – Mladá Boleslav – Turnov – Liberec	134 km	• Pardubice – Hradec Králové – Jaroměř – Staroč – Trutnov – Svoboda nad Úpou	101 km
• Pardubice – Jaroměř – Železný Brod – Turnov – Liberec	161 km	• Havlíčkův Brod – Jihlava – Kostelec u Jihlavy – Slavonice	95 km
• Ústí nad Labem – Děčín – Česká Lípa – Liberec	113 km	• Pardubice – Chrudim – Žďárec u Skutče – Havlíčkův Brod	94 km
• Praha – Zdice – Břežnice – Písek – České Budějovice	187 km	• Tábor – Písek – Strakonice	82 km
• Olomouc – Krnov – Opava východ – Ostrava	149 km	• Praha – Kladno – Rakovník	73 km
• Brno – Okříšky – Jihlava	104 km	• Praha – Kladno	31 km
• Plzeň – Žatec – Chomutov – Most	157 km	• Praha – Vrané n. Vltavou – Čerčany*	60 km
• Zábřeh na Moravě – Jeseník – Krnov	123 km	• Praha – Vrané n. Vltavou – Dobříš*	60 km

Obrázek 4 Výběr tratí pro regionální vodíkové vlaky na českých železnicích provedený VÚŽ

Zdroj: (24), úprava autor

Z výběru tratí je patrné, že byly zvoleny zejména rychlíkové relace, avšak i v takovém případě může být zavedení vodíkového provozu, a zejména vybudování vodíkových stanic, významným impulzem pro nasazení vozidel na souběžně provozované regionální linky. V návrhové části je tohoto předpokladu využito při návrhu nasazení vodíkových vozidel v blízkosti uzlu Ústí nad Labem.

V současné době však zbývá dořešit zásadní otázku, kdo by měl být investorem plnicích vodíkových stanic – zda provozovatel dráhy, dopravce, objednatel dopravy, nebo třetí subjekt. Největší provozovatel drážní dopravy v ČR Správa železnic přislíbila součinnost ostatním subjektům při výstavbě infrastruktury a připouští také variantu, že by sama budovala plnicí stanice po dořešení nezbytné legislativy. (16) Z dopravců projevila zájem o budování infrastruktury společnost ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA a.s., která uzavřela dohodu o spolupráci s podniky ČEPRO a SPOLCHEMIE na vybudování vodíkové plnicí stanice v Ústí nad Labem. (17) Dle názoru autora je výstavba této stanice zohledněna v návrhu VÚŽ (Obr. 4) při umístění Hub do Ústí nad Labem, v opačném případě by bylo logičtější jeho umístění u stanice Děčín, odkud vychází více neelektrifikovaných tratí.

## 1.3 Analýza vozidel

V následující kapitole jsou uvedeny příklady vozidel uvažovaných autorem k nasazení do regionální dopravy. Záměrně byli zvoleni tři různí výrobci (Škoda Transportation, Siemens a Alstom), jejichž elektrické i dieselové jednotky a lokomotivy se podílejí na zajištění osobní železniční dopravy v ČR. Byly vybrány dvoučlánkové jednotky o přibližně podobné kapacitě cestujících, dalším společným znakem je využití již existující elektrické/dieselové jednotky na úpravu pro provoz s alternativním zdrojem pohonu vozidla.

Na konci kapitoly je ke každému vozidlu uveden přehled technických údajů. Záměrem autora nebylo přinést podrobný technický popis, ale vystihnout nejdůležitější vlastnosti vozidla.

### 1.3.1 Akutrolejové jednotky BEMU

První uvažovanou akutrolejovou jednotkou je Škoda 15 Ev3 od českého výrobce Škoda Transportation. Tato jednotka vychází z osvědčených elektrických jednotek řady 550 známé pod obchodním názvem RegioPanter. V současné době (5/2023) výrobce intenzivně pracuje na dokončení vývoje vozidla. S velkou pravděpodobností dojde k prvnímu nasazení do provozu v Moravskoslezském kraji, který má o jednotky BEMU velký zájem pro zajištění nových přímých spojení Krnov – Český Těšín a Ostrava – Studénka – Veřovice. Kraj v současnosti dokonce zvažuje doobjednání bateriové technologie do části z nyní objednaných elektrických jednotek RegioPanter, což by urychlilo první nasazení těchto jednotek do pravidelného provozu. (18)




Druhou uvažovanou akutrolejovou jednotkou je Mireo Plus B od německého výrobce Siemens Mobility. I tato jednotka je v současné době ve vývoji, jejich dodání si objednalo několik spolkových zemí SRN. K prvnímu nasazení by mělo dojít koncem roku 2023 v zemském okrese Ortenau (spolková země Bádensko-Württembersko). (21)

### 1.3.2 Vodíkové jednotky HMU

Jako příklad vodíkového vozidla vhodného k nasazení do pravidelného provozu byla zvolena jednotka Coradia iLINT od francouzského výrobce Alstom. Jedná se o vůbec první železniční jednotku s vodíkovým zdrojem pohonu, která vznikla úpravou vozidla dieselové jednotky Coradia Lint 54 (12). Schopnost provozu na tuzemských tratích byla odzkoušena při prezentačních jízdách v roce 2022 (11), možnost zavedení těchto jednotek do běžného provozu dokazuje nasazení čtrnácti jednotek iLint v německé spolkové republice Dolní Sasko od léta 2022 doposud. (26)

Podstatné parametry uvedených vozidel uvádí Tab. 4.

Tabulka 4 Přehled technických údajů vybraných vozidel s alternativním zdrojem pohonu

Označení vozidla	Škoda 15 Ev3	Mireo Plus B	Coradia iLint
Obrázek vozidla			
Výrobce	ŠKODA TRANSPORTATION a.s.	Siemens Mobility	Alstom
Stručná charakteristika	Dvoučlankové vozidlo odvozené z elektrické jednotky RegioPanter	Dvoučlankové vozidlo odvozené z elektrické jednotky Mireo Plus	Dvoučlankové vozidlo odvozené z dieselové jednotky Coradia Lint 54
Maximální rychlost	120 km/h	160 km/h	140 km/h
Maximální dojezd	80 km	120 km	1 000 km
Doba dobíjení akumulátoru/doba čerpání paliva	Stejnoseměrná trakční soustava 3 kV: 45-50 minut, střídavá trakční soustava 25 kV/50 Hz: 20-25 minut	Střídavá trakční soustava 15 Kv/16,7 Hz nebo 25 kV/50 Hz: cca 30 minut	15–20 minut
Obsaditelnost	140 sedících + 183 stojících cestujících	120 sedících cestujících	150 sedících + 150 stojících cestujících
Počet dveří	4 dvoukřídlé na každé straně vozidla	3 dvoukřídlé na každé straně vozidla	4 dvoukřídlé na každé straně vozidla
Nízkopodlažnost	Ano – střední část obou článků	Ano – střední část obou článků	Ano – střední část obou článků

Zdroj dat: (5, 19, 20)

Zdroj dat: (20, 21)

Zdroj dat: (13, 15, 16)

Úprava: autor

## 1.4 Analýza tratí 024 a 083

Tato podkapitola obsahuje analýzu tratí 024 Ústí nad Orlicí – Lichkov – Mlýnický Dvůr/Hanušovice a 083 Děčín – Bad Schandau – Rumburk, které byly autorem zvoleny pro zpracování návrhu nasazení bezemisních vozidel v kapitole 2.

### 1.4.1 Trať 024 Ústí nad Orlicí – Lichkov – Mlýnický Dvůr/Hanušovice

V roce 1874 byl jako první spuštěn provoz v úseku Letohrad – Lichkov v rámci spojení Hradec Králové – Letohrad – Lichkov. V následujících letech bylo vystavěno přeshraniční prodloužení z Lichkova do polského Miedzylesie (v té době pruské Mittelwalde), propojení z Letohradu do Ústí nad Orlicí, z Lichkova do Hanušovic a odbočná trať z Dolní Lipky do Štítů, která se plánovaného prodloužení ve směru Zábřeh na Moravě z důvodu náročného terénu nikdy nedočkala a důsledkem je dnes odlehlá poloha stanice Štítý od centra města. (31)

V roce 2023 jsou oběhy tvořeny pro 3 dvoučlánkové dieselové jednotky řady 846 a jeden jednočlánkový vůz řady 832, který obsluhuje méně vytížené spoje. K dispozici jsou navíc dvě záložní jednotky 846. Údržba všech vozidel probíhá v České Třebové, kam se jednotky přesouvají na jednom ze dvou párů spojů Ústí nad Orlicí – Česká Třebová zajišťovaných ve špičkách pracovních dnů, eventuelně pomocí manipulačního přesunu. Potřeba čtyř vozidel je stejná po období celého roku. Ušetřené posilové spoje, které jsou vypravovány v pracovních dnech září–červen, jsou v letním období a celoročně o víkendech využity k zajištění provozu v úseku Dolní Lipka – Hanušovice a Moravský Karlov – Mlýnický Dvůr. Kromě těchto 4 oběhů se na zajištění provozu podílí v pracovních dnech také jedna elektrická jednotka řady 480 Stadler Flirt, která se dostane do Lichkova na vlaku 7145 a následně jede jako vlak LET 1290 zpět do Ústí nad Orlicí a do Prahy s příjezdem na hlavní nádraží 8:31. Tento nepárový vlak odpovídající kategorii Sp je posledním pozůstatkem spojení (Wroclaw –) Lichkov – Praha, jehož provoz kraj objednával po převzetí provozu firmou LET několikrát denně, a to i na území Středočeského kraje a Hlavního města Praha, což se stalo terčem kritiky z hlediska přínosu vynaložených prostředků pro Pardubický kraj. Dle Plánu dopravní obslužnosti Pardubického kraje na období 2021–2026 byl provoz těchto vlaků pozastaven z důvodu výlukových činností na 1. TŽK a jejich obnovení se vzhledem k plánované lince Praha – Lichkov – Wroclaw objednávané ministerstvem dopravy nepředpokládá. (27)

Neelektrizovaný úsek trati 024 do Hanušovic patří mezi ty, kde Správa železnic prověřuje výhledové doplnění trakčního vedení, zatím však nebylo učiněno konečné rozhodnutí. V souvislosti s tím je diskutována také elektrizace druhé větve do stanice Moravský Karlov, případně

až do stanice Štíty, o což projevilo zájem vedení města s argumentací probíhající nákladní dopravy i uvažovaného obnovení osobní dopravy. (40)



Obrázek 5 Jednotka ř. 846 ve stanici Ústí nad Orlicí

Zdroj: autor

#### 1.4.2 Trať 083 Děčín – Bad Schandau – Rumburk

Linka nesoucí v systému DÚK číslo U28 vznikla ve své současné trase Děčín – Bad Schandau – Rumburk v roce 2014 spojením linek U23 Děčín – Bad Schandau a U28 Rumburk – Dolní Poustevna. (36) Vytvoření této peážní linky předcházelo v roce 2013 obnovení železničního hraničního přechodu mezi stanicemi Dolní Poustevna a Sebnitz, jenž byl naposledy v provozu před koncem druhé světové války. Provoz linky je objednáván Ústeckým krajem ve spolupráci s Dopravním svazem Horního Polabí (VVO), který současně se zavedením linky U28 v úseku Bad Schandau – Sebnitz o tento úsek zkrátil linku RB 71 vedoucí přes Neustadt do města Pirna. (37) Linka je společně s linkami U8 a T2 součástí souboru tří tratí nesoucí obchodní pojmenování Dráha národního parku vzhledem k vedení tratí v blízkosti národních parků České Švýcarsko a Saské Švýcarsko. V úseku Děčín – Bad Schandau vede linka po elektrifikované dvojkolejné trati, v úseku Bad Schandau – Rumburk po jednokolejné neelektrifikované trati. V současné době (2023) je pravidelnost provozu poznamenána stavebními pracemi v úseku od státní hranice do stanice Bad Schandau s vyloučením jedné z kolejí a zavedením náhradní autobusové dopravy ve vybrané dny.

Provoz je zajišťován dopravci DB Regio a České dráhy, přičemž český dopravce zajišťuje obsluhující personál, zatímco německý dopravce je vlastníkem nasazovaných diesellových jednotek řady 642. Základní interval na lince je 120 minut, který je ve špičkách pracovních dnů zkrácen vloženými spoji na šedesátiminutový interval v koncových úsecích Děčín – Dolní Žleb – (Schöna) a Rumburk – Velký Šenov. Provoz zajišťují celotýdenně 3 jednotky 642 a to včetně vložených špičkových spojů, jejichž pokrytí umožňují jinak dlouhé pobyty ve stanicích Děčín hl. n. (1 hod 24 min) i Rumburk (1 hod 2 min). Jedním ze záměrů objednatele je v dlouhodobém horizontu zavedení hodinového intervalu v celé trase alespoň ve špičkách pracovních dnů, což by zlepšilo dostupnost Šluknovského výběžku s Děčínem a Ústím nad Labem pro denní dojíždku i výletní cesty. Překážkou ke splnění tohoto cíle je nutná součinnost německého objednatele VVO (stavební úpravy infrastruktury a financování provozu na německém území), neboť v úseku Bad Schandau – Sebnitz má linka U28 převážně turistický charakter bez významnějšího podílu denní dojíždky. (38)

V době nočního přerušení provozu jsou jednotky odstaveny ve stanicích Rumburk, Dolní Poustevna a Děčín. V pracovních dnech zajišťuje jedna z jednotek noční spoje Sp 1960 a Sp 1961 na trati 081 v trase Děčín – Česká Kamenice, naopak jedno vozidlo řady 844 z trati 081 zajišťuje jeden pár spojů Rumburk – Dolní Poustevna.



Obrázek 6 Souprava jednotek řady 642 (Desiro Classic) ve stanici Děčín hl. n.

Zdroj: autor

## 1.5 Shrnutí analýzy

Analytická část práce přinesla ucelené vyhodnocení současných možností nasazení vozidel s alternativním zdrojem pohonu. V úvodu analýzy byla vystihnuta základní podstata fungování dvou uvažovaných alternativních bezemisních zdrojů pohonu. Základní podstatou **akutrolejových jednotek BEMU** je provoz na částečně elektrifikované trase s dobíjením akumulátoru během jízdy pod trolejí a vybitím během jízdy mimo trolej, která smí činit maximálně 80-120 km, zatímco **vodíkové jednotky HMU** fungují na principu čerpání vodíku do nádrží ve speciálních stanicích vždy po zhruba 1 000 km provozu.

Další část analýzy se zabývá možnostmi infrastruktury. Pro nasazení jednotek BEMU, kdy hlavním kritériem byla délka neelektrifikovaného úseku a dalšími kritérii poměr elektrifikace, rozsah provozu a charakter předmětné trasy, byly vyhodnoceny jako vhodné trasy Česká Třebová – Lanškroun, Ústí nad Orlicí – Mlýnický Dvůr, Havlíčkův Brod – Ledec nad Sázavou, Vsetín – Bylnice, Plzeň – Radnice, Hradec Králové – Letohrad a za částečně vhodné trasy Ostrava – Štramberk a Plzeň – Bezručovice. U jednotek HMU není v době sepisování práce možné za současných podmínek navrhnout nasazení do pravidelného provozu z důvodu chybějící infrastruktury, byly však vybrány vhodné okruhy převážně neelektrifikovaných tras na území krajů, které projevují o tuto technologii zájem a ve kterých se nachází potenciální zdroj vodíku v podobě odpadu z průmyslových závodů.

V předposlední části analýzy jsou porovnány vlastnosti BEMU jednotek od společností Škoda Transportation a Siemens Mobility (obě ve vývoji) a jednotky HMU od společnosti Alstom (již v pravidelném provozu). Autorem byly záměrně vybrány jednotky od tří různých výrobců pro porovnání co nejširšího spektra vlastností jako maximální rychlost, maximální dojezd, obsaditelnost a doba doplňování zdroje pohonu.

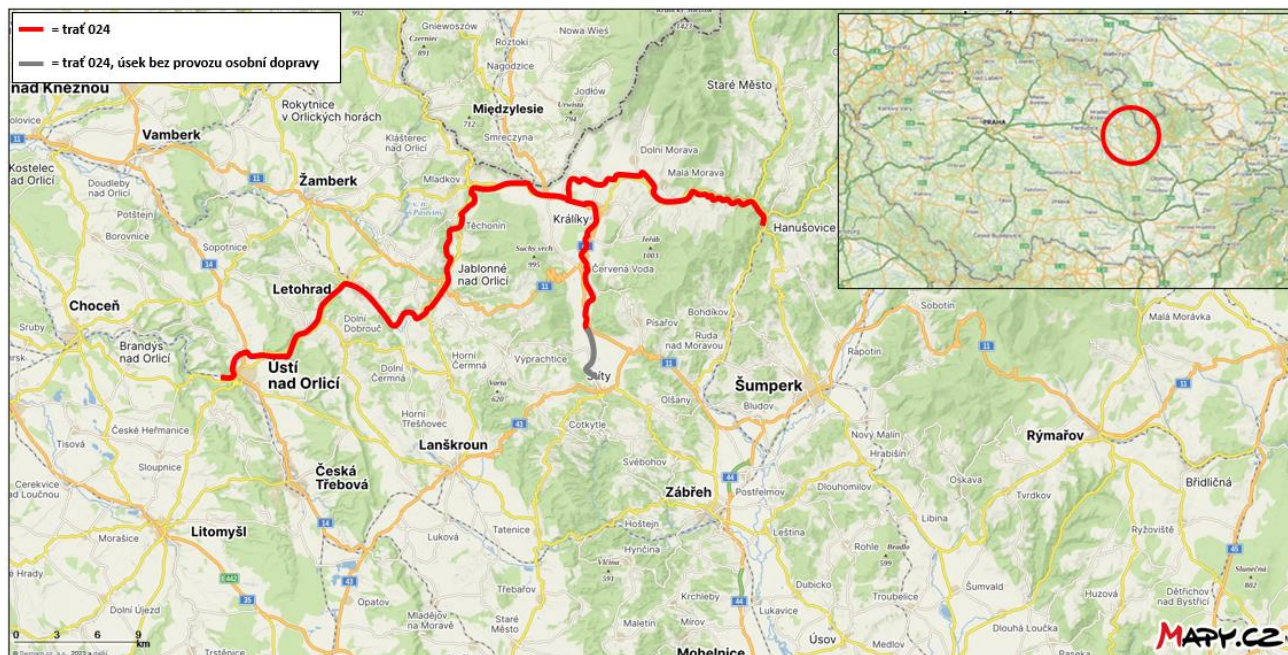
Poslední část analýzy se věnuje provozu na tratích Ústí nad Orlicí – Mlýnický Dvůr/Hanušovice a Děčín – Bad Schandau – Rumburk, pro které je vypracován návrh nasazení bezemisních vozidel v kapitole 2.

## 2. NÁVRH PROVOZU NA VYBRANÉ TRATI

V návrhové části se autor věnuje možnostem nasazení bezemisních vozidel na regionální tratě. V první části je vypracován návrh nasazení akutrolejových jednotek BEMU na trať za současného stavu infrastruktury, druhá část obsahuje návrh nasazení vodíkových jednotek HMU vyžadující počáteční investice do infrastruktury a stručné porovnání s možným nasazením jednotek BEMU na předmětnou trať.

### 2.1 Návrh nasazení akutrolejových vozidel na trať Ústí nad Orlicí – Lichkov – Mlýnický Dvůr/Hanušovice

Pro návrh nasazení jednotek BEMU bez nutnosti úprav infrastruktury byla zvolena linka Ústí nad Orlicí – Lichkov – Mlýnický Dvůr, která se v analytické části (viz kapitola 1.2.1, Tab. 3) umístila mezi šest nejvýhodnějších tratí pro nasazení z hlediska délky neelektrifikovaného úseku (17 km), podílu elektrifikace (67,3 %) a rozsahu a charakteru provozu. Zároveň je navrženo nasazení na linku Ústí nad Orlicí – Lichkov – Hanušovice, kde je v současnosti (jízdni řád 2022/3) zajišťován provoz přejezdy vozidel z první jmenované linky o víkendech a letních prázdninách. Přehledná situace vedení trati je uvedena na Obr. 7.



Obrázek 7 Vedení trati 024 Ústí nad Orlicí – Dolní Lipka – Štítý/Hanušovice

Zdroj: autor na podkladě (30)

#### 2.1.1 Stručný vývoj elektrizace osobní dopavy na trati 024

Důležitými mezníky trati byla elektrifikace úseku z Ústí nad Orlicí do Letohradu v 80. letech minulého století a její prodloužení z Letohradu přes Lichkov do Miedzylesie v roce 2008. (32) S tímto



prodloužením zároveň došlo k zásadní reorganizaci provozu, kdy byly vlaky na trati 021 do té doby vedoucí do Štítů zkráceny do stanice Letohrad a naopak trať 024 byla z Letohradu prodloužena do Lichkova a dále ve směrech do Štítů a Miedzylesie s přestupem ve stanici Lichkov u většiny spojů. (33) Provoz na elektrifikované části byl zajišťován převážně soupravami s elektrickou lokomotivou, v úseku dále z Lichkova motorovými vozy řady 810 a 814. Tento stav trval s menšími úpravami až do roku 2019, kdy s prosincovou změnou jízdního řádu převzala provoz na trati od Českých drah společnost Leo Express Tenders s.r.o. na základě desetileté smlouvy uzavřené s Pardubickým krajem. Se změnou dopravce došlo k významné úpravě konceptu provozu na této trati. Diesellové jednotky od výrobce Alstom nově zajišťují přímé vlaky po celé trati Ústí nad Orlicí – Mlýnický Dvůr, zároveň jsou zavedeny spěšné vlaky z Ústí nad Orlicí do Hanušovic s menším počtem zastavení a víkendové přípojné spoje ve směru Mlýnický Dvůr ze stanice Dolní Lipka. Změna konceptu byla reflektována úpravou číslování tratí v jízdním řádu v roce 2023. Od té doby nese číslo 024 trať Ústí nad Orlicí – Dolní Lipka – Mlýnický Dvůr/Hanušovice, zatímco číslo 025 převzala mezistátní trať Lichkov – Miedzylesie – Wrocław. Bez provozu je koncový úsek Mlýnický Dvůr – Štíty, kde byla rozhodnutím objednatele zastavena osobní doprava nejprve v roce 2011 a následně prozatím definitivně v roce 2018. (9), (33)



*Obrázek 8 Přestup mezi motorovým vozem řady 810 a osobním vlakem vedeným elektrickou lokomotivou řady 162 ve stanici Lichkov, stav v roce 2019*  
Zdroj: autor

## 2.1.2 Nasazení jednotek BEMU na trati 024

### Pořízení vozidel

Pro tuto trať autor uvažuje nasazení akutrolejových jednotek RegioPanter (Škoda 15 Ev3), které se v konvenční verzi EMU na této trati již objevovaly do roku 2019. (34) Oproti dieselovým jednotkám 846 dojde k mírnému nárůstu počtu míst pro sedící cestující ze 128 na 140, oproti jednotce 832 (68 míst k sezení) půjde o nárůst více než dvojnásobný. (35) Za velkou výhodu lze považovat navýšení celkového počtu dveří ze čtyř na osm, tím dojde ke zrychlení odbavení cestujících zejména u nejvytíženějších spojů. Autor navrhuje pořízení 6 jednotek, z toho čtyři poslouží pro pravidelné nasazení a dvě jednotky jako záložní, což odpovídá současném rozsahu vozového parku.

### Změny v jízdním řádu

Po nasazení jednotek BEMU dle autorova návrhu bude z velké části zachován současný jízdní řád, přesto si nová technologie vynutí provedení několika dílčích úprav. Z důvodu přehlednosti je nový jízdní řád rozdělen dle tří období: pracovní dny školního roku, pracovní dny školních prázdnin a víkendy. Návrh nového jízdního řádu je zobrazen v Tab. 5, zjednodušený grafikon v PŘÍLOHY. V jízdním řádu podbarvení u hlavičky vlaku označuje příslušný oběh (5 barev = 5 turnusových skupin), podbarvení časového údaje s červenou barvou písma nově zavedený spoj, ve zjednodušeném grafikonu jsou úsečky jednotlivých vlaků označeny barvou oběhu, úsečky se zvýrazněním v barvě oběhu označují vlak v nové časové poloze.

Nový jízdní řád obsahuje tyto změny:

#### 1) Pracovní dny – školní rok

- zavedení přibližně hodinového intervalu spojů do stanice Králíky v dopoledním sedle – docíleno prodloužením vlaků 7157, 7160, 7161, 7164, které jsou v současném stavu ukončeny ve stanici Letohrad za účelem zbrojení vozidel,
- zavedení přibližně hodinového intervalu spojů do stanice Moravský Karlov na konci odpolední špičky primárně z oběhových důvodů, zároveň dochází ke vhodnému vyplnění mezer v jízdním řádu – docíleno prodloužením vlaků 7181 a 7176,
- prodloužení večerního vlaku 7191 do stanice Lichkov z oběhových důvodů.

#### 2) Pracovní dny – prázdniny

- odstranění přestupu mezi vlaky 7163 a 20543 – docíleno vymizením potřeby zbrojení vozidel ve stanici Letohrad,
- zavedení přibližně hodinového intervalu spojů do stanice Moravský Karlov (zpět s přestupem v Dolní Lipce) na konci odpolední špičky primárně z oběhových důvodů, zároveň dochází ke vhodnému vyplnění mezer v jízdním řádu – docíleno prodloužením

vlaku 7181 a zavedením vlaku 20516.

### 3) Víkend

- odstranění přestupu mezi vlaky 7163 a 7165 – docíleno vymizením potřeby zbrojení vozidel ve stanici Letohrad,
- z důvodu nutnosti zajištění přesunu pod trakční vedení u zeleného oběhu bylo navrženo zdvojení jednotek s příslušným spojem Sp Hanušovice – Ústí nad Orlicí u vlaků 20512, 20515, 20514 a 20517, čímž bude odstraněn přestup při cestě ve/ze směru Králíky a Mlýnický Dvůr. Toto řešení bylo upřednostněno před zvažovaným méně nákladným (ale také s nulovým přínosem pro cestující) přesunem jednotky do stanice Lichkov pomocí soupravových vlaků.

Po celý týden dochází navíc k zavedení ranních a večerních soupravových vlaků z důvodu přesunu nočního odstavení vozidel z Králík do elektrifikované stanice Lichkov pro zajištění nočního dobíjení akumulátoru. Ve všech dnech provozu jsou pro dva oběhy zavedeny dva páry Sv vlaků v trase Lichkov – Králíky, u jednoho oběhu je navrženo zavedení/prodloužení dvou párů osobních vlaků s umožněním přepravy cestujících. Čtvrtý oběh má navržen noční pobyt ve stanici Letohrad.

Zanesené úpravy jízdního řádu svým minimálním rozsahem potvrzují závěry analytické části, že je trať 024 v současné době vhodná pro nasazení jednotek BEMU. Pomocí zpracovaného jízdního řádu byl v programu MS Excel vypracován rozpis jednotlivých oběhů (Tab. 6) s uvedením ujetých kilometrických vzdáleností s rozdělením na elektrifikovanou část a mimo ni. V pravé části tabulky jsou (za použití funkce SUMA) uvedeny ujeté vzdálenosti v režimu Os a Sv během jednoho dne a celkové ujeté kilometry během jednoho dne a jednoho týdne provozu. S využitím těchto údajů byl dopočítán poměr jízdy v elektrifikované části trati, kdy dochází k dobíjení akumulátoru, ku celkové ujeté vzdálenosti. S využitím výpočtů denních ujetých vzdáleností jednotlivých oběhů byly zpracovány grafy denních proběhů vozidel (Obr. 7–9). V pravé dolní části rozpisu (Tab. 6) jsou uvedeny roční ujeté kilometry. Hodnoty byly určeny pro každý oběh jako **[počet ujetých km v pracovním týdnu školního roku \* 44 týdnů] + [počet ujetých km v pracovním týdnu letních prázdnin \* 8 týdnů] + [počet ujetých km během jednoho víkendu \* 52 týdnů]**. Výpočet je mírně zkrácen, jelikož v něm autor neuvažuje státní svátky a zaokrouhluje období letních prázdnin na 8 týdnů a kalendářní rok na 52 týdnů, nicméně pro potřeby stanovení podmínek pro poptávaná vozidla BEMU ke splnění výrobcem (např. garantovaná životnost akumulátoru při ročním nájezdu přibližně 60 000 km) a základní představu o rozsahu ročního provozu jsou zjištěné výsledky dostatečné.



Vikend																										
jede jen v 6						spojení jednotek								spojení jednotek												
Sv 5	7145	Sv 7	Sp 1341	20511	20541	Sp 1343	20513	7159	7161	7163	7165	Sp 1345	20515	20545	7171	7175	Sp 1347	20517	7181	7199	7185	7187	7189			
Ústí nad Orlicí	5:06		6:43		7:43	8:43		9:43	10:43	11:43		12:43		13:43	14:43		15:43		16:43		17:43	18:43	19:43	20:43	22:10	
Letohrad - příjezd	5:22		6:57		8:00	8:57		10:00	11:00			12:00		14:00	15:00		16:00		16:57		18:00	19:00	20:00	21:00	22:28	
Letohrad - odjezd	5:24		6:58		8:01	8:58		10:01			12:04	12:04	12:58		14:01	15:07		16:01		16:58		18:01	19:07		21:01	22:31
Jablónné nad Orlicí	5:35		7:08		8:11	9:08		10:11			12:14	12:14	13:08		14:11	15:17		16:11		17:08		18:11	19:17		21:11	22:41
Lichkov - příjezd	5:51		7:20		8:26	9:20		10:26			12:29	12:29	13:20		14:26	15:32		16:26		17:20		18:26	19:32		21:28	22:56
Lichkov - odjezd	4:50	5:52	7:03	7:21	7:15	8:27	9:21		10:27		12:30	12:30	13:21		14:27	15:35		16:27		17:21		18:28	19:35		21:29	22:57
Dolní Lipka - příjezd	4:55	5:58	7:08	7:26	7:19	8:32	9:26		10:32		12:35	12:35	13:26	13:26	14:32	15:40		16:32		17:26	17:26	18:32	19:40		21:34	23:02
Dolní Lipka - odjezd	4:57	6:00	7:10	7:27	7:29	8:34	9:27	9:29	10:34		12:37	12:37	13:27	13:29	14:34	15:42		16:34		17:27	17:29	18:34	19:42		21:36	23:04
Králíky	5:02	6:06	7:15	s	7:35	8:40	s	9:35	10:40		12:43	12:43	s	13:35	14:40	15:48		16:40		s	17:35	18:40	19:48		21:43	23:10
Moravský Karlov				s	7:51		s	9:51	10:55				s	13:51				16:55		s	17:51		20:04			
Mlýnský Dvůr				s			s	9:56					s	13:56						s	17:56		20:10			
Hanušovice					7:57			9:57					13:57							17:57						

7196: Králíky - Letohrad jede jen v 6																								
jede jen v 6						spojení jednotek								spojení jednotek										
7142	7146	7196	7154	7156	Sp 1340	7158	20512	Sp 1342	7162	7164	7166	20514	Sp 1344	7170	7172	7174	20516	Sp 1346	7178	7180	Sv 2	Sv 4		
Hanušovice					8:02			10:02				14:02					18:02							
Mlýnský Dvůr					s			10:03	s			14:03	s				18:03	s						
Moravský Karlov					s			10:08	s	11:03		14:08	s			17:03	18:08	s						
Králíky		5:05	6:15	7:18	8:10	s		9:18	10:23	s	11:18		13:18	14:23	s	15:18	16:10	17:18	18:23	s	19:18	20:56	21:46	23:13
Dolní Lipka - příjezd		5:12	6:22	7:25	8:17	8:31		9:25	10:29	10:31	11:25		13:25	14:29	14:31	15:25	16:17	17:25	18:29	18:31	19:25	21:03	21:53	23:20
Dolní Lipka - odjezd		5:14	6:24	7:28	8:19			9:28	10:34	10:34	11:28		13:28	14:34	14:34	15:28	16:19	17:28	18:39	18:34	19:28	21:06	21:55	23:22
Lichkov - příjezd		5:19	6:30	7:33	8:24			9:33	10:39	10:39	11:33		13:33	14:39	15:33	16:24	17:33	18:44	18:39	19:33	21:11	22:00	23:27	
Lichkov - odjezd		5:20	6:31	7:34	8:28			9:34	10:40	10:40	11:34		13:34	14:40	15:34	16:28	17:34		18:40	19:34	21:12			
Jablónné nad Orlicí		5:34	6:46	7:49	8:42			9:49	10:54	11:49		13:49	14:54	15:49	16:42	17:49		18:54	19:49	21:27				
Letohrad - příjezd		5:43	6:55	7:58	8:51			9:58	11:03	11:58		13:58	15:03	15:58	16:51	17:58		19:03	19:58	21:36				
Letohrad - odjezd		4:44	5:44	7:00	8:02	9:02		10:02	11:05	12:02	13:02	14:02		15:05	16:02	17:02	18:02		19:05	20:02	21:38			
Ústí nad Orlicí		5:01	5:38	7:16	8:20	9:20		10:20	11:20	12:20	13:20	14:20		15:20	16:20	17:20	18:20		19:20	20:20	21:55			

#### Noční odstavení jednotlivých vozidel

#### Původní stav

846 - 1. oběh
846 - 2. oběh
846 - 3. oběh
832
480

Pracovní dny - školní rok  
přes noc Králíky  
přes noc Králíky  
přes noc Králíky  
přes noc Letohrad  
večer z vlaku 1268, odstav Č. Třebová, ráno Sv do Ústí nad Orlicí

Pracovní dny - prázdniny  
přes noc Letohrad -> přechod na modrý oběh  
přes noc Králíky -> přechod na žlutý oběh  
přes noc Králíky  
přes noc Králíky  
večer z vlaku 1268, odstav Č. Třebová, ráno Sv do Ústí nad Orlicí

Víkend  
přes noc Králíky  
přes noc Letohrad -> přechod na červený oběh  
přes noc Králíky -> přechod na modrý oběh  
přes noc Králíky  
nejede

#### Nový stav

440 BEMU 1. oběh
440 BEMU 2. oběh
440 BEMU 3. oběh
440 BEMU 4. oběh
480

Pracovní dny - školní rok  
přes noc Lichkov  
přes noc Lichkov  
přes noc Lichkov  
přes noc Letohrad  
večer z vlaku 1268, odstav Č. Třebová, ráno Sv do Ústí nad Orlicí

Pracovní dny - prázdniny  
přes noc Letohrad -> přechod na modrý oběh  
přes noc Králíky -> přechod na žlutý oběh  
přes noc Lichkov  
přes noc Lichkov  
večer z vlaku 1268, odstav Č. Třebová, ráno Sv do Ústí nad Orlicí

Víkend  
přes noc Lichkov  
přes noc Lichkov  
přes noc Letohrad  
přes noc Lichkov  
nejede

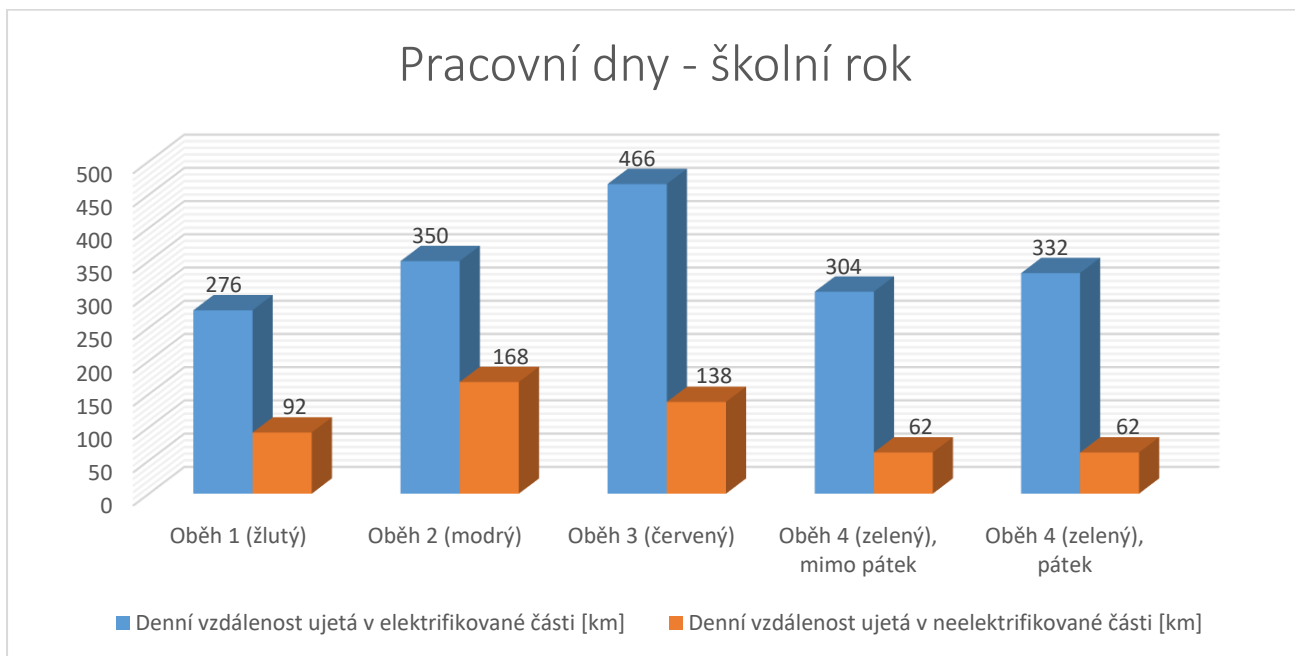
Zdroj: autor

Tabulka 6 Rozpis jednotlivých oběhů BEMU s výpočtem ujetých vzdáleností

(Česká Třebová -) Ústí nad Orlicí - Lichkov - Mlýnský Dvůr/Hanušovice																			
Pracovní dny - školní rok																			
1. oběh	vlak	Sv 3	7144	7151	7150	20501	7175	7174	7183	7180	7189	Sv 4							
	pod trolej		35	23	33	10	35	35	35	35	35								
	mimo trolej	8	8				15	15	15	15	8	8							
2. oběh	vlak	7143	7148	7147	7154	7157	7160	7163	7166	7171	7172	7181	7178	7187	Sv 2				
	pod trolej				35	35	35	35	35	35	35	35	35	35					
	mimo trolej	15	15	15	15	8	8	15	15	8	8	15	15	8	8				
3. oběh	vlak	Sv 1	7142	7149	7152	7155	7158	7161	7164	7169	7170	7179	7176	7185	7182	7191			
	pod trolej		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	23	23	35			
	mimo trolej	8	8	8	8	15	15	8	8	15	15	15	15						
4. oběh	vlak	7140	7141	7146	20500	7153	7156	7159	7162	7167	7168	7195	7194	7177					
	pod trolej	14	23	23	10	45	35	35	35	35	35	14	14	14					
	mimo trolej					8	8	15	15	8	8								
jede jen v 5    jede jen v 5																			
Pracovní dny - prázdniny																			
1. oběh	vlak	Sv 3	7144	7151	7150	20501	Sp 1347	Sp 1346	7185	7182	7191	přechod							
	pod trolej		35	23	33	10	35	35	23	23	14	na modry oběh							
	mimo trolej	8	8				25	25											
2. oběh	vlak	7140	7141	7146	20500	7153	7156	7159	7162	Sp 1345	Sp 1344	7175	7174	7183	7180	7189	Sv 4	přechod	
	pod trolej	14	23	23	10	45	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	8	na žlutý oběh
	mimo trolej					8	8	15	15	25	25	15	15	15	15	15	8	8	
3. oběh	vlak	Sv 1	7142	7149	7152	7155	7158	7161	7164	7169	7170	7177	7179	20516					
	pod trolej		35	35	35	35	35	14	14	35	35	14	21						
	mimo trolej	8	8	8	8	15	15			15	15		15	15					
4. oběh	vlak	7143	7148	7147	7154	Sp 1343	Sp 1342	7163	7166	7171	7172	7181	7178	7187	Sv 2				
	pod trolej					35	35	35	35	35	35	35	35	35					
	mimo trolej	15	15	15	15	25	25	15	15	8	8	15	15	8	8				
Vikend																			
1. oběh	vlak	20511	7156	7159	7162	Sp 1345	Sp 1344	7175	7174	7199	7180	7189	Sv 4						
	pod trolej		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35							
	mimo trolej	15	15	15	15	25	25	15	15	17	17	8	8						
2. oběh	vlak	Sv 9	7154	Sp 1343	Sp 1342	7163	7166	7171	7172	7181	7178	7187	Sv 2						
	pod trolej		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35							
	mimo trolej	8	8	25	25	8	8	8	8	8	8	8	8						
3. oběh	vlak	7142	7145	7196 (1)	7196 (2)	20541	7158	7161	7164	20545	7170	Sp 1347	Sp 1346	7185					
	pod trolej	14	35	21	14	35	35	14	14	35	35	35	35	14					
	mimo trolej		8	8		8	8			8	8	25	25						
4. oběh	vlak	Sv 7	7146	Sp 1341	Sp 1340	20513	20512	Sp 1342	Sp 1345	20515	20514	Sp 1344	Sp 1347	20517	20516				
	pod trolej		35	35				35	35			35	35						
	mimo trolej	8	8	25	20	12	12	5	5	12	12	5	5	5	12	17			
Os vlaky														poměr jízdy					
km/den														pod trolej/den					
Sv vlaky																			
km/den																			
celkem														celkem km/týden					
km/den																			
celkem																			
mimo pátek														mimo pátek					
celkem														pátek					
oběh bez Sv vlaků														0,831					
														0,843					
														0,75					
														0,676					
														0,772					
														0,778					
														0,730					
														0,716					
														0,634					
														0,648					
														0,729					
														sobota					
														neděle					
														0,774					
														0,764					
														0,571					

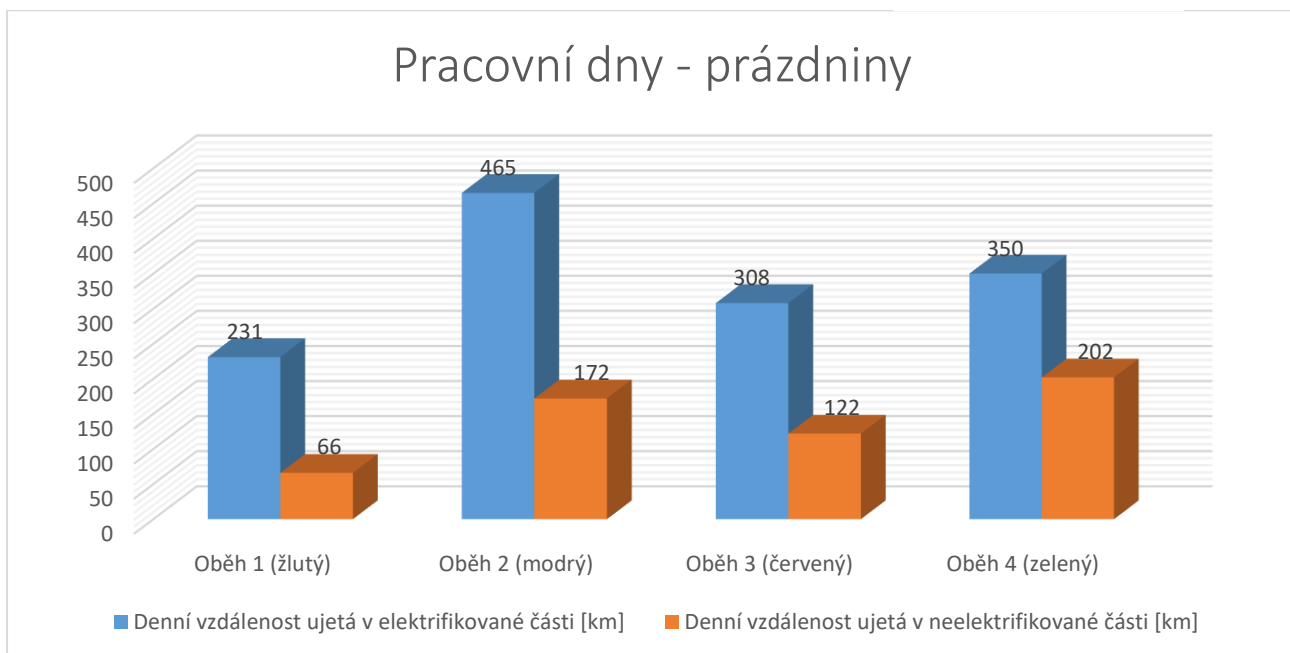
roční km	pod trolej km/rok	mimo trolej km/rok	pod trolej + mimo trolej km/rok
1. oběh	106360	42640	149000
2. oběh	132000	57360	189360
3. oběh	146144	44600	190744
4. oběh	103952	38152	142104
celkem	488456	182752	671208

Zdroj: autor



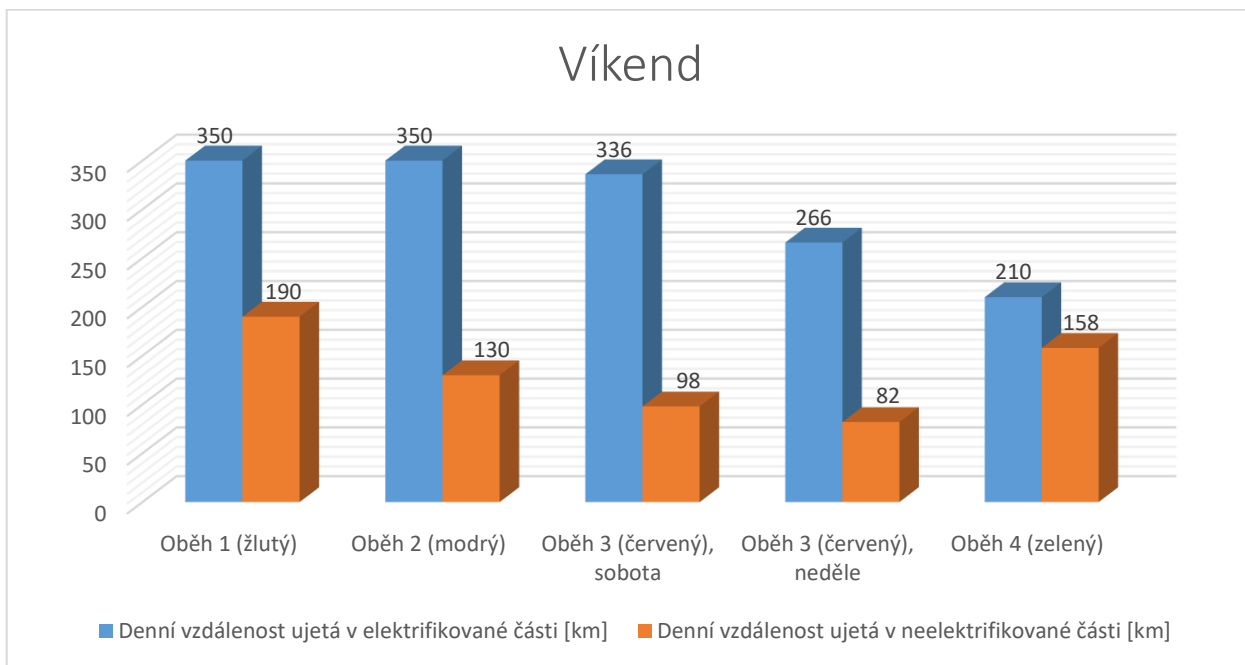
Obrázek 9 Denní proběh vozidel BEMU na trati 024 v pracovní dny – školní rok

Zdroj: autor



Obrázek 10 Denní proběh vozidel BEMU na trati 024 v pracovní dny – prázdniny

Zdroj: autor



Obrázek 11 Denní proběh vozidel BEMU na trati 024 o víkendech

Zdroj: autor

Z Tab. 6 a grafů (Obr. 9-11) je patrné, že denní ujetá vzdálenost v režimu na akumulátor se pohybuje v rozmezí 57,1 % (zelený oběh o víkendu) a 84,3 % (zelený oběh v pátky školního roku). Vzhledem k rozdílu mezi poměrem jízdy po elektrifikované části je z hlediska životnosti akumulátoru žádoucí střídat vozidla mezi oběhy tak, aby nedocházelo k nadměrnému opotřebení akumulátoru u některého z vozidel vlivem velkého počtu dobíjecích cyklů.

### Zavedení akutrolejového provozu

Zahájení akutrolejové technologie lze uvažovat v roce 2029, kdy vyprší platnost smlouvy se současným dopravcem. V případě, že by objednavatel uvažoval o nasazení akutrolejových vozidel až v pozdějším časovém období, je vhodné do nové smlouvy zapracovat zmínku o potenciálním požadavku na nasazení bezemisních vozidel v průběhu platnosti smlouvy, přičemž podrobně by byly změny pro obě smluvní strany následně specifikovány v samostatném dodatku. V souvislosti s tím se bude také potřeba zabývat otázkou, zda a jakým způsobem zachovat ranní Sp vlak do Prahy obsluhovaný vozidlem EMU. V případě rozhodnutí o zachování lze považovat za vhodné jeho objednání (spolu s Os vlakem 7145 zajišťovaným stejným vozidlem) samostatně mimo výběrové řízení na provozovatele dopravy na trati 024. V případě zrušení Sp vlaku a jeho nahrazením osobním vlakem do Ústí nad Orlicí ve stejné časové poloze nebudou čtyři vozidla postačovat k pokrytí všech ranních výkonů, což si vynutí časový posun velké části ranních spojů a zrušení některých ranních posilových vlaků. Přestože tato případná úprava jízdního řádu nemá přímou souvislost s problematikou nasazení vozidel BEMU, autor pro úplnost v Tab. 7 zpracoval možný návrh úpravy provozu v období 0:00-8:00 pracovních dní (shodně po celý rok).



Tabulka 7 Návrh ranního období provozu po odstranění oběhu zajišťovaném elektrickou jednotkou ř. 480.

stav bez jednotky ř. 480 (černý oběh)	Sv 1	Sv 3	7143	7141	7145			7149	7151	7153	7155
stav s jednotkou ř. 480 (černý oběh)	Sv 1	Sv 3	7143	7141	7145	7147	7149		7151	7153	7155
Česká Třebová							-			6:29	
Ústí nad Orlicí - příjezd							-			6:40	
Ústí nad Orlicí - odjezd				4:42	5:06		5:21	5:44	6:13	6:48	7:43
Letohrad - příjezd				5:03	5:22		5:41	6:03	6:30	7:03	8:00
Letohrad - odjezd				5:04	5:24		5:53	6:04	6:31	7:05	8:01
Jablonné nad Orlicí				5:13	5:35		6:03	6:15	6:40	7:17	8:11
Lichkov - příjezd					5:51		6:21	6:30		7:32	8:26
Lichkov - odjezd	3:50	4:30	5:03		5:52	6:04	6:22	6:31		7:35	8:27
Dolní Lipka - příjezd	3:55	4:35	5:08		5:58	6:09	6:28	6:35		7:40	8:32
Dolní Lipka - odjezd	3:57	4:37	5:10		6:00	6:11	6:30	6:37		7:42	8:34
Králíky	4:02	4:42	5:17		6:05	6:16	6:36	6:45		7:48	8:40
Moravský Karlov			5:30			6:31		6:58			8:55
stav bez jednotky ř. 480 (černý oběh)	7140	7142	7144	7146			7148		7150	7152	7154
stav s jednotkou ř. 480 (černý oběh)	7140	7142	7144	7146	20500	7148	1290		7150	7152	7154
Moravský Karlov						5:33	5:35				7:03
Králíky		4:05	4:45			5:48	5:50			6:44	7:18
Dolní Lipka - příjezd		4:12	4:52			5:55	5:57			6:51	7:25
Dolní Lipka - odjezd		4:14	4:54			5:57	5:59			6:53	7:28
Lichkov - příjezd		4:19	4:59			6:02	6:04			6:59	7:33
Lichkov - odjezd		4:20	5:00				6:05			7:00	7:34
Jablonné nad Orlicí		4:34	5:14	5:34			6:19		6:53	7:15	7:49
Letohrad - příjezd		4:43	5:23	5:43			6:29		7:02	7:24	7:58
Letohrad - odjezd	4:03	4:44	5:24	5:44			6:31		7:04	7:25	8:02
Ústí nad Orlicí - příjezd	4:20	5:01	5:38	6:01			6:45		7:20	7:39	8:20
Ústí nad Orlicí - odjezd					6:05		6:50		7:24		
Česká Třebová					6:22				7:36		

Zdroj: autor

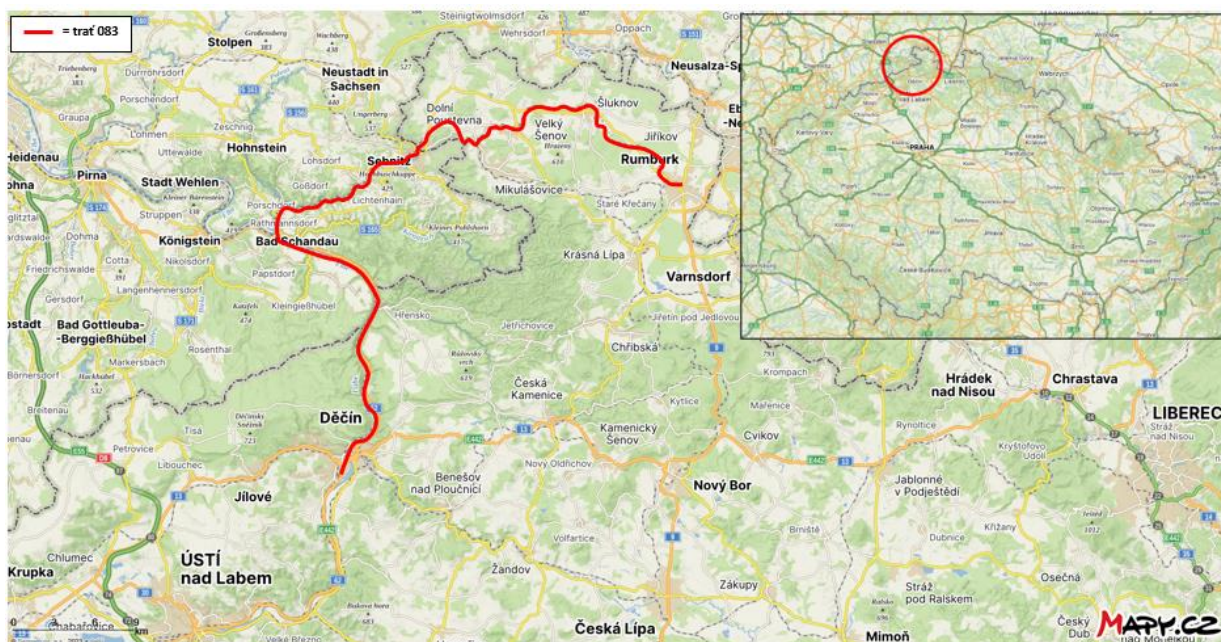
### Návaznost na nasazení akutrolejových jednotek na dalších tratích

Vzhledem k vysoké pořizovací ceně vozidel (v prvním případě dovybavení vozidel RegioPanter akumulátory v Moravskoslezském kraji jde o navýšení v částce přesahující 35 milionů Kč/vůz (41)) vnímá autor jako velké úskalí pořízení dvou jednotek pro potřeby zálohy, což při rozsahu provozu na trati 024 tvoří jednu třetinu vozového parku. Jedním z řešení by bylo připuštění obsazení pozice minimálně jedné záložní jednotky starším dieselovým vozidlem, pokud by však bylo trváno na bezemisním provozu ve 100 % případů, jeví se jako optimální řešení rozšířit akutrolejový provoz o spěšné vlaky na trati 021 Hradec Králové – Letohrad, což je další z uvažovaných tras zpracovaných v analytické části (délka neelektrifikovaného úseku 41 km, podíl

elektrifikace 33,9 %), čímž by došlo k rozpuštění záložních vozidel mezi větší rozsah výkonů.

## 2.2 Návrh nasazení vodíkových vozidel na trať Děčín – Bad Schandau – Dolní Poustevna – Rumburk

Nasazení vodíkových jednotek je navrženo na trati Děčín – Bad Schandau – Sebnitz – Dolní Poustevna – Mikulášovice – Rumburk, která se v traťových jízdních řádech pro veřejnost nachází pod číslem 083. Přehledná situace vedení trati je uvedena na Obr. 12.



Obrázek 12 083 Vedení trati 083 Děčín – Bad Schandau - Rumburk

Zdroj: autor na podkladě (30)

Zvolená trať splňuje základní požadavky stanovené v kapitole 1.2.2 analytické části. Trať je elektrifikována pouze v menší části trasy (34,3 %), na českém úseku se trať nachází na území Ústeckého kraje, který se možnostmi zavedení vodíkových vozidel ve veřejné dopravě dlouhodobě zabývá a zároveň se na území krajského města a v jeho blízkosti nachází množství průmyslových podniků, které vodík coby vedlejší produkt vyrábí. Ve výběru tratí pro nasazení vozidel (Obr. 4) zpracovaného VÚŽ je uvažováno využití plnicí stanice umístěné poblíž uzlu Ústí nad Labem, byť primárně pro linku R14 Ústí nad Labem – Liberec.

### 2.2.1 Nasazení jednotek HMU na trať 083

#### Pořízení vozidel

K nasazení na trať 083 jsou uvažovány jednotky Coradia iLint zvolené v analytické části vzhledem ke zkušenostem z nasazení do pravidelného provozu v zahraničí a testovacího provozu vozidla s cestujícími proběhlého v ČR v roce 2022. V porovnání s jednotkami 642 dojde k navýšení počtu míst pro sedící o 40 míst na 150, což je na této turisticky atraktivní lince s narůstající poptávkou

jednoznačným přínosem. Stejně jako u trati 024, i zde pomůže urychlit výměnu cestujících zdvojnásobení počtu dveří ze čtyř na osm. Na autorem vypracovaný jízdní řád jsou zapotřebí tři jednotky + dvě záložní, přičemž je z hlediska ekonomiky provozu velmi žádoucí využít záložních vozidel společně s jinou linkou pro snížení celkových nákladů vlivem malého rozsahu výkonů.

### **Změny v jízdním řádu**

Návrh jízdního řádu je zpracován tak, aby byl uplatnitelný pro celé období jízdního řádu, nicméně vzhledem ke stavebním pracím na německém území a mnoha variantám poloh některých spojů v závislosti na průběhu hlavní turistické sezóny nelze vystihnout všechna období roku. Tabulkový jízdní řád se žlutým podbarvením nových vlaků (Tab. 8) je uveden na konci této kapitoly spolu s rozpisem ujetých vzdáleností u jednotlivých oběhů (Tab. 9). Zjednodušený grafikon se nachází v PŘÍLOHY.

Hlavním cílem autora při zpracování **návrhu jízdního řádu** pro nasazení vodíkových jednotek bylo zachování současného jízdního řádu v maximální možné míře, neboť jej lze v současnosti považovat vzhledem ke stavu infrastruktury a návazným linkám regionální dopravy za optimální. Úprava jízdního řádu proto zahrnuje pouze soupravové jízdy z Děčína do Ústí nad Labem za účelem dočerpání vodíku. Vzhledem k dennímu nájezdu kilometrů a maximálnímu garantovanému dojezdu na jedno dočerpání paliva je uvažováno s přistavením k dočerpání u všech jednotek každý pracovní den. O víkendech, kdy nejsou v provozu posilové spoje, postačí přistavení pouze v sobotu. Soupravová jízda k dočerpání vodíku probíhá u všech jednotek v době prostoje ve stanici Děčín v délce 1 hod 24 minut. U modrého oběhu je navržena jízda ve večerních hodinách v pracovních dnech i v sobotu, u zbývajících dvou oběhů je navržena jízda během pracovních dní v dopoledních hodinách z důvodu absence vhodného časového okna v podvečerních hodinách vlivem provozu posilových spojů Děčín – Schöna. Zvažované umožnění přepravy cestujících v úseku Děčín hl. n. – Ústí nad Labem hl. n. nebylo autorem do návrhu zařazeno z důvodu hraničního času pro uskutečnění dočerpání paliva a včasné přistavení vozidla na další spoj a také vzhledem k existenci vhodných přípojů na linky U1 Děčín – Ústí nad Labem – Kadaň a R20 Děčín – Ústí nad Labem – Praha. V případě většího zpoždění při příjezdu do stanice Děčín by došlo k přeložení čerpání paliva do jiného časového okna. Pokud by nezbývala dostatečná rezerva paliva pro dojezd vozidla do jiné vhodné polohy pro čerpání, byla by vypravena náhradní jednotka.

Vypracovaný **rozpis jednotlivých oběhů** je oproti trati 024, kde oběhy začínaly první jízdou kalendářního dne, tvořen mírně odlišně. U vozidel s vodíkovým zdrojem pohonu je zásadní doba mezi jednotlivými čerpáními paliva, z toho důvodu je oběh ohraničen soupravovými jízdami k dočerpání paliva. Přechod mezi jednotlivými kalendářními dny je oddělen tučnou černou úsečkou. Každý

oběh je rozpracován pro jednotlivá období: 1) pondělí-úterý, úterý-středa, středa-čtvrtek, čtvrtek-pátek 2) pátek-sobota 3) sobota-neděle-pondělí (v neděli se palivo nečerpá). Součty celkových ujetých km/období (tedy období mezi přistavením k čerpání paliva) prokázaly, že oběhy byly navrženy tak, aby nedošlo k překročení bezpečné hranice 1 000 km. V závislosti na praktických zkušenostech z provozu je možné následně některá přistavení vynechat, aniž by hrozilo riziko vyčerpání zásoby paliva během výkonu na lince. Možným dopadem může být např. čerpání paliva v úterý-pátek až na konci dvoudenního „modrozeleného“ oběhu. V dolní části rozpisu jsou uvedeny ujeté kilometry během běžného týdne v navrženém stavu bez soupravových jízd za účelem čerpání paliva (což zároveň odpovídá současnému stavu) a včetně soupravových jízd. U ročních ujetých km (týdenní km \* 52) dochází k mírné nepřesnosti vlivem zaokrouhlení 1 rok = 52 týdnů a neuvažováním státních svátků, ale pro potřeby stanovení podmínek pro poptávaná vozidla HMU a základní představu o rozsahu ročního provozu jsou zjištěné výsledky dostatečné.

Tabulka 8 Návrh jízdního řádu jednotek HMU na trati 083

Děčín - Bad Schandau - Dolní Poustevna - Rumburk (osobní vlaky)																							
		jen v PD				jen v PD				jen v 6			jen v 1-6		jen v 6								
		Sv 2				Sv 4				Sv 6			Sv 8		Sv 10								
		10:10				12:10				18:10			20:10		22:10								
		10:12				12:12				18:12			20:12		22:12								
		10:28				12:28				18:28			20:28		22:28								
Ústí n. L. západ																							
Ústí n. L. hl.n.																							
Děčín hl. n.																							
		5459:Děčín - Sebnitz v PD																					
	jen v PD	jede v 1-6			jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		
	6681	6683	21000	5459	5441	5262	5443	5445	28041	5447	5264	28043	5449	5266	28045	5451	5451	5268	5453	5455	5270	Sv 5273	
Děčín hl. n.			4:36	5:23	6:41	7:39	8:41	10:41		12:41	13:39		14:41	15:39		16:41	16:41	17:39	18:41	20:41	22:40		
Dolní Žleb			4:50	5:37	6:55	7:53	8:55	10:55		12:55	13:53		14:55	15:53		16:55	16:55	17:53	18:55	20:55	22:54		
Schona				5:41	6:59	7:56	8:59	10:59		12:59	13:56		14:59	15:56		16:59	16:59	17:56	18:59	20:59	22:58		
Bad Schandau				5:52	7:10		9:10	11:10		13:10			15:10			17:10	17:10		19:10	21:10	23:09		
Bad Schandau				5:54	7:18		9:18	11:18		13:18			15:18			17:18	17:18		19:18	21:18			
Sebnitz			6:15-6:39	7:39-7:42		9:39-9:42	11:39-11:42		13:39-13:42			15:39-15:42			17:39-17:42	17:39-17:42		19:39-19:42	21:39-21:42		21:30		
Dolní Poustevna	4:34	5:16	6:42-6:43	7:45-7:46		9:45-9:46	11:45-11:46		13:45-13:46			15:45-15:46			17:45-17:46	17:45-17:46		19:45-19:46	21:45-21:46		21:33		
Mikulášovice d. n.	4:43	5:25	6:52	7:55-8:00		9:55-10:00	11:55-12:00		13:55-14:00			15:55-16:00			17:55-18:00	17:55-18:00		19:55-20:00	21:55				
V. Šenov	4:51	5:32	6:59	8:06		10:06	12:06		13:01	14:06			15:01	16:06		17:01	18:06	18:06	20:06	22:01			
Rumburk	5:13	5:56	7:22	8:28		10:28	12:28		13:22	14:28			15:22	16:28		17:22	18:28	18:28	20:28	22:24			
do Děčín hl.n																							
	jen v PD	jen v 6 a 7		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD		jen v PD	
	21001	5458	Sv 5272	5440	5263	5442	5444	5446	28040	5265	5448	28042	5267	5450	28044	5269	5452	5454	5456	6684	5271		
Rumburk		4:29		5:33		7:30	9:30	11:30	12:32		13:30	14:32		15:30	16:32		17:30	19:30	20:39	22:25			
V. Šenov		4:51		5:54		7:51	9:51	11:51	12:53		13:51	14:53		15:51	16:53		17:51	19:31	21:00	22:45			
Mikulášovice d. n.		4:57-5:00		6:01		7:59-8:00	9:59-10:00	11:58-11:59		13:59-14:00			15:59-16:00			17:59-18:00	19:59-20:00	21:06	22:52				
Dolní Poustevna		5:10-5:12	5:42	6:11-6:12		8:10-8:12	10:10-10:12	12:10-12:12		14:10-14:12			16:10-16:12			18:10-18:12	20:10-20:12	21:16-21:17	23:02				
Sebnitz		5:15-5:18	5:45	6:15-6:18		8:15-8:18	10:15-10:18	12:15-12:18		14:15-14:18			16:15-16:18			18:15-18:18	20:15-20:18	21:20					
Bad Schandau		5:39		6:39		8:39	10:39	12:39		14:39			16:39			18:39	20:39						
Bad Schandau		5:48		6:48		8:41	10:48	12:48		14:48			16:48			18:48	20:48				23:50		
Schona		5:51		6:59	8:00	8:51	10:59	12:59		14:00	14:59		16:00	16:59		18:00	18:59	20:59			0:02		
Dolní Žleb	4:54	5:55		7:03	8:03	8:55	11:03	13:03		14:03	15:03		16:03	17:03		18:03	19:03	21:03			0:06		
Děčín hl. n.	5:08	6:17		7:17	8:17	9:17	11:17	13:17		14:17	15:17		16:17	17:17		18:17	19:17	21:17			0:14		
		jen v PD		jen v PD						jen v 6				jen v 1-6				jen v 6					
		Sv 1		Sv 3						Sv 5				Sv 7				Sv 9					
		9:19		11:19						17:19				19:19				21:19					
		9:35		11:35						17:35				19:35				21:35					
		9:37		11:37						17:37				19:37				21:37					
Děčín hl. n.																							
Ústí n. L. hl.n.																							
Ústí n. L. západ																							

vysvětlivky k oběhům  
 642 - 1. vůz  
 642 - 2. vůz  
 642 - 3. vůz  
 844

zajišťuje Sp 1960, 1961  
 zajišťuje vozidlo ř. 844 z trati 081

střídání oběhů

PD víkend  
 červená modrá  
 modrá <-> zelená zelená <-> červená

Zdroj: autor

Tabulka 9 Rozpis jednotlivých oběhů HMU s výpočtem ujetých vzdáleností

Děčín - Bad Schandau - Dolní Poustevna - Rumburk (osobní vlaky)																				Os vlaky	Sv vlaky	celkem	celkem					
																				km/období	km/období	km/období	km/týden					
1 po-út, út-st, st-čt, čt-pá	Sv 2	5445	28040	28041	5448	5266	5267	5451	5454	5270	5271	Sp 1960	Sp 1961	21000	21001	5459	5442	Sv 1										
najeto km	24	67	17	17	67	14	14	67	67	23	23	25	25	10	10	67	67	24			580	48	628	2512				
2 pá - so	Sv 2	5445	28040	28041	5448	5266	5267	5451	5454	5270	5271	21000	21001	5441	5444	5447	5450	Sv 7										
najeto km	24	67	17	17	67	14	14	67	67	23	23	10	10	67	67	67	67	24			664	48	712	712				
3 so - ne - po	Sv 8	5453	5456	Sv 5273	Sv 5272	5459	5442	5445	5448	5451	5454	5270	5271	Sp 1960	Sp 1961	21000	21001	5459	5442	Sv 1								
najeto km	24	67	29	2	2	29	67	67	67	67	67	23	23	25	25	10	10	67	67	24			714	48	762	762		
																				Os km/týden:	3698	celk. km/ týden	3986					
1 po-út, út-st, st-čt, čt-pá	Sv 4	5447	28042	28043	5450	5268	5269	5453	5456	Sv 5273	6681	5440	5262	5263	5443	5446	5264	5265	5449	28044	28045	5452	Sv 9					
najeto km	24	67	17	17	67	14	14	67	29	2	27	67	14	14	67	67	14	14	67	17	17	67	24		746	48	794	3176
2 pá - so	Sv 10	5455	5440	5443	5446	5449	5452	Sv 9																				
najeto km	24	67	67	67	67	67	24																		402	48	450	450
3 so - ne - po	Sv 10	5455	5440	5443	5446	5449	5452	5455	5458	5441	5444	Sv 3																
najeto km	24	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	24													670	48	718	718
																				Os km/týden:	4056	celk. km/ týden	4344					
1 po-út, út-st, st-čt, čt-pá	Sv 10	5455	5458	5441	5444	Sv 3																						
najeto km	24	67	67	67	67	24																			268	48	316	1264
2 pá - so	Sv 4	5447	28042	28043	5450	5268	5269	5453	5456	Sv 5273	Sv 5272	5459	5442	5445	5448	5451	5454	Sv 5										
najeto km	24	67	17	17	67	14	14	67	29	2	2	29	67	67	67	67	67	24							660	48	708	708
3 so - ne - po	Sv 6	5270	5271	5441	5444	5447	5450	5453	5456	Sv 5273	6681	5440	5262	5263	5443	5446	5264	5265	5449	28044	28045	5452	Sv 9					
najeto km	24	23	23	67	67	67	67	67	29	2	27	67	14	14	67	67	14	14	67	17	17	67	24		864	48	912	912
																				Os km/týden:	2596	celk. km/ týden	2884					
										stávající stav	celk. km/týden: 10350												navržený stav	celkové km/týden: 11214				
										(a nový stav bez Sv jízdy)	celkové km/rok: 538200													celkové km/rok: 583128				

Zdroj: autor

## Zavedení provozu vodíkových jednotek

Před koncem roku 2023 je v plánu uzavřít novou desetiletou smlouvu s přímým zadáním stávajícímu dopravci České dráhy (38). K zavedení vodíkového provozu je možné dojít průběžným jednáním mezi objednatelem a dopravcem o možnostech nasazení s uzavřením dodatku ke stávající smlouvě, jako pravděpodobnější se jeví nasazení vodíkových vozidel až po roce 2033, kdy bude v optimistickém scénáři již hotova výstavba plnicí stanice v Ústí nad Labem. Plnicí stanice by našla uplatnění také pro provoz na rychlíkové lince R14B Ústí nad Labem – Česká Lípa – Liberec (doplnění paliva umožněno během pobytu v Ústí nad Labem o délce 59 minut) a regionálních linkách U8 Děčín – Česká Kamenice – Rumburk (přejezd Děčín – Ústí nad Labem pro doplnění paliva umožněn v mimošpičkovém období během pauzy v Děčíně o délce 1 hod 17 minut) a L2 Děčín – Česká Lípa – Liberec (přejezd Děčín – Ústí nad Labem pro doplnění paliva umožněn v mimošpičkovém období během pauzy v Děčíně o délce 1 hod 45 minut). O podmínkách přechodu na novou technologii bude nutné jednat s německým objednatelem z důvodu současného zajišťování vozidel německou stranou.

### 2.2.2 Nasazení jednotek BEMU na trati 083

Na tomto místě lze porovnat možnost nasazení vodíkové technologie s akutrolejovou, pro kterou jsou na lince U28 podobné výchozí podmínky. Jak vyplývá z analytické části, na této lince není možné bez výchozích investic do infrastruktury akutrolejové jednotky provozovat, a to vzhledem k neelektrifikovanému úseku Bad Schandau – Rumburk o délce 44 km. Autorem původně zvažované řešení v podobě zřízení krátkého napájecího úseku ve stanici Rumburk muselo být přehodnoceno vzhledem k nedostatečné dobíjecí době ve špičkových obdobích během provozu spojů do Velkého Šenova, jejichž rozsah má objednavatel zájem nadále rozšiřovat (38), což by znamenalo nutnost nasazení další jednotky do oběhu. Jako vhodnější řešení se jeví elektrifikace delšího úseku Rumburk – Mikulášovice dolní nádraží. Jak ukazuje Tab. 10, elektrizací tohoto 21 km dlouhého úseku by došlo ke změně poměru ne/elektrifikované části a tato trať by se tak stala vhodnou pro provoz akutrolejových vozidel.

Pokud by v dlouhodobém horizontu německá strana přistoupila ke splnění záměru Ústeckého kraje (38) k rekonstrukci úseku Sebnitz – Bad Schandau a zavedení hodinového taktu v celé trase, nabízí se investovat zároveň do elektrifikace celého úseku Mikulášovice dolní nádraží – Bad Schandau a vyměnit akutrolejové jednotky za konvenční elektrické.

V souvislosti s úvahou o vhodnější variantě uplatnění alternativního pohonu na trati U28 se nabízí provést stručné ekonomické porovnání počátečních nákladů na vybudování infrastruktury, bez nichž se ani v jedno případě nelze obejít. V případě vodíkové technologie jde o investiční náklady

na vybudování vodíkové stanice, které lze vzhledem ke zkušenostem z provozu v Dolním Sasku (26) a odhadu společnosti Spolchemie (17) stanovit na 120-200 milionů Kč. V případě akutrolejové technologie je potřeba vyčíslit náklady na provedení elektrizace úseku Rumburk – Mikulášovice dolní nádraží. V tomto případě autor vycházel ze srovnání s náklady na elektrizaci trati 291 Šumperk – Kouty, která vyšla na přibližně 470 milionů Kč (39). Toto srovnání není zcela objektivní, jelikož trať 291 je oproti uvažovanému úseku o 2 km kratší a od realizace v roce 2016 došlo vlivem inflace k navýšení cen prací, na druhou stranu zahrnuje tato částka i provedené stavební úpravy stanic Petrov nad Desnou a Kouty nad Desnou, což předešlé body kompenzuje. Tento velmi hrubý odhad nákladů ukázal, že z hlediska nutných počátečních investic je o 250 milionů výhodnější varianta vodíkového provozu. Jak bylo navíc uvedeno v podkapitole Zavedení provozu vodíkových jednotek, nová vodíková stanice může (a měla by) již od počátku sloužit vozidlům z jiných výkonů, zatímco uvažovaná částečná elektrizace by mimo samotnou trať 083 přinesla přidanou hodnotu pouze v podobě elektrizace stanice Rumburk.

Tabulka 10 Porovnání hodnot elektrifikace v současném a uvažovaném stavu

Číslo trati v jízdním řádu	Období	Celková délka relace [km]	Délka elektrifikované části [km]	Délka neelektrifikované části [km]	Podíl elektrifikované části k celkové délce relace
083	<b>Současný stav</b>	67	23	44	0,343
083	<b>Stav po uvažované elektrizaci úseku Rumburk – Mikulášovice d.n.</b>	67	44	23	0,657

Zdroj: autor na podkladě (9)



### 3. ZHODNOCENÍ NÁVRHU

Tato kapitola úzce navazuje na zpracované návrhy v kapitole přechozí. Obsahuje vyhodnocení přínosů a nevýhod zpracovaných návrhů z hlediska provozovatele dráhy, provozovatele a objednatele drážní dopravy a cestujících a vyhodnocení z hlediska přínosů ve snižování emisí z dopravy.

#### 3.1. Dopady zavedení provozu vozidel s alternativním zdrojem pohonu na zúčastněné subjekty

##### Dopady zavedení akutrolejového provozu na trati 024 na zúčastněné subjekty

- Provozovatel dráhy: zavedení akutrolejových jednotek nepřináší žádné podstatné dopady na provozovatele dráhy, jelikož je k dobíjení akumulátorů navrženo využití stávajícího elektrifikovaného úseku a není potřeba budovat dodatečně dobíjecí zázemí,
- Provozovatel drážní dopravy: nutné pořídit a provozovat nové jednotky, se kterými nejsou v současné době velké zkušenosti, nárůst výkonů posádek o večerní a ranní Sv jízdy, nové víkendové spojování jednotek ve stanicích Dolní Lipka a Ústí nad Orlicí, vysoké nároky na kvalitní servis vozidel z důvodu malého počtu záložních akutrolejových jednotek, doplnění zvláštní odborné způsobilosti pro osvědčení strojvedoucích,
- Objednatel dopravy: v důsledku zavedení nové moderní technologie dojde k navýšení ceny za kilometr, dojde k nárůstu dopravního výkonu (vlkm) během pracovních dní i během víkendů, zvýšené náklady vynahrazuje zavedení 100 % bezemisního provozu osobní dopravy na trati 024 splňujícího závazky k ochraně klimatu, nasazení nových vozidel s plánovanou životností přes 30 let a vyšší kapacitou pro případný nárůst poptávky na této trati,
- Cestující: zachování současného konceptu jízdního řádu, který lze dle názoru autora považovat za podařený, zavedení nových spojů ve vybraná období, odstranění přestupu u jednoho spoje v pracovní dny – prázdniny ve stanici Letohrad a čtyř víkendových spojů Mlýnický Dvůr – Dolní Lipka ve směru Ústí nad Orlicí, provoz zajištěn novými prostornými vozidly s menší hlučností v interiéru a lepšími jízdními vlastnostmi.

##### Dopady zavedení vodíkového provozu na trati 083 zúčastněné subjekty

- Provozovatel dráhy: zavedení vodíkových jednotek může přinést podstatnou změnu v případě, pokud by měl zajišťovat provoz plnicích stanic, což však nelze v tuto chvíli potvrdit ani vyloučit. Za další dopad lze považovat soupravné jízdy vlaků mezi Děčínem a Ústím nad Labem po vytížené koridorové trati v těsném souběhu s pravidelnými vlaky osobní dopravy.

- Provozovatel drážní dopravy: pořízení a provozování nových jednotek, se kterými nejsou v současné době v ČR zkušenosti; vysoké nároky na kvalitní servis vozidel z důvodu žádoucího malého počtu záložních jednotek, nové soupravové jízdy Děčín hl. n. – Ústí nad Labem západ o délce  $2 * 24 = 48$  km, doplnění zvláštní odborné způsobilosti pro osvědčení strojvedoucích.
- Objednatel dopravy: nasazení nových vozidel s plánovanou životností přes 30 let s vyšší kapacitou pro očekávaný nárůst poptávky na této trati, na druhou stranu zavedením nové technologie dojde k navýšení ceny za kilometr, dojde k nárůstu km během pracovních dní a soboty ( $48 \text{ km} * 3 \text{ oběhy} * 6 \text{ šest jízd v týdnu} = 864 \text{ km/týden}$ , tj. 44 928 km za dobu platnosti jednoho ročního jízdního řádu) a to bez přínosu cestujícím, zvýšené náklady vynahrazuje zavedení 100 % bezemisního provozu osobní dopravy na lince U28, což je bezpochyby žádoucí i vzhledem k vedení trati v těsné blízkosti národních parků České Švýcarsko a Saské Švýcarsko. Za dvě největší komplikace z hlediska objednatele autor považuje nutnost pečlivě projednat přechod na vodíkovou technologii s německou stranou (byť lze obecně očekávat větší zájem než např. v případě polských a slovenských sousedů) a jednání s dalšími subjekty ohledně vybudování vodíkové stanice v Ústí nad Labem, neboť její výstavba pouze v režii Ústeckého kraje není z ekonomického hlediska reálná.
- Cestující: díky zachování současného jízdního řádu téměř nulový dopad pro cestující, za největší riziko lze považovat výrazná zpoždění vlaků na odjezdu ze stanice Děčín, pokud by docházelo k prodloužení doby dočerpání vodíku oproti předpokládaným 15-20 minutám.

### 3.2. Přehled nárůstu výkonů dle navržených jízdních řádů

Za pomocí MS Excel byly vytvořeny Tab. 11 a 12 porovnávací stávající a navržený stav s vyznačením nárůstu u jednotlivých oběhových skupin. U vodíkových jednotek je přírůstek totožný u všech skupin, u akutrolejových jednotek je nejvyšší nárůst u červeného oběhu vlivem nárůstu km u vlaků 7161, 7164 a 7176 a 7191 v pracovní dny školního roku. Nejmenší nárůst je u žlutého oběhu, kde dochází k navýšení pouze vlivem soupravových jízd k nočnímu odstavení do stanice Lichkov.

S využitím těchto tabulek byl dále v programu MS Excel porovnán celkový roční nárůst kilometrů u obou návrhů v Tab. 13 a 14. Zjištěné hodnoty nárůstu budou využity v podkapitole 3.3.

Tabulka 11 Denní a roční nárůst kilometrů na trati 024 v navrženém jízdním řádu

	denní nárůst km		roční nárůst km	
	Os vlaky	Sv vlaky	Os vlaky	Sv vlaky
Pracovní dny - školní rok				
1. oběh	0	16	0	3520
2. oběh	65	16	14300	3520
3. oběh	115	8	25300	1760
4. oběh	0	0	0	0
Pracovní dny - prázdniny				
1. oběh	0	8	0	320
2. oběh	0	8	0	320
3. oběh	15	8	600	320
4. oběh	15	8	600	320
Víkend				
1. oběh	5	8	520	832
2. oběh	0	16	0	1664
3. oběh	0	0	0	0
4. oběh	85	8	8840	832
	300	104	50160	13408
celkem	404		63568	

Zdroj: autor

Tabulka 12 Porovnání stávajícího a navrženého stavu na trati 024 z hlediska nárůstu vlkm

	roční najeté kilometry		
	stávající stav	nárůst	navržený stav
1. oběh	143 808	5192	149 000
2. oběh	169 556	19804	189 360
3. oběh	162 764	27980	190 744
4. oběh	131 512	10592	142 104
celkem	607 640	63 568	671 208

Zdroj: autor

Tabulka 13 Denní a roční nárůst kilometrů na trati 083 v navrženém jízdním řádu

	denní nárůst km		roční nárůst km	
	Os vlaky	Sv vlaky	Os vlaky	Sv vlaky
Pondělí–sobota				
1. oběh	0	48	0	14976
2. oběh	0	48	0	14976
3. oběh	0	48	0	14976
celkem	144		44928	

Zdroj: autor

Tabulka 14 Porovnání stávajícího a navrženého stavu na trati 083 z hlediska nárůstu vlkm

	roční najeté kilometry		
	stávající stav	nárůst	navržený stav
1. oběh	179 400	14 976	194 376
2. oběh	179 400	14 976	194 376
3. oběh	179 400	14 976	194 376
celkem	538 200	44 928	583 128

Zdroj: autor

### 3.3. Dopady zavedení provozu vozidel s alternativním zdrojem pohonu na snížení produkce emisí

Vzhledem k tomu, že snížení produkce emisí lze, společně se snížením nezávislosti na státech exportujících fosilní paliva, obecně považovat za hlavní důvod ke snaze zvýšit podíl bezemisních dopravních prostředků, je namístě blíže specifikovat, ve které hladině se bude snížení produkce emisí pohybovat. K porovnání posloužily rozpis oběhů s výpočtem kilometrických vzdáleností stávajícího i nového stavu (Tab. X a Y v návrhové části) a nástroj [EcoPassenger](#), což je mezinárodně uznávaný certifikovaný kalkulátor emisí sloužící primárně k porovnání rozdílu produkce skleníkových plynů (CO<sub>2</sub>, pevných částic, oxidy dusíku), pevných částic a energetické náročnosti při použití individuální automobilové, železniční a letecké dopravy na téže trase (43). Pro účely této práce bude využita část týkající se železniční dopravy, porovnání s automobilovou dopravou bylo pro zajímavost ponecháno. Při provedení všech výpočtů bylo ponecháno nastavení průměrného obsazení železničního vozidla a zpracování výpočtu na základě národního energetického mixu.

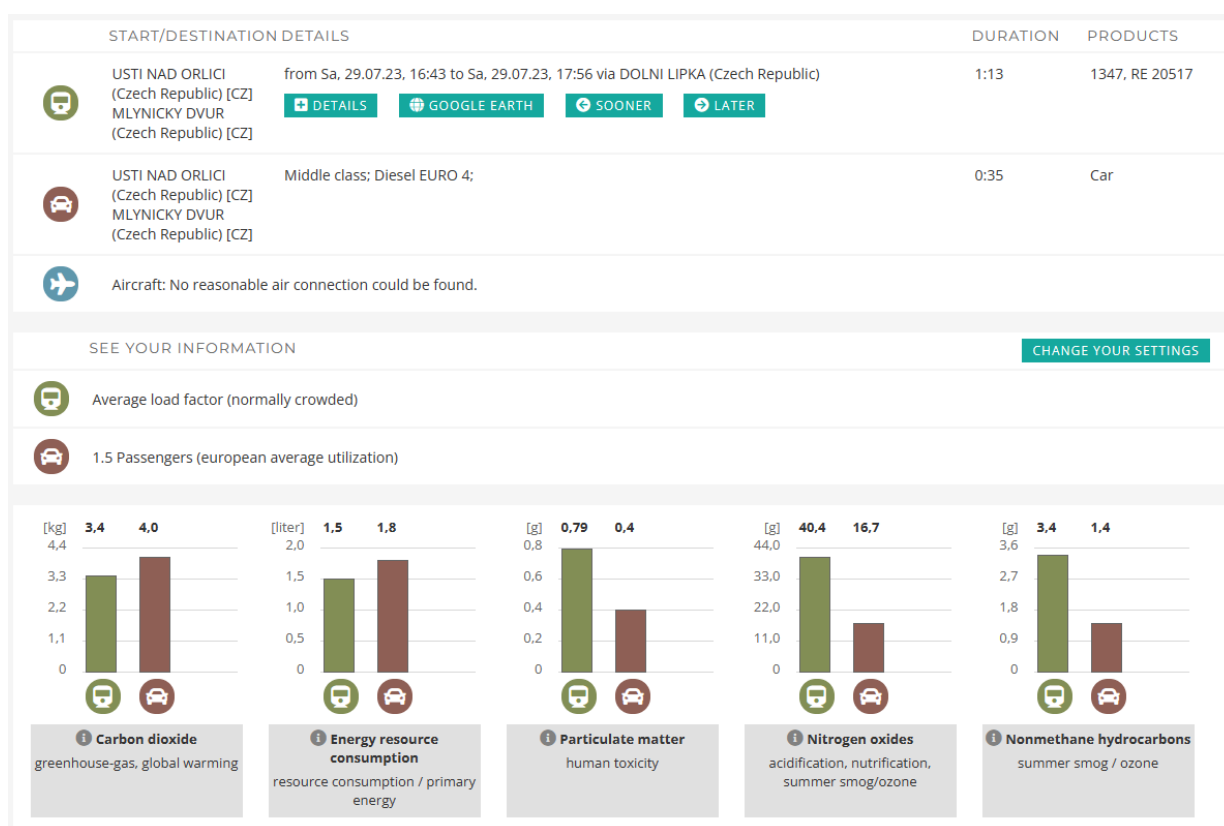
#### Dopady zavedení akutrolejového provozu na trati 024 z hlediska produkce emisí

V prvním kroku byl použit kalkulátor EcoPassenger k určení množství emisí pro jeden spoj v současném stavu. Získané hodnoty byly vyděleny délkou tratě, čímž byla získána průměrná hodnota emisí na 1 km. Vynásobením roční hodnotou z Tab. 12 bylo získáno roční množství vyprodukovaných emisí v současné podobě provozu.

Tabulka 15 Roční množství emisí při provozu dieselových jednotek na trati 024

km	Oxid uhličitý (CO <sub>2</sub> ) [kg]	Spotřeba energetických zdrojů [l]	Prachové částice [g]	Oxidy dusíku (NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> ) [g]	Nemethanové organické sloučeniny (NMVOC) [g]
52	3,4	1,5	0,79	40,4	3,4
1	0,06538462	0,02884615	0,01519231	0,77692308	0,06538462
607 640	2065976	911460	480035,6	24548656	2065976
	<b>Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) [t]</b>	<b>Spotřeba energetických zdrojů [hl]</b>	<b>Prachové částice [kg]</b>	<b>Oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>) [kg]</b>	<b>Nemethanové organické sloučeniny (NMVOC) [kg]</b>
<b>ročně</b>	<b>2065,976</b>	<b>9114,6</b>	<b>480,0356</b>	<b>24548,656</b>	<b>2065,976</b>

Zdroj: autor



Obrázek 13 Hodnoty emisí u spoje Ústí nad Orlicí – Mlýnský Dvůr

Zdroj: (42), úprava autor

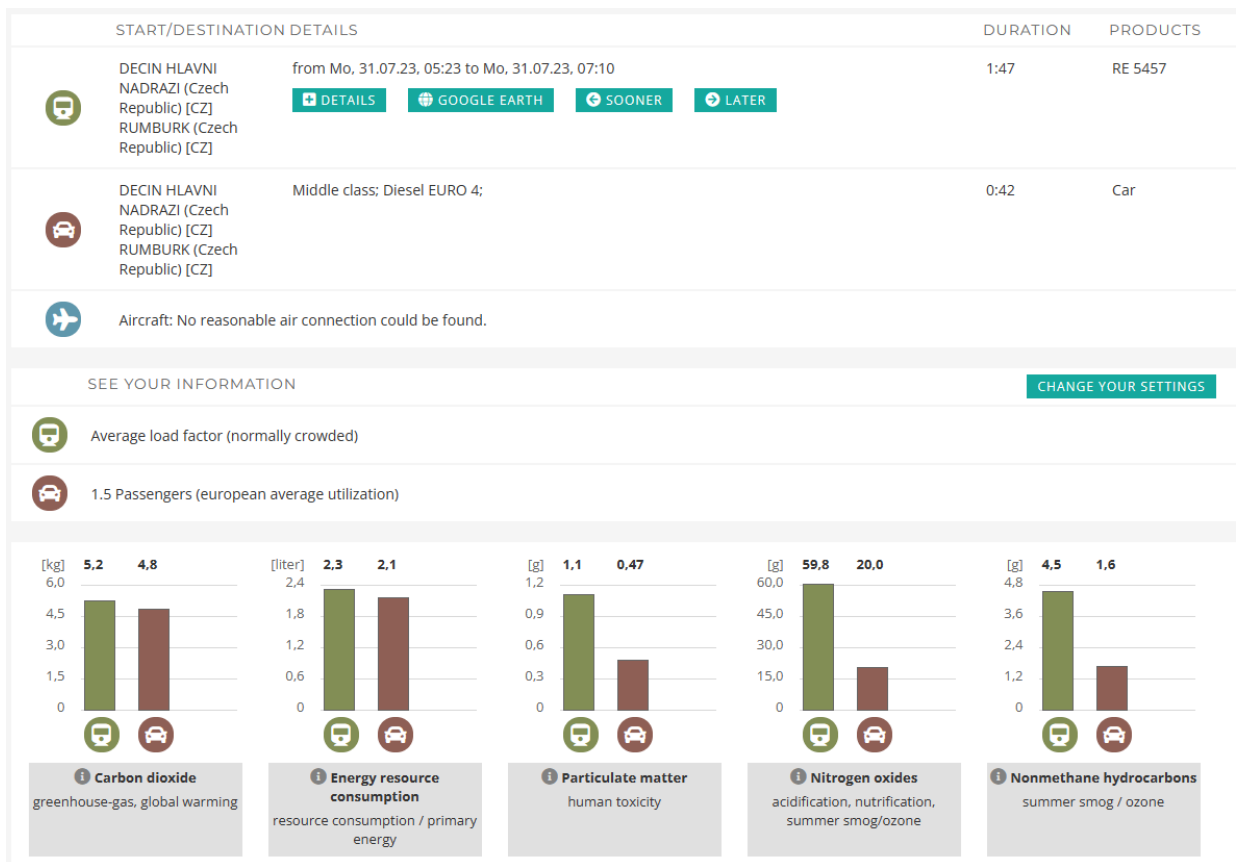
## Dopady zavedení vodíkového provozu na trati 083 z hlediska produkce emisí

V prvním kroku byl použit kalkulátor EcoPassenger k určení množství emisí pro jeden spoj v současném stavu. Na rozdíl u trati 024, zde jsou výsledné hodnoty rozdělné u spoje prvního a opačného směru (zřejmě v důsledku členitého terénu). Získané hodnoty byly vyděleny délkou tratě, čímž byla získána průměrná hodnota emisí na 1 km v každém směru. Vynásobením poloviny roční hodnoty z Tab. 14 bylo získáno roční množství vyprodukovaných emisí v současné podobě provozu.

Tabulka 16 Roční množství emisí při provozu dieselových jednotek na trati 083

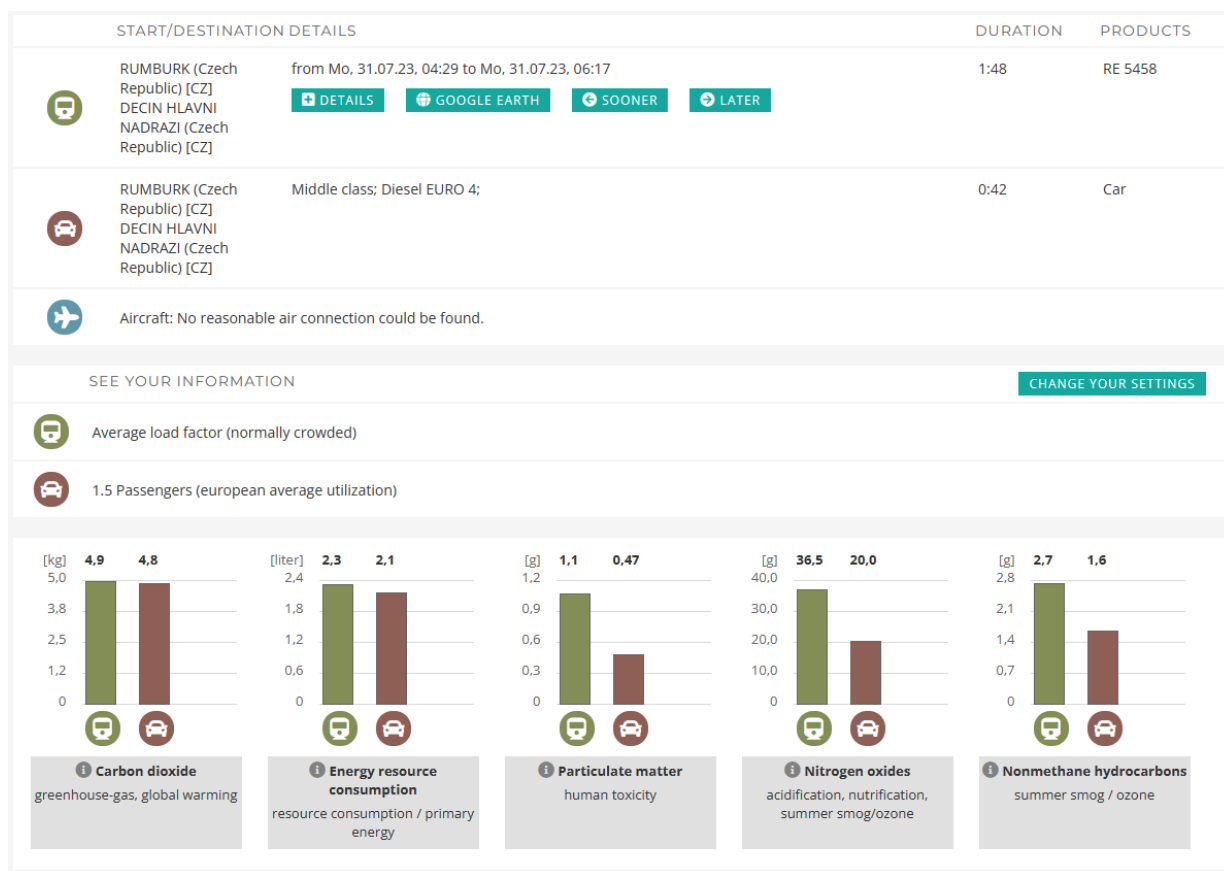
km	Oxid uhličitý (CO <sub>2</sub> ) [kg]	Spotřeba energetických zdrojů [l]	Prachové částice [g]	Oxidy dusíku (NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> ) [g]	Nemethanové organické sloučeniny (NMVOC) [g]
67	5,05	2,3	1,1	48,15	3,6
1	0,075373	0,034328	0,016418	0,718657	0,053731
538 200	40565,82	18475,52	8836,119	386781	28918,21
	<b>Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) [t]</b>	<b>Spotřeba energetických zdrojů [hl]</b>	<b>Prachové částice [kg]</b>	<b>Oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>) [kg]</b>	<b>Nemethanové organické sloučeniny (NMVOC) [kg]</b>
<b>ročně</b>	<b>40,56582</b>	<b>184,7552</b>	<b>8,836119</b>	<b>386,781</b>	<b>28,91821</b>

Zdroj: autor



Obrázek 14 Hodnoty emisí u spoje z Děčín hl. n. do Rumburku

Zdroj: (42), úprava autor



Obrázek 15 Hodnoty emisí u spoje z Rumburku do Děčína hl. n.

Zdroj: (42), úprava autor

Na tomto místě považuje autor za nezbytné zmínit, že přechod na alternativní zdroj energie neznamena, že zjištěné množství emisí klesne na nulu, na čemž je založen i hlavní argument skeptiků, že odklon od spalovacích motorů k elektromotorům jen přesouvá výfuk do místa elektrárny. Faktem ovšem je, že u výroby elektřiny je stále velký prostor k většímu uplatnění environmentálně šetrných způsobů získávání, zatímco u spalovacích motorů je toto nemožné.

## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout nasazení vozidel s alternativním zdrojem pohonu na vybraných regionálních tratích. Pro zpracování byly autorem na začátku práce jako nejperspektivnější zvoleny akutrolejové a vodíkové jednotky.

U **akutrolejové technologie** byly v analytické části na základě zvolených kritérií (délka jízdy v neelektrifikovaném úseku do 80 km, podíl elektrifikace v rozmezí 10–90 % celkové délky, vhodný charakter provozu) určeno šest vhodných tratí pro uplatnění této technologie, z nichž autor zvolil ke zpracování návrhu trať 024 Ústí nad Orlicí – Mlýnický Dvůr/Hanušovice. V navrženém jízdním řádu dochází k navýšení výkonů o přibližně 63 568 vlkm ročně. Větší část (50 160 vlkm/rok) nárůstu je zapříčiněna prodloužením vybraných osobních vlaků. K menší části nárůstu výkonů (13 408 vlkm/rok) dochází z důvodu zavedení nových soupravových jízd následkem přesunu nočního odstavení z neelektrifikované stanice Králíky do elektrifikované stanice Lichkov.

U **vodíkové technologie**, kterou nelze v současné chvíli na tuzemské železnici v pravidelném provozu uplatnit z důvodu absence čerpacích stanic vodíku pro železniční vozidla, se autor v analytické části zabýval vhodnými okruhy tratí pro budoucí nasazení. V návrhové části bylo vypracováno nasazení vodíkové technologie na trať Děčín – Bad Schandau – Rumburk za předpokladu existence čerpací stanice vodíku v blízkosti podniku Spolchemie v Ústí nad Labem. Autorův návrh vychází ze zachování současného jízdního řádu, kdy jedinou změnou je zavedení soupravách jízd Děčín – Ústí nad Labem pro doplnění paliva u všech nasazených jednotek 6x týdně v době, kdy mají jednotky pro tuto jízdu v současném stavu dostatečně dlouhou prodlevu mezi obraty ve stanici Děčín. Z důvodu těchto přesunů dochází k navýšení výkonů o 44 928 vlkm/rok. V závěru návrhu jsou stručně porovnány počáteční investice pro zavedení akutrolejové a vodíkové technologie, kdy vzhledem k očekávaným nákladům vychází příznivěji vybudování vodíkové stanice.

Návrhem nasazení akutrolejových i vodíkových jednotek na regionální trať bylo prokázáno, že tyto technologie lze zavést v pravidelném provozu bez výrazných úprav konceptu jízdního řádu a došlo tím ke **splnění cíle práce**. Autor je přesvědčen, že přechod na bezemisní vozidla se v osobní železniční dopravě stane trendem v nejbližších desetiletích a že akutrolejová i vodíková technologie mohou tomuto napomoci za cenu minimálních zásahů do technologie provozu na tratích, kde současný koncept provozu vyhovuje potřebám objednavatele, dopravce i cestujících. Obecně u akutrolejové technologie souvisí technologické změny se zajištěním dostatečné části výkonů v elektrifikovaném úseku pro zajištění dobítí akumulátoru, zatímco u vodíkové technologie souvisí změny s přistavením vozidla k čerpací stanici v potřebných intervalech.



## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) A European Green Deal. *European Commission* [online]. [cit. 2023-06-03]. Dostupné z: <[https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)>.
- (2) Udržitelná mobilita. *Fakta o klimatu* [online]. [cit. 2023-06-03]. Dostupné z: <[https://faktaoklimatu.cz/explainery/zelena-dohoda-pro-evropu?gclid=EAIaIQobChMIqPuF9o\\_c\\_gIVg8vtCh27KglDEAAAYAiAAEgLI4fD\\_BwE#u dr%C5%BEiteln%C3%A1-mobilita](https://faktaoklimatu.cz/explainery/zelena-dohoda-pro-evropu?gclid=EAIaIQobChMIqPuF9o_c_gIVg8vtCh27KglDEAAAYAiAAEgLI4fD_BwE#u dr%C5%BEiteln%C3%A1-mobilita)>.
- (3) Hybridní pohon. *Autolexicon* [online]. [cit. 2023-06-03]. Dostupné z: <<https://www.autolexicon.net/cs/articles/hybridni-pohon/>>.
- (4) POHL, Jiří. Bezemisní železniční vozidla a infrastruktura pro jejich provoz. *Vědeckotechnický sborník správy železnic* [online]. [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: <<https://www.spravazeleznice.cz/o-nas/publikace/vts> >.
- (5) E-mailová komunikace s oddělením elektrických projektů ve Škodě Transportation
- (6) Mireo Plus B/H: Akkuzug- und Wasserstofftestrunden auf Siemens' Eisenbahn-Testanlage. *Notebookcheck* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://www.notebookcheck.com/Mireo-Plus-B-H-Akkuzug-und-Wasserstofftestrunden-auf-Siemens-Eisenbahn-Testanlage.712069.0.html>>.
- (7) Dekarbonizace železniční dopravy. *Siemens Mobility* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <[https://ys-common.s3.eu-central-1.amazonaws.com/Siemens\\_ba9bc11525.pdf](https://ys-common.s3.eu-central-1.amazonaws.com/Siemens_ba9bc11525.pdf) >.
- (8) Coradia iLint™. *Forum elektromobility* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://www.forumelektromobilita.cz/userfiles/presentations/dan-kurucz-alstom.pdf> >.
- (9) *Portál provozování dráhy* [online]. [cit. 2023-05-15]. <<https://provoz.spravazeleznice.cz/Portal/ViewArticle.aspx?oid=1827812>>
- (10) NACHTIGALL Petr, SLÁDEK František, VOJTEK Martin. Vědeckotechnický sborník správy železnic č. 5/2021, 6. Představení vzájemných vazeb mezi vozidly s alternativními pohony, infrastrukturou a náklady [online]. [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: <[Vědeckotechnický sborník - www.spravazeleznice.cz](https://www.spravazeleznice.cz)>.

- (11) Coradia iLint Railshow. *Alstom - mobility* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.forumelektromobilita.cz/userfiles/presentations/dan-kurucz-alstom.pdf> >.
- (12) Společnost Air Products odborníkům předvedla čerpání paliva do prvního vodíkového vlaku v České republice. *Air Products* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.airproducts.cz/news-center/2022/05/0523-spolecnost-air-products-cerpani-paliva-do-prvniho-vodikoveho-vlaku-v-ceske-republice> >.
- (13) Ústecký kraj je prvním českým regionem s vlastní vodíkovou strategií. *Ústecký kraj* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.kr-ustecky.cz/ustecky-kraj-je-prvnim-ceskym-regionem-s-vlastni-vodikovou-strategii/d-1766421> >.
- (14) Hejtmani uhelných regionů podepsali na Ministerstvu životního prostředí vodíkové memorandum. Cílem je větší mezikrajská spolupráce pro rozvoj vodíkových technologií. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/news\\_20230404-Hejtmani-uhelných-regionu-podepsali-na-Ministerstvu-zivotniho-prostredi-vodikove-memorandum-Cílem-je-vetsi-mezikrajska-spoluprace-pro-rozvoj-vodikovych-technologii](https://www.mzp.cz/cz/news_20230404-Hejtmani-uhelných-regionu-podepsali-na-Ministerstvu-zivotniho-prostredi-vodikove-memorandum-Cílem-je-vetsi-mezikrajska-spoluprace-pro-rozvoj-vodikovych-technologii) >.
- (15) Regionální vodíkové vlaky na českých železnicích. *Ústav jaderného výzkumu* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.ujv.cz/cs/produkty-a-sluzby/veda-a-vyzkum/prehled-dotacnich-a-vyzkumnych-projektu/regionalni-vodikove-vlaky-na-ceskych-zeleznicich.-projekt-to01000324-11779> >.
- (16) Moderní železnice, interní bulletin Správy železnic. *Správa železnic* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/87039601/Modern%C3%AD+%C5%BEeelnice+-+%C4%8Derven+2022/26c38325-5f2d-4905-a45a-974c00a966b2> >.
- (17) Využití vodíku v železniční dopravě. *Spolchemie* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.spolchemie.cz/cs/aktuality/95-vyuziti-vodiku-v-zeleznicni-doprave/> >.
- (18) České dráhy připravují zásadní obnovu vlaků v Moravskoslezském kraji, chystají se i nové přímé linky. *Ministerstvo dopravy* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Ceske-drahy-pripravuji-zasadni-obnovu-vlaku-v-Mora> >.

- (19) Bateriové vlaky jako budoucnost udržitelné dopravy. *Škoda Group a.s* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://www.skodagroup.com/cs/post/bateriove-vlaky-jako-budoucnost-udrzitelne-dopravy>>.
- (20) RegioPanter Česko. *Škoda Group a.s* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://www.skodagroup.com/cs/reference/regiopanter-cesko>>.
- (21) Mireo Plus B Ortenau. *Siemens* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:288bc2d8-64c9-426d-bcd1-17ef0024d762/mors-b10022-01dbmireoplusbortenaudeo2eenus-144.pdf>>.
- (22) Will battery or hydrogen trains be the future? The vision of Siemens Mobility. *Railtech* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://www.railtech.com/rolling-stock/2023/05/04/will-battery-or-hydrogen-trains-be-the-future-the-vision-of-siemens-mobility/?gdpr=deny&gdpr=accept>>.
- (23) Mireo Plus B – A pioneering step into the future. *Siemens* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/rolling-stock/commuter-and-regional-trains/mireo/mireo-plus-b.html>>.
- (24) Česko hledá tratě pro vodíkové vlaky. *Hospodářské noviny* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://archiv.hn.cz/c1-67117150-cesko-hleda-trate-pro-vodikove-vlaky>>.
- (25) Coradia iLint Regional Train. *Railway Technology* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://www.railway-technology.com/projects/coradia-ilint-regional-train/>>.
- (26) Světová premiéra: 14 vlaků Coradia iLint zahajuje osobní přepravu na trati, kde budou jezdit pouze vodíkové vlaky. *Alstom - mobility* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://www.alstom.com/cs/press-releases-news/2022/8/svetova-premiera-14-vlaku-coradia-ilint-zahajuje-osobni-prepravu-na>>.
- (27) Dopravní obslužnost. *Pardubický kraj* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://deska.pardubickykraj.cz/dopravni-obslužnost/i87491/plan-dopravni-obslužnosti-pardubickeho-kraje>>.
- (28) Portál provozování dráhy [online]. [cit. 2023-06-02]. Dostupné z: <<https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/viewarticle.aspx?oid=594598>>.

- (29) Fotogalerie - detaily fotografie 654.601-4. *ŽelPage* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.zelpage.cz/fotogalerie/big/ostvoz102.jpg>.
- (30) *Mapa České republiky* [online]. [cit. 2023-07-31]. Dostupné z: <https://www.mapy.cz>.
- (31) FILIP Aleš. 130 let železnice pod Orlickými horami. 2004. ISBN 80-903012-4-X
- (32) Elektrizace trati Letohrad – Lichkov dokončena. *Silnice. Železnice* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <http://old.silnice-zeleznice.cz/clanek/elektrizace-trati-letohrad-lichkov-dokoncena/>.
- (33) Jízdní řády tratě 024 Ústí nad Orlicí - Letohrad - Dolní Lipka - Králíky - Mlýnský Dvůr. *Jízdní řády ČD a ČSD* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <http://www.jizdni-rady.nanadrazi.cz/index.php?page=zeleznicni-trat-024>.
- (34) Řazení vlaku Sp 1652 KYŠPERK. *ŽelPage* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.zelpage.cz/razeni/19/vlaky/cd-1652>.
- (35) Řady vozů držitele Leo Express Tenders s.r.o. *Atlas vozů* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.atlasvozu.cz/drzitel/let.html>.
- (36) Dopravní plán 2012 - 2016. *Ústecký kraj* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.kr-ustecky.cz/dopravni-plan-2012-2016/d-1663417>.
- (37) Trať do Sebnitzu otevřena. *Železničář* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/hlavni-zpravy/trat-do-sebnitzu-otevrena/-4884/17,0,./>.
- (38) Dopravní plán. *Ústecký kraj* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.kr-ustecky.cz/dopravni-plan/ds-99074>.
- (39) Schvalovací protokol Elektrizace trati č.293 Šumperk - Kouty n.D. *Svazek obcí údolí Desné* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <https://www.udoli-desne.cz/zeleznice/elektrizace-trati-c293-sp-kouty-nd/publicita/dokumenty/>.
- (40) Do Králík by mohla vést trať pod dráty. Zájem mají i Štítý, kam vlak nejedí Zdroj: *Idnes* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/pardubice/zpravy/kraliky-stity-elektrizace-zeleznice-pardubicky-kraj-lichkov.A210909\\_103958\\_pardubice-zpravy\\_lati](https://www.idnes.cz/pardubice/zpravy/kraliky-stity-elektrizace-zeleznice-pardubicky-kraj-lichkov.A210909_103958_pardubice-zpravy_lati).

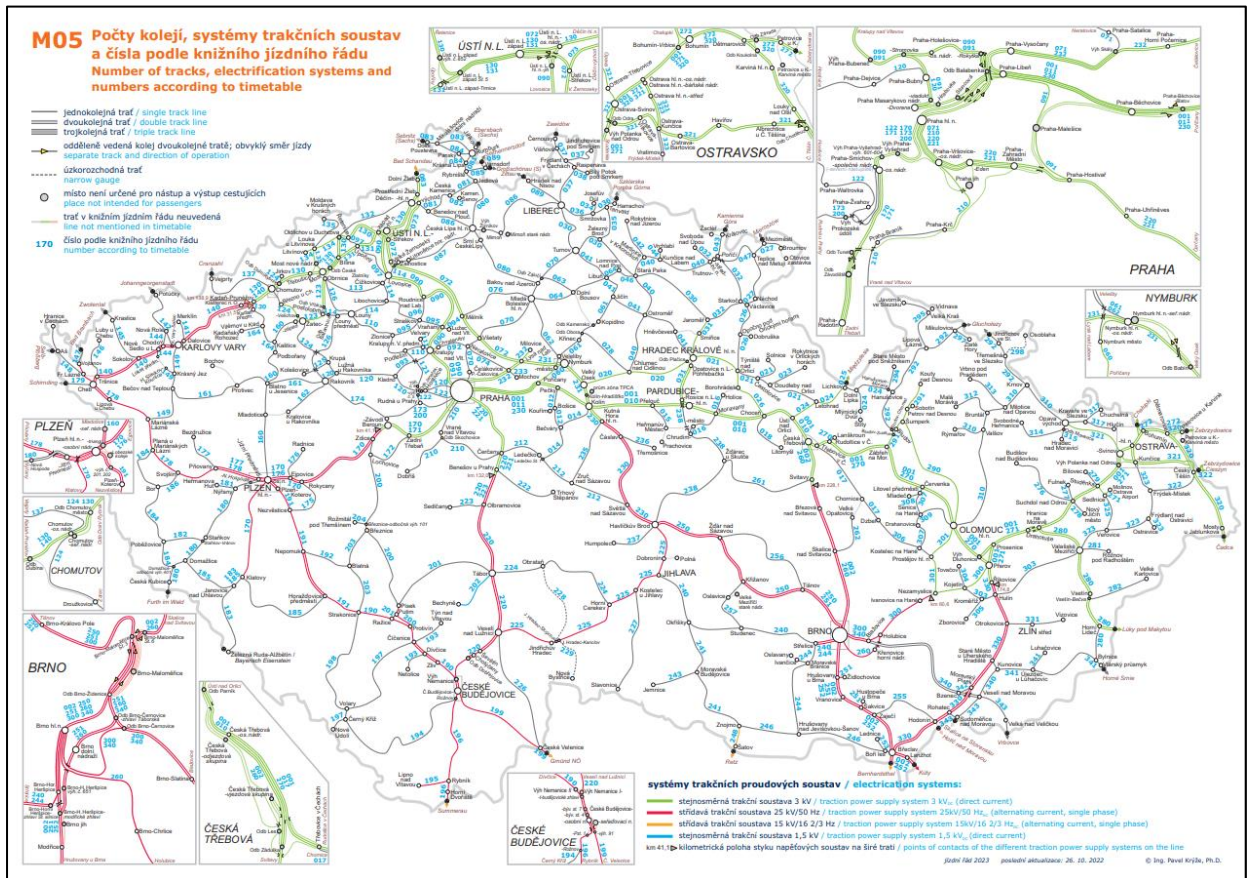
- (41) EMU + 35 milionů = BEMU. České dráhy zveřejnily cenu za bateriové vlaky bez soutěže. *Z dopravy* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://zdopravy.cz/emu351-milionu-ke-bemu-ceske-drahy-zverejnily-cenu-za-bateriove-vlaky-bez-souteze-149860/>>.
- (42) EcoPassenger Methodology: Scientific Basis. *EcoPassenger* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <[https://ecopassenger.hafas.de/bin/help.exe/en?L=vs\\_uic&tpl=methodology](https://ecopassenger.hafas.de/bin/help.exe/en?L=vs_uic&tpl=methodology)>.
- (43) *Portál provozování dráhy* [online]. [cit. 2023-08-15]. Dostupné z: <<https://www.spravazeleznic.cz/o-nas/vse-o-sprave-zeleznic/zeleznice-cr/zeleznicni-mapy-cr>>.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

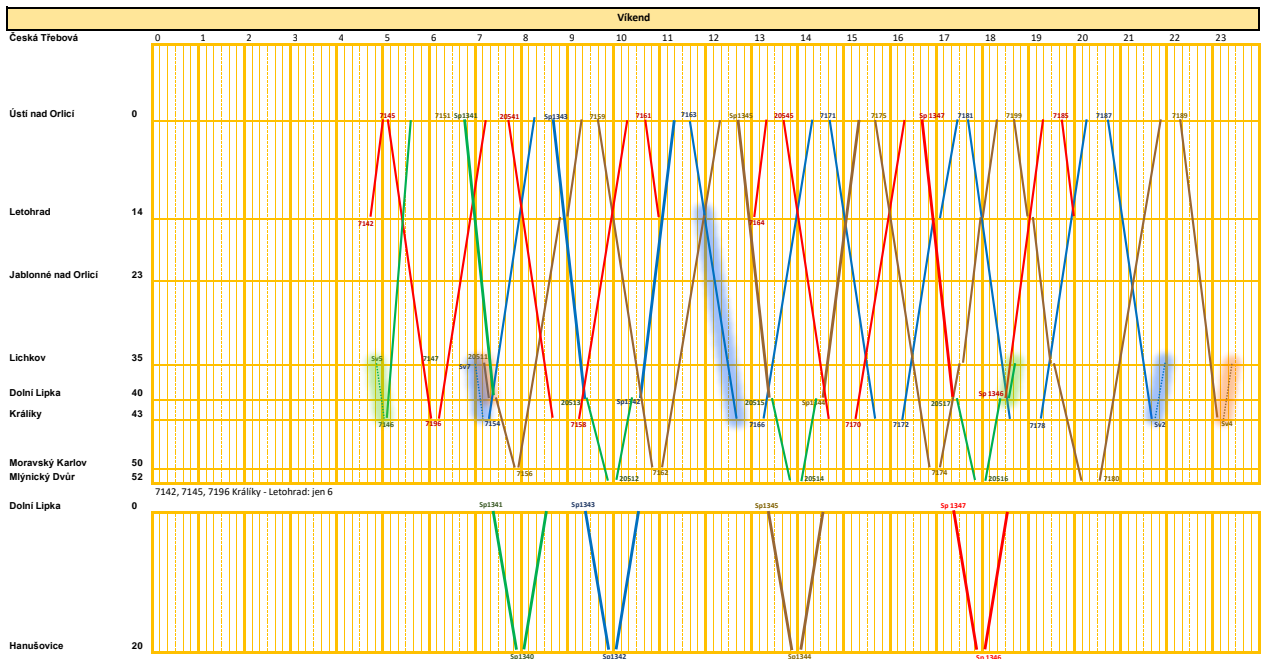
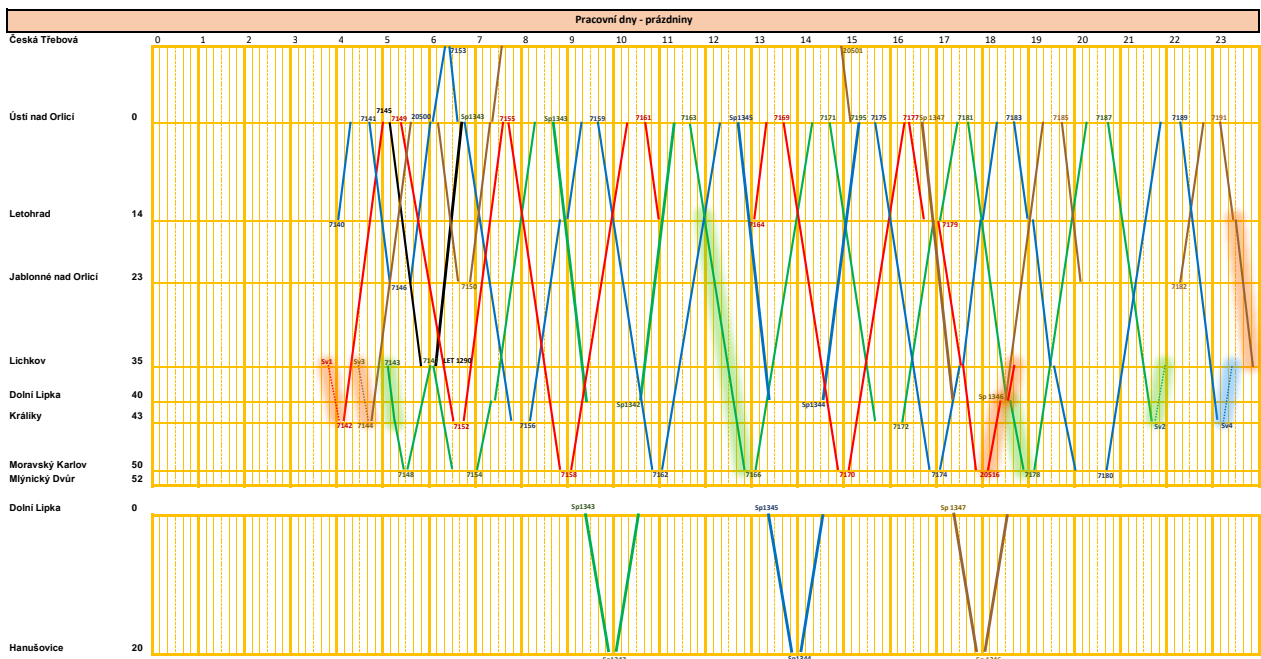
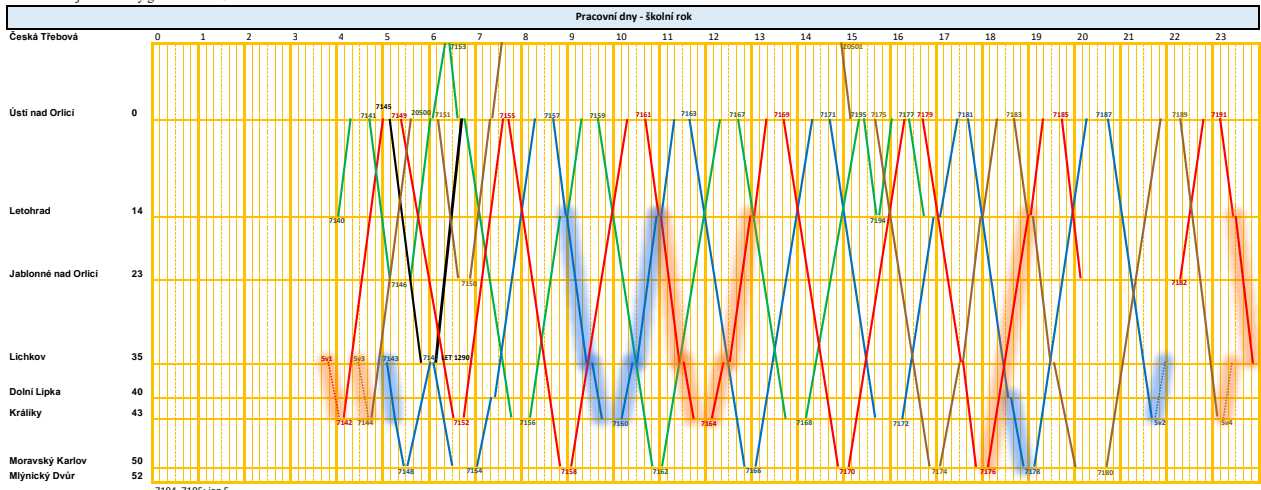
Příloha A Počty traťových kolejí, systémy trakčních soustav a čísla tratí podle knižního jízdního řádu....	62
Příloha B Zjednodušený grafikon trati 024 v navrženém stavu.....	63
Příloha C Zjednodušený grafikon trati 083 v navrženém stavu.....	64
Příloha D Rozdělení tratí dle vhodnosti pro provoz vozidel s alternativním zdrojem pohonu.....	65

# PŘÍLOHY

Příloha A Počty traťových kolejí, systémy trakčních soustav a čísla tratí podle knižního jízdního řádu

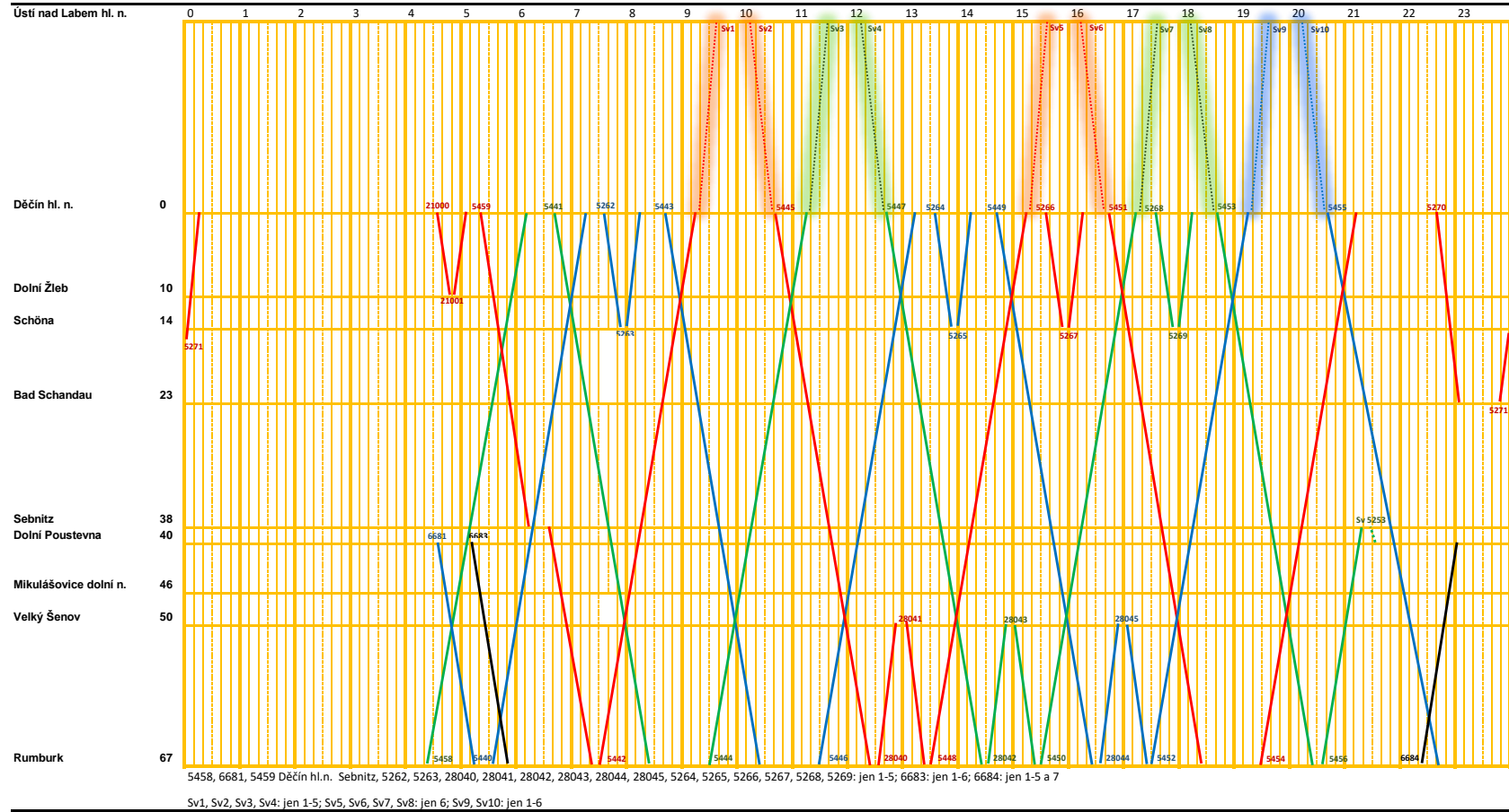


Zdroj: (43)





Příloha C Zjednodušený grafikon trati 083 v navrženém stavu



**Legenda:**

- ~~001/063~~ = nejedná se o regionální trať/na trati není objednáována pravidelná osobní doprava  
010 = trať je zcela elektrifikována  
012 = elektrifikace v délce do 10 % (vhodné pro vodíkové jednotky)  
021 = elektrifikace části trati v délce nad 5 km (vhodné pro akutrolejové jednotky, případně vodíkové)  
023 = trať je zcela bez elektrifikace (vhodné pro vodíkové jednotky)

**Seznam tratí dle jízdního řádu 2022/3:**

- ~~001~~ Praha—Česká Třebová—Přerov—Bohumín (dálková doprava)  
~~002~~ Praha—Česká Třebová—Brno—Kúty (dálková doprava)  
010 Kolín – Česká Třebová (regionální doprava)  
011 Praha – Kolín (regionální doprava)  
012 Pečky – Bečváry, Bošice – Kouřim  
014 Kolín – Ledečko  
015 Přelouč – Heřmanův Městec  
016 Holice – Chrudim  
017 Česká Třebová – Džbel  
018 Choceň – Litomyšl  
020 (Praha - ) Velký Osek – Hradec Králové  
021 Hradec Králové – Letohrad, Častolovice – Solnice  
023 Doudleby nad Orlicí – Rokytnice v Orlických horách  
024 Ústí nad Orlicí – Mlýnský Dvůr, Dolní Lipka – Hanušovice  
025 Lichkov – Wrocław  
026 Choceň – Náchod, Opočno pod Orlickými horami – Dobruška  
027 Starkoč – Broumov  
028 Chlumec nad Cidlinou – Křinec  
030 (Hradec Králové - ) Jaroměř – Liberec  
031 Pardubice – Hradec Králové – Jaroměř  
032 (Hradec Králové - ) Jaroměř – Svoboda nad Úpou  
034 Smržovka – Josefův Důl  
035 Železný Brod – Tanvald  
036 Liberec – Harrachov  
037 Liberec – Jindřichovice pod Smrkem, Frýdlant v Čechách – Černousy  
038 Raspenava – Bílý Potok pod Smrkem  
040 Chlumec nad Cidlinou – Trutnov  
041 Hradec Králové – Jičín – Turnov  
042 Martinice v Krkonoších – Rokytnice nad Jizerou  
043 Trutnov – Lubawka  
044 Kunčice nad Labem – Vrchlabí  
046 Lomnice nad Popelkou – Stará Paka  
047 Trutnov – Teplice nad Metují  
060 Poříčany – Nymburk  
061 Nymburk – Jičín  
062 Nymburk – Mladá Boleslav  
~~063~~ Bakov nad Jizerou—Dolní Bousev  
064 Mladá Boleslav – Lomnice nad Popelkou  
070 (Praha - ) Praha-Čakovice – Turnov

- 071 Praha – Praha-Čakovice
- 072 Ústí nad Labem – Lysá nad Labem
- 073 Ústí nad Labem – Děčín
- 074 Čelákovice – Neratovice
- 076 Mělník – Mladá Boleslav
- 080 Mladá Boleslav – Jedlová (- Rumburk)
- 081 Děčín – Benešov nad Ploučnicí – Rumburk
- 082 Česká Kamenice – Kamenický Šenov
- 083 Děčín – Bad Schandau – Dolní Poustevna – Rumburk
- 084 Rumburk – Panský – Mikulášovice, Rumburk – Krásná Lípa – Panský
- 085 Rybníště – Varnsdorf
- 086 Liberec – Česká Lípa – Benešov nad Ploučnicí (- Děčín)
- 087 (Lovosice - ) Litomeřice horní nádraží – Česká Lípa
- 089 Liberec – Zittau – Varnsdorf – Seifhennersdorf
- 090 (Praha -) Kralupy nad Vltavou – Ústí nad Labem (- Děčín)
- 091 Praha-Hostivař – Kralupy nad Vltavou
- 092 Neratovice – Kralupy nad Vltavou
- 093 Kralupy nad Vltavou – Kladno
- 094 Vraňany – Lužec nad Vltavou
- 095 Vraňany – Zlonice
- 096 Roudnice nad Labem – Libochovice
- 097 Lovosice – Teplice v Čechách
- 110 Kralupy nad Vltavou – Louny
- 111 Kralupy nad Vltavou – Velvary
- 113 (Litoměřice - ) Lovosice – Most
- 114 (Ústí nad Labem hl.n. - ) Litomeřice horní nádraží – Postoloprty (- Žatec)
- 120 Praha – Kladno – Rakovník
- 121 Hostivice – Podlešín
- 122 Praha – Hostivice – Rudná u Prahy
- 123 Most – Žatec západ
- 124 Lužná u Rakovníka – Jirkov
- 125 (Lužná u Rakovníka -) Krupá – Kolečovice
- 126 Most – Rakovník
- 130 Děčín – Kadaň předměstí
- 131 Ústí nad Labem – Úpořiny – Most
- 132 Děčín – Jeníkov-Oldřichov
- 134 (Ústí nad Labem -) Teplice v Čechách – Litvínov
- 135 Most – Moldava v Krušných horách
- 137 Chomutov – Cranzahl
- 140 Chomutov – Karlovy Vary – Cheb
- 141 Karlovy Vary – Merklín
- 142 Karlovy Vary dolní nádraží – Johannegeorgenstadt
- 144 Nová Role – Loket předměstí
- 145 Sokolov – Kraslice – Zwotental
- 146 Cheb – Luby u Chebu
- 147 Cheb – Bad Brambach
- 148 Cheb – Hranice v Čechách, Aš – Selb-Plößberg
- 149 Karlovy Vary dolní nádraží – Mariánské Lázně, Krásný Jez – Horní Slavkov-Kounice
- 160 Plzeň – Žatec (- Most)
- 161 Rakovník – Bečov nad Teplou
- 162 Rakovník – Kralovice u Rakovníka

- 164 Kadaň – Vilémov u Kadaně – Kadaňský Rohozec / Podobořany
- 170 (Praha -) Beroun – Plzeň – Klatovy
- 171 Praha – Beroun (regionální doprava)
- 172 Zadní Třebaň – Lochovice
- 173 Praha – Rudná u Prahy – Beroun
- 174 Beroun – Rakovník
- 175 Rokycany – Nezvěstice
- 176 Plzeň – Radnice
- 177 Plzeň – Bezdrůžice
- 178 (Praha - ) Plzeň – Cheb
- 179 Cheb – Schirnding
- 180 (Praha - ) Plzeň – Domažlice – Furth im Wald
- 181 Nýřany – Heřmanova Huť
- 182 Staňkov – Poběžovice
- 183 Klatovy – Železná Ruda-Alžbětín
- 184 Domažlice – Planá u Mariánských Lázní
- 185 Horažďovice předměstí – Domažlice
- 186 Svojsín – Bor
- 190 České Budějovice – Strakonice ( - Plzeň)
- 191 Plzeň – Strakonice ( - České Budějovice)
- 192 Nepomuk – Blatná
- 193 Netolice – Týn nad Vltavou
- 194 České Budějovice – Černý Kříž
- 195 Rybník – Lipno nad Vltavou
- 196 České Budějovice – Summerau
- 197 Čičenice – Nové Údolí
- 198 Strakonice – Volary
- 199 České Budějovice – Gmünd
- 200 (Praha -) Beroun – Protivín ( - České Budějovice)
- 201 Tábor – Ražice ( - Strakonice)
- 202 Tábor – Bechyně
- 203 Březnice – Strakonice
- 204 Březnice – Rožmitál pod Třemšínem
- 210 Praha – Vrané nad Vltavou – Čerčany, Vrané nad Vltavou – Dobříš
- 212 Čerčany – Světlá nad Sázavou
- 220 Olbramovice – České Budějovice
- 221 Praha – Benešov u Prahy (regionální doprava)
- 222 Benešov u Prahy – Trhový Štěpánov
- 223 Benešov u Prahy – Sedlčany
- 224 Tábor – Horní Cerekev ( - Jihlava)
- 225 Havlíčkův Brod – Veselí nad Lužnicí ( - České Budějovice)
- 226 Veselí nad Lužnicí – České Velenice
- 227 (Havlíčkův Brod -) Kostelec u Jihlavy – Slavonice
- 228 Jindřichův Hradec – Obrataň
- 229 Jindřichův Hradec – Nová Bystřice
- 230 (Praha-) Kolín – Havlíčkův Brod
- 231 (Praha - ) Lysá nad Labem – Kolín
- 232 Praha – Lysá nad Labem – Milovice
- 233 Čelákovice – Mochov
- 235 Kutná Hora – Zruč nad Sázavou
- 236 Čáslav – Třemošnice

- 237 Havlíčkův Brod – Humpolec
- 238 Pardubice – Havlíčkův Brod
- 240 Brno – Jihlava
- 241 Znojmo – Okříšky (- Jihlava)
- 243 Moravské Budějovice - Jemnice
- 244 Brno – Hrušovany nad Jevišovkou – Šanov, Moravské Bránice – Ivančice
- 246 Břeclav – Znojmo
- 248 Znojmo – Retz (-Wien)
- 250 (Praha - ) Havlíčkův Brod – Tišnov (- Brno)
- 251 Tišnov – Brno – Hustopeče u Brna, Hrušovany u Brna – Židlochovice
- 252 (Brno - ) Šakvice – Kúty
- 253 Břeclav – Lednice
- 255 Hodonín – Zaječí
- 256 Žďár nad Sázavou – Nové Město na Moravě – Tišnov
- 257 Křižanov – Studenec
- 260 Česká Třebová – Křenovice horní n.
- 261 Svitavy – Žďárec u Skutče
- 262 Skalice nad Svitavou – Velké Opatovice
- 270 Česká Třebová – Přerov, Rudoltice v Čechách – Lanškroun
- 271 (Olomouc - ) Přerov – Bohumín, Mošnov, Ostrava Airport – Studénka
- 272 Bohumín – Chalupki – Katowice – Warszawa – Hel, Chalupki – Wrocław – Berlin, Bohumín – Zebrzydowice – Katowice, Katowice – Kraków – Przemyśl, Warszawa – Moskva
- 276 Suchdol nad Odrou – Budišov nad Budišovkou
- 277 Suchdol nad Odrou – Fulnek
- 278 Suchdol nad Odrou – Nový Jičín
- 279 Studénka – Bílovec
- 280 Hranice na Moravě – Střelná (- Púchov), Horní Lideč – Bylnice
- 281 Valašské Meziříčí – Rožnov pod Radhoštěm
- 282 Vsetín – Velké Karlovice
- 290 Olomouc – Šumperk
- 291 (Olomouc - ) Zábřeh na Moravě – Kouty nad Desnou, Petrov nad Desnou – Sobotín
- 292 (Zábřeh na Moravě - ) Šumperk – Krnov
- 294 Hanušovice – Staré Město pod Sněžníkem
- 295 Lipová Lázně – Javorník ve Slezsku
- 297 Mikulovice – Zlaté Hory
- 298 Třemešná ve Slezsku – Osoblaha
- 300 Brno – Přerov (- Bohumín)
- 301 (Brno - ) Nezamyslice – Olomouc
- 303 Kojetín – Valašské Meziříčí
- 304 (Kroměříž/Chropyně - ) Kojetín – Tovačov
- 305 Kroměříž – Zborovice
- 306 Prostějov – Džbel
- 307 Prostějov – Červenka
- 308 Litovel předměstí – Mladeč
- 309 Olomouc – Drahanovice
- 310 Olomouc – Opava, Rýmařov – Valšov
- 312 Bruntál – Malá Morávka
- 313 Mílotice nad Opavou – Vrbno pod Pradědem
- 314 Opava – Svobodné Heřmanice
- 315 Opava – Hradec nad Moravicí
- 317 Opava – Hlučín, Kravaře ve Slezsku – Chuchelná

- 320** Ostrava – Bohumín – Čadca, Dětmárovice – Petrovice u Karviné
- 321** Opava – Ostrava – Havířov – Český Těšín, Ostrava-Svinov – Ostrava-Kunčice
- 322** Cieszyn – Český Těšín – Frýdek-Místek
- 323** Ostrava – Valašské Meziříčí, Frýdlant nad Ostravicí – Ostravice
- 325** Studénka – Veřovice
- 330** Přerov – Břeclav
- 331** Otrokovice – Vizovice
- 340** Brno – Uherské Hradiště
- 341** Staré Město u Uherského Hradiště – Vlárský průsmyk, Újezdec u Luhačovic – Luhačovice
- 342** Bzenec – Moravský Písek
- 343** Hodonín – Vrbovce

*Zdroj: autor na podkladu <https://www.spravazeleznic.cz/cestujici/jizdni-rad>*