

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra statistiky



Bakalářská práce

**Statistická analýza vlakových zpoždění vybraného
dopravce**

Riccardo Cucchiarini

© 2024 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Riccardo Cucchiarini

Ekonomika a management

Název práce

Statistická analýza vlakových zpoždění vybraného dopravce

Název anglicky

Statistical analysis of train delays in a selected transportation company

Cíle práce

Cílem práce je vyhodnocení zpoždění spojů u vybraného vlakového dopravce a jejich ekonomických dopadů na vzniklé vícenáklady.

Metodika

Těžiště práce bude spočívat ve statistické analýze dat o zpoždění spojů ve vybraném období. Budou uplatněny postupy průzkumové analýzy dat a dále pak statistické indukce, především z oblasti testování hypotéz. Pro tuto práci budou zvolena data pocházející z informačního systému IS ISOŘ (portál provozování dráhy od Správy železnic s.o.) pro společnost ARRIVA vlaky.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Železniční doprava, zpoždění, Česká Republika, ARRIVA vlaky s.r.o., statistická analýza.

Doporučené zdroje informací

BRYAN W. SHLAKE – CHRISTOPHER P. L. BARKAN – J. RILEY EDWARDS. Train Delay and Economic Impact of In-Service Failures of Railroad Rolling Stock. *Transportation Research Record* 2261 [online]. 2011, 2011, 124 – 133. Dostupné z:

<https://railtec.illinois.edu/wp/wp-content/uploads/pdf-archive/Schlake-et-al-2011.pdf>

HEBÁK, Petr. *Statistické myšlení a nástroje analýzy dat*. Praha: Informatorium, 2015. ISBN 978-80-7333-118-4.

HINDLS, Richard; ARLTOVÁ, Markéta; HRONOVÁ, Stanislava; MALÁ, Ivana; MAREK, Luboš; PECÁKOVÁ, Iva; ŘEZANKOVÁ, Hana. *Statistika v ekonomii*. [Průhonice]: Professional Publishing, 2018. ISBN 978-80-88260-09-7.

M. REZAPOUR – F. R. FERRARO. Rail Transport Delay and Its Effects on the Perceived Importance of a Real-Time Information. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8242956/>

NÁLEVKA J. Zprávy o kvalitě poskytovaných služeb pro ARRIVA vlaky s.r.o. Dostupné z:

<https://www.arriva.cz/cs/o-spolecnosti/dcerine-spolecnosti/arriva-vlaky>

OLTIS GROUP A.S. Web ISOŘ Správa Železnic s.o. Dostupné z: <https://isor.spravazeleznic.cz>

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Tomáš Hlavsa, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra statistiky

Elektronicky schváleno dne 30. 5. 2023

Ing. Tomáš Hlavsa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 11. 2023

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 14. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Statistická analýza vlakových zpoždění vybraného dopravce" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.03.2024

Lucchiarini

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Tomášovi Hlavsovi, Ph.D. za kvalitní vedení, odborné rady a ochotu, jež mi byly poskytnuty v průběhu vypracování mé bakalářské práce. Zvláštní poděkování patří také společnosti, ve které jsem zaměstnán a také kolegyním a kolegům, kteří mi poskytly cenné informace a rady.

Statistická analýza vlakových zpoždění vybraného dopravce

Abstrakt

Bakalářská práce je věnována statistické analýze zpoždění vlakových spojů nastalých u vybraného dopravce, včetně srovnání a analýzy ostatních dopravců na zvolených úsecích vybraných tras. Základna pro čerpání informací byla vytvořena formou databáze v MS Excel. Cílem této práce bylo zjištění a vyhodnocení faktorů ovlivňující vznik a výši zpoždění s ohledem na ekonomické dopady a vzniklé vícenáklady.

Odborná literatura a předpisy se staly základnou pro tvorbu teoretické části, jež se zabývá úvodem do komplikované problematiky železnice a železničního provozu, včetně podrobného popisu příčin a faktorů ovlivňujících prodloužení jízdních dob vlakových spojů.

Na základě předpokladů a faktorů vycházejících z teoretické části práce, byly za účelem sestavení databáze nasbírána potřebná data k potřebným proměnným. Data jsou graficky popsána a následně byly stanoveny statistické hypotézy, jež byly testovány prostřednictvím statistického programu SAS.

Celkem bylo formulováno 10 hypotéz, jež byly testovány s 5 vlivy, přičemž byla prokázána závislost u všech testovaných hypotéz. Největší vliv na vznik zpoždění má průměrná rychlost mezitím co největší vliv na výši vzniklého zpoždění má hustota dopraven.

Klíčová slova: Železnice, Vlak, Zpoždění, Jízdní řád, Výluková činnost, Provoz, Dopravce, Česká republika, Arriva

Statistical analysis of train delays in a selected transportation company

Abstract

The bachelor thesis is dedicated to the statistical analysis of train delays occurring in a selected carrier, including comparison and analysis of other railway companies on selected section of chosen routes. The base for information retrieval was created as a database in MS Excel. The aim of this work was identifying and evaluating factors that influences the occurrences and the amount of delay with regard to economic impacts and resulting additional costs.

Technical and specialized literature together with regulations were used as basis for creating the theoretical part, which deals with an introduction to the complex issue of railways and their operation, including a detailed description of the causes and factors affecting the prolongation of train travel times.

Based on assumptions and factors arising from the theoretical part of the work, necessary data for required variables were collected in order to compile the database. The dates are graphically described and subsequently statistical hypothesis were formulated, in order to test them with the SAS statistical program.

A total of 10 hypothesis were formulated, then tested with 5 influencing factors and a dependence was demonstrated in all the tested hypothesis. The largest influence on the occurrence of delays is the average speed, while the largest influence on the amount of delay is the density of passing loops.

Keywords: Railway, Train, Delay, Timetable, Service disruption, Traffic, Carrier, Czech republic, Arriva

Obsah

1 Úvod.....	12
2 Cíl práce a metodika	13
2.1 Cíl práce	13
2.2 Metodika	13
2.2.1 Tvorba databáze	14
2.2.2 Jízdní doba	14
2.2.3 Průměrná rychlost	14
2.2.4 Analýza závislosti kvalitativních znaků	14
2.2.5 Tabulka 2 x 2	14
2.2.6 Testy nezávislosti.....	15
2.2.7 Fischerův test nezávislosti	15
2.2.8 Chí-kvadrát test nezávislosti	15
2.2.9 Kontingenční tabulka.....	16
2.2.10 Chí-kvadrát test pro kontingenční tabulku.....	16
2.2.11 Koeficient závislosti v kontingenční tabulce	17
2.2.12 Analýza závislosti dvou kvantitativních znaků	18
2.2.13 T-Test.....	18
2.2.14 Kolmogorovův-Smirnovův test	18
3 Teoretická východiska	19
3.1 Železniční doprava v České republice	19
3.1.1 Historie železniční dopravy v České republice.....	21
3.1.2 Členění a kategorie vlaků	22
3.1.3 Liberalizace trhu železniční dopravy a současní osobní dopravci na české železniční síti	23
3.2 Železniční osobní dopravci působící na české železniční síti	24
3.2.1 ARRIVA vlaky s.r.o.	24
3.2.2 Provozní soubory a linky provozované dopravcem ARRIVA vlaky s.r.o.	25
3.2.3 Řady provozovaných železničních vozidel dopravcem ARRIVA vlaky s.r.o.	26
3.2.4 Výroční zprávy o kvalitě poskytovaných služeb za roky 2019, 2020, 2021 a 2022	27
3.2.5 České dráhy a.s.	28
3.2.6 Die Länderbahn CZ s.r.o.....	29
3.3 Železniční síť v České Republice	30
3.3.1 Rozdělení tratí dle systému trakční soustavy.....	31
3.3.2 Rozdělení tratí dle počtu kolejí.....	31
3.4 Železniční tratě vztahující se k analýze.....	32

3.4.1	Linka R21.....	32
3.4.2	Linka R22.....	33
3.4.3	Linka R24.....	34
3.4.4	Linka R26.....	35
3.4.5	Linka P1 jih.....	36
3.5	Jízdní řád	37
3.5.1	Kvantitativní a kvalitativní studie železniční dopravy v ČR z pohledu cestujících	39
3.5.2	Statistika o zpožděných vlacích jednotlivých dopravců v roce 2023	42
3.5.3	Terminologie a metodika výpočtu výše zpoždění.....	42
3.5.4	Příčiny a kategorie zpoždění	43
3.5.5	Faktory ovlivňující jízdní dobu.....	45
3.5.6	Kódy narušení jízdního řádu při zdůvodnění zpoždění vlaku.....	46
3.5.7	Legislativa týkající se ochrany cestujících v případě zpoždění	46
3.6	Výluková činnost.....	47
3.6.1	Odborné dělení výlukových činností	47
3.6.2	Výluková činnost na vybraných linkách v měsíci únor 2024	48
4	Vlastní práce	49
4.1	Provedený výpočet v databázi	49
4.2	Popisné statistiky.....	50
4.2.1	Trat'ové parametry a dopravci.....	52
4.2.2	Zpoždění vlaků.....	55
4.2.3	Linka R21	61
4.2.4	Linka R22.....	63
4.2.5	Linka R24.....	64
4.2.6	Linka R26.....	65
4.2.7	Linka P1	66
4.2.8	Příčiny zpoždění u dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.....	67
4.3	Výsledky testování faktorů ovlivňujících vznik zpoždění	70
4.3.1	Vliv elektrifikace tratě na vznik zpoždění	70
4.3.2	Vliv hustoty dopravy na vznik zpoždění.....	71
4.3.3	Vliv provozované řady na vznik zpoždění.....	71
4.3.4	Vliv konání výluky na trati na vznik zpoždění	72
4.3.5	Vliv průměrné rychlosti trati na vznik zpoždění.....	73
4.4	Výsledky testování faktorů ovlivňujících výši zpoždění	73
4.4.1	Vliv elektrifikace tratě na výši zpoždění.....	74
4.4.2	Vliv hustoty dopravy na tratě na výši zpoždění	74
4.4.3	Vliv provozované řady na výši zpoždění.....	74
4.4.4	Vliv konání výluky na výši zpoždění.....	75
4.4.5	T – test: vliv průměrné rychlosti na výši zpoždění	75

5	Zhodnocení výsledků	76
6	Závěr.....	77
7	Seznam použitých zdrojů	78
8	Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratek.....	84
8.1	Seznam obrázků	84
8.2	Seznam tabulek	84
8.3	Seznam grafů.....	85
8.4	Seznam použitých zkratek.....	86
9	Přílohy	88

1 Úvod

Statistika je vědou, respektivě matematickou disciplínou, jež se zabývá sběrem, analýzou a následnou prezentací a interpretací dat. Statistika slouží k hledání a vysvětlení vzájemných souvislostí mezi proměnnými v datové základně, a to za účelem hledání specifik a vztahů mezi daty.

Doprava, ať už železniční nebo v jakékoliv jiné formě, spojuje a zároveň i odděluje lidi, integruje a odděluje, je ale zároveň nápomocná lidskému poznávání a obohacování. Železniční doprava má dlouholetou tradici, jež sahá do počátku 19. století, kdy začal její postupný vývoj a stala se větším a větším vektorem pro převoz lidí, nákladů a informací.

Se železnicí je spojeno mnoho emocí a také subjektivních názorů z pohledu široké laické veřejnosti. Zároveň se jedná o velmi specifické odvětví, na které navazuje velké množství zákonů, předpisů a pravidel, jež jsou pro cestující veřejnost neznámé a často těžce pochopitelné, což často vede k nedorozuměním.

Ikonickým faktorem, jenž se bohužel stal nedílnou součástí aury drah a železnice, je zpoždění. Tento negativní aspekt bývá cestujícími často vnímán jako ten, jenž nejvíce znevýhodňuje železnici při její volbě jako dopravní prostředek. Faktory způsobující prodloužení jízdních dob vlakových spojů se dělí na traťové a vozidlové, respektivě se týkají jejich poměrů a parametrů. Je samozřejmě nutné také předpokládat vliv nečekaných a neovlivnitelných faktorů, jež způsobují ta největší zpoždění a nejméně příjemná pro zákazníky železničních společností. Jedná se o povětrnostní vlivy, zásahy vyšší moci nebo třetích stran, jež často způsobují úplné zastavení provozu, zpoždění a zrušení spojů.

Vlastní výzkum se zaměřuje na zkoumání závislosti faktorů způsobujících zpoždění, jež mohou být za určitých podmínek nebo cílenými investicemi do infrastruktury a vozidel zcela nebo parciálně eliminovány. Tímto by za optimálních podmínek došlo ke zmírnění časové nespolehlivosti vlakové dopravy se současným snížením provozních nákladů a zvýšení bonity tohoto druhu dopravy pro její současné a budoucí uživatele.

Téma zvýšení bonity železniční dopravy je také velmi aktuální vzhledem k aktuálním environmentálním problematikám a nutností směřovat větší množství cestujících do ekologičtějších hromadných prostředků, a to za účelem snížení individuálních cest a uhlíkové stopy zapříčiněné dopravou. Pro přirozené nasměrování lidí do těchto hromadných prostředků, je nutné aby železnice byla vnímána jako komfortní, bezpečný a pohodlný prostředek pro uskutečnění jakékoliv cesty.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem této práce je identifikace příčin způsobujících zpoždění ve vlakové dopravě. Práce se zabývá nalezením, analýzou a následným vyhodnocením faktorů, jež výrazně ovlivňují prodloužení jízdních dob vlakových spojů, a to nejen z pohledu samotného vzniku zpoždění, ale také z hlediska prodloužení jízdních dob. Analýza je provedena s detailním rozbohem pro vybraného dopravce, ale týká se také ostatních „konkurenčních“ dopravců působících ve stejném úseku vybrané tratě.

Na teoretické úrovni jsou také vyhodnoceny ekonomické dopady v souvislosti se zpožděním, vzniklé vícenáklady pro osobní dopravce a snížený zákaznický komfort cestujících. Tyto úvahy jsou dílčími cíli této práce.

S ohledem na hlavní cíl práce je vytvořena datová základna obsahující data z jízdního řádu a výši zpoždění za spoje odjeté v měsíci únor roku 2024. Tato databáze je doplněna o proměnné, jež jsou na základě teoretických předpokladů vyhodnocené jako stěžejní pro vznik prodloužených jízdních dob. Analyzované faktory se týkají traťových poměrů a parametrů nasazených vozidel.

Data jsou zpracována a vyhodnocena pomocí MS Excel a statistického programu SAS, jejichž výstupy jsou shrnuty pomocí grafů a tabulek, jež vyjadřují jednotlivé četnosti a vzájemné závislosti statistických znaků.

2.2 Metodika

Práce se rozděluje na dvě hlavní části, první z nich spočívá v literární rešerši, jež vychází z odborné literatury zabývající se drážní dopravou, informacemi o dopravcích a fungováním samotného železničního provozu.

Druhou část tvoří popisné statistiky a výsledky testování hypotéz, jež byly provedeny prostřednictvím programu SAS. To zahrnuje také určení síly závislosti a teoretické vysvětlení příčin, včetně návrhu možných nápravných opatření pro snížení nežádoucího vzniku zpoždění při jízdě vlaku. Databáze dat byla zpracována prostřednictvím MS Excel a data byla získána ze softwarů IDOS a ISOŘ KADR.

2.2.1 Tvorba databáze

Datová matice byla vytvořena ručním přepisem dat, přičemž základní pomůckou byl jízdní řád na trati a údaje o zpoždění pocházející z aplikací. Do řádků byly uvedeny veškeré statistické znaky pocházející z teorie a mající význam za účelem této analýzy. Dvě proměnné byly ale získány z jiných dat v souboru, jejich výpočet bude dále uveden.

2.2.2 Jízdní doba

Tato proměnná byla získána jako rozdíl mezi časem příjezdu spoje do cílové stanice a časem odjezdu dle JŘ z počáteční stanice úseku analyzovaném v této práci (SŽ, 2021a).

2.2.3 Průměrná rychlost

Tento statistický znak byl získán vydělením délky úseku tratě a jízdní dobou vlakového spoje, byl použit standardní vzorec pro průměrnou rychlost

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

(Halliday; Resnick; Walker, 2021).

2.2.4 Analýza závislosti kvalitativních znaků

V tomto případě se pracuje s datovou maticí o rozměrech $n \times 2$, kde obě sledované jsou kategoriální (kvalitativní) a proměnná X nabývá R různých kategorií mezitím co proměnná Z nabývá naopak S různých hodnot (Hebák 2013, s. 267).

2.2.5 Tabulka 2 x 2

Pokud jsou brány v úvahu pouze dvě náhodné proměnné X a Y , jež nabývají jednom dvou hodnot (např. 0 a 1), je možné vytvořit asociační tabulku, ve které po klasifikaci n prvků získáme četnosti a , b , c a d (Hendl 2013, s. 314).

Tabulka 1 Tabulka 2 x 2 (asociační)

Proměnná Y	Proměnná X		Celkem (řádky)
	0	1	
0	a	b	(a + b)
1	c	d	(c + d)
Celkem (sloupce)	(a + c)	(b + d)	n

Zdroj: vlastní vypracování, Hendl (2013, s. 314)

2.2.6 Testy nezávislosti

Na základě tvrzení Hendla (2013, s. 315) v případě asociační tabulky s malým počtem dat, kdy počet pozorování je menší než 20, využívá se Fischerova testu. Aby bylo možné využít χ^2 test pro nezávislost, je nutné aby tabulka byla dostatečně obsazena. To znamená, že musí platit vztah $a + b \approx c + d > 5$ nebo $a + b > 5, c + d > (a + c)/3$.

2.2.7 Fischerův test nezávislosti

Dle Hendla (2013, s. 315) tímto testem nezávislosti se zjišťuje, jaká je pravděpodobnost konfigurace četností získaná nebo ještě extrémnější za platnosti nulové hypotézy. Fixují se sloupcové a řádkové součty, protože neobsahují žádnou informaci o tom, jestli je splněna podmínka nezávislosti. Ze všech hodnot a, b, c a d jenom jedna může mít určitou volnost, ostatní jsou automaticky určeny. Tato hodnota bude označena jako a a příslušná náhodná proměnná bude označena jako Z . Podmíněná pravděpodobnost hodnoty bude dána výrazem:

$$P(Z = a) = \frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{n!a!b!c!d!} \quad (2)$$

Pomocí P je pak možné určit kritickou oblast hodnoty proměnné Z spočítáním kumulativních pravděpodobností jejích extrémních hodnot. Platí-li hypotéza o nezávislosti, hodnoty by měly být nižší než vybraná hladina významnosti alfa.

2.2.8 Chí-kvadrát test nezávislosti

Podobně jako Fischerův test, tento je také založen na bázi nulové hypotézy, jež předpokládá nezávislost proměnných a lze využít zjednodušený vzorec:

$$\chi^2 = \frac{n(ad-bc)^2}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)} \quad (3)$$

(Hendl 2006, s. 314).

Jak je vysvětleno Hebákem (2013, s. 269), míry asociace je možné založit pouze na velikosti četnosti, ale případ dvojice proměnných může být založen také na uspořádání. Měry asociace musí nabývat nulovou hodnotu v případě nezávislosti, čím vyšší absolutní hodnoty, tím je vyšší míra asociace. Je dobré míry asociace definovat v uzavřeném intervalu, kdy pevná závislost je vyjádřena nejvyšší dosažitelnou hodnotou. Využívá se vzorec Pearsonova koeficientu kontingence:

$$C_p = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}} \quad (4)$$

jenž má pohyblivé maximum: $\max(C_p) = \sqrt{\frac{h}{h+1}} < 1$. Je výhodnější využít podílu $C_p/\max(C_p)$ pro interpretování míry asociace, jenž leží v intervalu od 0 do 1. Ve stejném intervalu leží také hodnoty Cramérova koeficientu, jenž se získá vzorcem:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2/n}{h}}. \quad (5)$$

2.2.9 Kontingenční tabulka

Pokud dojde k rozdělení n jednotek v souboru podle hodnot dvou proměnných, získaným výsledkem se stane kontingenční tabulka (Hebák 2013, s. 267).

Tabulka 2 Kontingenční tabulka

Kategorie	y_1	y_2	...	y_s	Součty řádkové
x_1	n_{11}	n_{21}	...	n_{1s}	n_1
x_2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2s}	n_2
...
x_r	n_{r1}	n_{r2}	...	n_{rs}	n_r
Součty sloupcové	n_1	n_2	...	n_s	n

Zdroj: vlastní vypracování, Hebák (2013, s. 267)

Jedná se o tabulku rozměru $r \times s$, ve které se sledují proměnné x a y , čísla n_{11} až n_{rs} vyjadřující jednotlivé četnosti, řádkové a sloupcové součty reprezentují marginální četnosti a číslo n rozsah databáze (Hebák 2013, s. 267).

2.2.10 Chí-kvadrát test pro kontingenční tabulku

Hendl (2006, s. 312) vysvětluje, že v tabulce typu $r \times s$ nejdříve se vypočítají očekávané frekvence za předpokladu platnosti nulové hypotézy. Pravděpodobnost p_{ij} , že bude v objektu zjištěna kombinace hodnot proměnných i a j , musí mít hodnotu $p_i p_j$. Hodnota pravděpodobností se odhadne podíly n_{ij}/n a n_j/n a protože hodnota četností v poli $m_{ij} = p_{ij}n$, platí že:

$$m_{ij} = \frac{n_i n_j}{n}. \quad (6)$$

Testovací statistika se se vypočítá dle následujícího vzorce:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{pozorované četnosti} - \text{očekávané četnosti})}{\text{očekávané četnosti}}, \quad (7)$$

tím pádem:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(n_{ij} - m_{ij})^2}{m_{ij}} \quad (8)$$

Dle Hebáka (2006, s. 312) tato χ^2 statistika měří celkovou nepodobu mezi čísly n_{ij} a m_{ij} , kdy čím větší rozdíly jsou zaznamenány mezi zjištěnými a očekávanými četnostmi, tím větší bude testovací statistika χ^2 . Tuto hodnotu χ^2 je možné srovnat s kritickou hodnotou χ^2 rozdělení o stupních volnosti $(r - 1)(s - 1)$ na zvolené hladině významnosti. Je-li tato hodnota vyšší, než ta tabulková, tak nulová hypotéza se zamítá. Pokud je možné programem vypočítat také p-hodnotu, tak tuto je možné srovnat hned se zvolenou hladinou významnosti. Aby test byl platný, musí obsahovat dostatečný počet pozorování, to znamená, že všechny očekávané hodnoty, by měly být větší než jedna. Pokud se v některých buňkách vyskytnou nulové hodnoty, je nutné sloučit málo obsazené kategorie v tabulce a přejít k analýze této odvozené tabulky.

2.2.11 Koeficient závislosti v kontingenční tabulce

Pro měření síly vztahu v kontingenční tabulce, uvádí Hebák (2006, s. 313), že je možné vypočítat Pearsonův korelační koeficient r obou spojitých proměnných. Využívají se korigovaný koeficient kontingence podle Pearsona:

$$C_{kor} = \frac{C}{C_{max}}, \quad (9)$$

kde

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}}, \quad (10)$$

$$C_{max} = \sqrt{(m - 1)m}, \quad (11)$$

a Cramerův koeficient

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(m-1)}}, \quad (12)$$

kde m je to větší číslo mezi r a s . Pokud C_{kor} a V jsou v intervalu mezi 0 a 1, tak nulová hodnota znamená, že v tabulce není žádný vztah, naopak pokud koeficienty mají hodnotu 1, tak vztah je úplný.

2.2.12 Analýza závislosti dvou kvantitativních znaků

Na základě tvrzení Hendla (2006, s. 207) se v tomto případě porovnávají odpovědi na dvě různé proměnné, při tom se porovnávají průměry μ_1 a μ_2 proměnných. Předmětem zájmu jsou rozdíl průměrů, jenž se označuje jako Δ a také interval spolehlivosti pro rozdíl průměrů proměnných.

2.2.13 T-Test

Hebák (2013, s. 303) uvažuje o populaci $K=2$ a náhodnou veličinu X s rozdělením $N(\mu_k, \sigma_k^2)$ pro $k=1,2$. Testuje se pravdivost hypotézy

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad (13)$$

s alternativou, při které se uvažuje, že střední hodnota průměru μ v jedné z populací je větší nebo menší než ta, v populaci druhé:

$$A : \mu_1 \neq \mu_2. \quad (14)$$

2.2.14 Kolmogorovův-Smirnovův test

Tento test patří dle Hendla (2008, s. 233) do testů dobré shody a je možné s jeho pomocí zkoumat průběh celé distribuční funkce. Tento test je obecný pro jakýkoliv typ rozdělení. Testuje se hypotéza

$$H_0 : F(x) = F_0(x) \quad (15)$$

proti alternativní hypotéze

$$H_0 : F(x) \neq F_0(x), \quad (16)$$

a to pro všechna x , pro která $F(x)$ je distribuční funkcí, jež generuje data.

3 Teoretická východiska

3.1 Železniční doprava v České republice

Správa železnic (2023b) uvádí, že železniční doprava v České republice tvoří klíčový prvek dopravní infrastruktury a je také důležitou součástí mezinárodní tranzitní dopravy. Délka železničních tratí ve vlastnictví státu prostřednictvím podřízené organizace Správa železnic činí 9 349 km.

Ministerstvo dopravy České republiky (2021) popisuje, že funkci provozovatelé dráhy a vlastníka státních železničních drah plní již výše zmíněna státní organizace Správa železnic, jež zajišťuje provozuschopnost, provozování, rozvoj i modernizaci, a to na základě Zákona č. 266/1994 Sb., o drahách, v platném znění. 31.12.2002 došlo k zániku státní organizace České dráhy na základě zákona č. 77/2002 Sb. a 01.01.2003 došlo ke vzniku dvou nástupnických organizací, a to akciové společnosti České dráhy a státní organizace Správa železniční dopravní cesty. 01.01.2020 došlo k přejmenování poslední organizace na Správa železnic, s.o. Tato nutná zákonná úprava má původ ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 2001/16/ES o interoperabilitě transevropského konvenčního železničního systému, která rozdělila organizace mající v gesci infrastrukturu od těch zabezpečujících dopravu osob, věcí a informací na infrastrukturu. Prostým důvodem této novelizace byla snaha o eliminaci diskriminace dopravců konkurenčních, resp. konkurujících monopolním státním drahám, umožněním rovného a otevřeného přístupu k infrastrukturu ostatním subjektům.

Podle informací zveřejněných Ministerstvem dopravy ČR (2022) provozovatel drážní dopravy, kterým může být právnická nebo fyzická osoba, je terminus technicus využíván v souladu se Zákonem o drahách pro označení jakéhokoliv dopravce, který na základě licence vydané správním drážním úřadem, osvědčením dopravce a přidělené kapacity dopravní cesty, může provozovat dopravu osobní nebo nákladní.

Mezi povinnosti provozovatele drážní dopravy patří provozování činnosti v souladu s vydanou licencí a smlouvou uzavřenou s provozovatelem. Dále provozovatel musí také zajistit vydávání předpisů týkající se údržby železničních kolejových vozidel, provozování technických zařízení v souladu s průkazy způsobilosti, zajištění zdravotní a odborné způsobilosti zaměstnanců včetně pravidelného školení a přezkušování. Je nutné také zajistit kontrolní činnost takovou, aby byl dopravce schopen dodržet právní a vnitřní předpisy a dále zajistit zveřejňování aktuálně platných smluvně přepravních podmínek, jízdních řádu,

označení vozidel a dodržování evropských a národních předpisů, jež se týkají kompenzací, výše slev, práv cestujících, bezpečnosti a přepravy různých kategorií cestujících, a to včetně těch se zdravotním omezením.

Kovalčíková (2011) uvádí, že železniční doprava může být provozována v režimu veřejném – přepravní potřeba provozována dle předem známých podmínek, nebo neveřejném – individuální přepravní potřeba provozována na základě podmínek vyplívajících ze smlouvy obchodních partnerů. V osobní dopravě je většina dopravních výkonů zajišťována v tzv. závazku veřejně služby, kdy stát, kraje nebo obce si objednávají u dopravců službu, kterou dotují vlastními finančními prostředky ve výši stanovené smlouvou. Platby objednatelů bývají přepočítávány na 1 km poskytnuté služby. Dopravce je následně povinen za cenu stanovenou smlouvou provozovat dopravu v rozsahu a kvalitě požadované objednatele. V Česku existují také linky provozované na základě komerčního rizika dopravce, jedná se zejména o linky provozované soukromými dopravci jako jsou Regiojet a Leoexpress na hlavních koridorových tratích (např. Praha – Brno – Vídeň/Bratislava a Praha – Ostrava), kde je možné ufinancovat pravidelný provoz bez finanční náhrady – vyjma kompenzací za snížené jízdné. Jedná se také o jediné linky v Česku, kde si dopravci vzájemně konkurují cenou jízdních dokladů a nabídkou služeb a kde MD ČR zrušilo poskytování kompenzací na základě smlouvy o veřejné službě národnímu dopravci České dráhy.

Smlouvy v osobní dopravě v závazku veřejné služby mohou fungovat v tzv. režimu brutto, který má vzestupný trend na úkor tzv. režimu netto. V tomto režimu dopravce nese pouze nákladové riziko. To znamená, že se musí umět vypořádat s růstem cen náhradních dílů, pohonných hmot, mezd zaměstnanců, nájmu služebních prostor a ploch, údržby atd.

Naproti tomu objednatel nese riziko tržeb, kdy nemusí být naplněny předpokládané příjmy z tržeb jízdného sloužících k financování veřejné dopravy. Naopak v režimu netto dopravce nese riziko za oba faktory, kdy v tomto modelu příjmy dopravce nejsou tvořeny pouze kompenzacemi ze strany objednatele, ale taktéž příjmy z tržeb realizovaných cest cestujícími. Objednatel tudíž hradí dopravci prokazatelnou ztrátu, to je rozdíl mezi ekonomicky oprávněnými náklady a tržbami a výnosy, kterým dopravce dosáhl ze závazku.

Tento poslední model je využíván zejména ve smlouvách o zajištění veřejné služby, kde objednatelem je Ministerstvo dopravy ČR, a to zejména z důvodu že se jedná většinou o mezikrajskou ale taktéž mezinárodní dopravu, kde jednotlivé integrované systémy mohou být uznávány a platí pouze na části trasách.

V případě krajských smluv naopak je integrace úzká, resp. plná a v případě jednotlivých mezikrajských cest dochází k úmluvám mezi kraji pro rozdělení tržeb z jízdného. Netto smlouvy jsou na vzestupu z toho důvodu, že dochází ke směřování krajské dopravy do takové provozní podoby, aby pro cestující a platnost jimi pořízených jízdních dokladů byla rozhodující územní platnost integrovaného dopravního systému v rámci kraje či krajů, kdežto dopravce se stává až druhotným subjektem, resp. dodavatelem zabezpečující fyzicky provoz za podmínek stanovených objednatelem.

Na základě údajů evidovaných Správou železnic (2024c) na drahách celostátních a regionálních působí ke dni 03.10.2023 celkem 117 provozovatelů drážní dopravy, všichni jsou evidováni jako mající licenci k provozování nákladní dopravy a 40 z nich má také licenci k provozování osobní dopravy. Na základě dostupných dat pro rok 2023 z 15.01.2024 největší podíl na výkonech Správy železnic mají v nákladní dopravě dopravci ČD Cargo, a.s. (56,62%), METRANS Rail s.r.o. (6,43%), ORLEN Unipetrol Doprava s.r.o (3,88%), PKP CARGO INTERNATIONAL a.s. (3,36%), LOKORAIL, a.s. (3,01%) a ostatní dopravci mající jednotlivě podíl menší než 3,00%, kteří naježdí zbylých 26,69% vlakokilometrů. U osobní dopravy se dá naopak sledovat, že největší hráči na trhu drží většinový podíl, jen první tři dopravci mají více než 90% trhu. Vzestupně dle podílů jednotlivých dopravců v provozovaných výkonech měřených ve vlakokilometrech jsou prvními státem vlastněné České dráhy, a.s., které mají většinu s 81,76%; dále následují dopravci Regiojet a.s. (5,74%), ARRIVA vlaky s.r.o. (5,24%), Die Länderbahn CZ s.r.o. (2,17%), GW Train Regio a.s. (1,92%), Leo Express s.r.o. (1,46%) a ostatní menší dopravci majících zbylých 1,71% podílu.

3.1.1 Historie železniční dopravy v České republice

Kyncl, Ryba, Dykast, Tuzar (2006) datují prvopočátek české železnice do první poloviny 19. století, kdy tento okamžik stal se významný milníkem v historii země. Vznik přinesl technické inovace v odvětví a umožnil otevření nové možnosti přepravy velkého počtu osob a velkého objemu zboží, tím byl podpořen hospodářský rozvoj. Jak dokumentuje Pavlíček (2002), došlo k postupnému velkému růstu železnice, kdy v prvotní fázi docházelo zejména k výstavbě základní železniční sítě propojující nejdůležitější města v Českých zemích a následně přišlo období budování regionálních drah.

Následovalo období budování lokálních tratí až do období první světové války, kdy se přeprava po železnici zastavila (Schreirer 2009). Kyncl, Ryba, Dykast, Tuzar (2006) uvádí,

že nově založena Československá republika zdědila železniční síť o délce 11 400 km v dezolátním stavu a věnovala se zejména její modernizaci. Poté v období Československé socialistické republiky se západní trend nárůstu silniční dopravy se začal projevovat i v Československu, kdy začal postupný pokles železniční dopravy.

Po roce 1989 uvádí ČD (2018), kdy komunistický režim padl, v oblasti osobní dopravy začal růst individuální automobilový provoz, zatímco veřejná doprava železniční zaznamenala pokles a později se spíše stabilizovala s rostoucí konkurencí autobusových dopravců a spojů.

3.1.2 Členění a kategorie vlaků

V České republice jsou vlaky klasifikovány dle předpisu Správy železnic (2022a), jež rozlišuje vlaky podle druhu přepravy na vlaky osobní dopravy, vlaky nákladní dopravy a vlaky služební. Článek 251 rozlišuje také vlaky vojenské, jež nemají zvláštní druhové označení.

Vlaky osobní dopravy zajišťují převážně dopravu cestujících nebo také služeb jim určených a rozdělují se druhově podle maximální možné rychlosti, kvality přepravy, ale také podle počtu stanic a zastávek ve kterých zastavují. Je dále důležité zmínit, že všechny vlaky osobní dopravy mohou být vedeny jako mezinárodní nebo vnitrostátní přepravy.

Na základě požadavku dopravce může být použit u vlaků osobní dopravy odlišné označení druhu vlaku, jež se odborně nazývá komerčním označením, není však součástí druhu vlaku podle výše zmíněného předpisu.

Vlaky osobní dopravy se rozdělují na následující druhy vlaků:

- Expresní vlaky (Ex): jedná se o dálkové vlaky nejvyšší kategorie, jež mají minimální stanovenou rychlost 140 km/h včetně a zastavují pro nástup a výstup cestujících jen v nejdůležitějších stanicích a zastávkách;
- Rychlíky (R): jedná se většinou o meziregionální vlaky vyšší kategorie, jež mají minimální stanovenou rychlost 90 km/h včetně a zastavují pro nástup a výstup cestujících jen v důležitějších stanicích a zastávkách;
- Spěšné vlaky (Sp): jedná se většinou o regionální vlaky, jež mají minimální stanovenou rychlost 80 km/h včetně a zastavují pro nástup a výstup cestujících jen ve vybraných stanicích a zastávkách;

- Osobní vlaky (Os): jedná se většinou o regionální vlaky, jež nemají stanovenou minimální rychlost a zastavují pro nástup a výstup cestujících většinou ve všech stanicích a zastávkách;
- Soupravné vlaky (Sv): jedná se o vlaky, jež nepřepřavují cestující a jsou složeny ze souprav vozů osobní přepravy, elektrických vozů, motorových vozů a jednotek, které se přemísťují z konečného nebo do výchozího místa vlaku.

Vlaky nákladní dopravy zajišťují dopravu ložených nebo prázdných nákladních vozů, mohou také zajišťovat přepravu jiných vozidel. Rozdělují se na tyto následující druhy vlaků:

- Expresní nákladní vlaky (Nex);
- Průběžné nákladní vlaky (Pn);
- Manipulační vlaky (Mn);
- Lokomotivní vlaky (Lv);
- Vlečkové vlaky (Vleč).

Poslední kategorii vlaků tvoří služební vlaky (Služ), jedná se o vlaky zaváděné pro potřeby provozovatele dráhy, do této kategorie patří také pomocné vlaky pro odstranění mimořádných událostí, označovaných zkratkou Pom. Zvláštní kategorií jsou vlaky vojenské, jež přepravují vojska, techniku a náklady pro ozbrojené síly. Tyto vlaky nemají zvláštní druhové označení, ale mohou být vedeni jakkoliv dle předem zmíněných druhů.

3.1.3 **Liberalizace trhu železniční dopravy a současní osobní dopravci na české železniční síti**

Ministerstvo dopravy České republiky (2018) vydalo dokument *Situace v železniční dopravě*, jež byl následně projednán na zasedání vlády České republiky.

V tomto materiálu je uvedeno, že situace v osobní přepravě na české železnici je taková, že dopravní výkony v režimu smluv o veřejných službách jsou zajištěny téměř výhradně státem vlastněným dopravcem České dráhy a.s. Není ale možné tuto situaci zachovat i do budoucího období, a to z důvodu změněných pravidel stanovených pro čerpání čtvrtého železničního balíčku, ve kterém bude vyžadováno, aby se služby na české železnici zadávaly zejména prostřednictvím otevřeného nabídkového řízení. Přístup na infrastrukturu byl již otevřen díky vertikálnímu rozdělení Českých drah na státem vlastněnou Správu železnic zajišťující investice, údržbu a provoz železniční infrastruktury, akciovou společnost

České dráhy zajišťující osobní železniční přepravu a ČD Cargo zajišťující nákladní přepravu v otevřeném trhu. Rozdělení nabylo na platnosti 1.1.2003 na základě zákona č. 77/2002 Sb.

Požadavkem unijního práva je, aby přístup k veřejným službám v železniční dopravě provozovaných na základě závazku veřejné služby byl zajištěn pro tuzemské a zahraniční dopravní společnosti.

Je skutečností, že přímé smlouvy v oblasti železniční osobní dopravy mohou být uzavírány do konce roku 2023, avšak se jedná o výjimku z pravidla nabídkového řízení. Tyto smlouvy mohou být uzavřeny až maximálně po dobu deseti let. Ministerstvo dopravy ČR se rozhodlo pro otevření trhu dříve, než-li je ukládáno pravidly, protože není z pohledu této instituce vhodné otevřít trh po uplynutí lhůt naráz, ale postupně, a to také z toho důvodu, že v několika souborech byly podány alternativní nabídky, které se rozhodlo Ministerstvo zvážit a vyhodnotit. Vláda České republiky se rozhodla v rámci usnesení ke Zprávě o postupu otevírání trhu v přepravě cestujících v oblasti dálkové a nadregionální dopravy a schválila záměr realizovat nabídková řízení na vybraných linkách a neodložit jiné alternativní nabídky podány od jiných dopravců než ČD, kterými je nutné se zabývat s ohledem na účelné a hospodárné vynakládání veřejných prostředků. Daná situace může urychlit otevření trhu a vést k větší pluralitě osobních železničních dopravců.

3.2 Železniční osobní dopravci působící na české železniční síti

Na základě údajů publikovaných Správou železnic (2024b), v České republice současně působí 40 dopravců, jež mají licenci k provozování osobní drážní dopravy. Největšími dopravci jsou, jak již bylo předem zmíněno, České dráhy a.s., Regiojet a.s., ARRIVA vlaky s.r.o., Die Länderbahn CZ s.r.o., GW Train Regio a.s. a Leo Express s.r.o.

3.2.1 ARRIVA vlaky s.r.o.

Jak je prezentováno společností ATČR (2023a), společnost ARRIVA vlaky s.r.o. byla zapsána do českého obchodního rejstříku 2. září 2009 prostřednictvím Městského soudu v Praze. Jediným společníkem je ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA a.s., jejíž jediným akcionářem je Arriva International Limited patřící do portfolia Arriva plc.

Historickým milníkem pro aktivitu skupiny v této středoevropské zemi se stal 1. červenec roku 2013, kdy došlo k přejmenování firem patřících skupině Veolia Transport Central Europe na Arriva poté, co Veolia na jaře roku 2013 odsouhlasila prodej dosavadních aktivit.

Důležitou zprávou z podzimu roku 2023 je také prodej zbylých aktivit Arriva Group, jež zahrnuje také provoz v České republice, společnosti I Squared Capital, a to po 13 letech vlastnictví společností Deutsche Bahn AG (REUTERS, 2023).

Dle dat ATČR (2023a) z konce roku 2023 bude společnost v roce 2024 provozovat 101 vlakových jednotek a 18 linek, a to s více než 610 zaměstnanců.

3.2.2 Provozní soubory a linky provozované dopravcem ARRIVA vlaky s.r.o.

Dle údajů mateřské společnosti ATČR (2023b) v portfoliu výkonů dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. je doposud nejdéle provozovaným vlakovým spojem tzv. „městská linka“, jež nese označení S49. Linku dopravce provozuje smluvně pro organizátora dopravy ROPID, a to počínaje 9. prosincem roku 2018. Linka je vedena v úseku Praha Hostivař – Praha Libeň – Roztoky u Prahy.

Počínaje 15. prosincem roku 2019 došlo k významnému nárustu výkonů v závazku veřejných rozpočtů. Největším získaným souborem se staly rychlíkové linky z rozstřelu pořádaným Ministerstvem dopravy ČR, kde má dopravce jistotu provozu až do konce roku 2027. Dopravce získal výkony na následujících linkách:

- R21 Praha hl.n. – Mladá Boleslav hl.n. – Turnov – Železný Brod – Tanvald;
- R22 Kolín – Mladá Boleslav hl.n. – Česká Lípa hl.n. – Nový Bor – Rumburk – Šluknov;
- R24 (Praha Masarykovo nádraží) – Praha Dejvice – Kladno – Rakovník;
- R26 Praha hl.n. – Příbram – Písek – České Budějovice.

Dopravce také získal smlouvu na provoz osobních vlaků v Libereckém kraji na základě objednávky organizátora dopravy KORID LK spol. s.r.o., a to na linkách L3 v trase Liberec – Turnov – Železný Brod – Stará Paka – Jaroměř a L31 v trase Železný Brod – Tanvald.

Dále dopravce také započal s provozem motorových osobních vlaků na základě smlouvy se Zlínským krajem, a to rovnou na téměř třetině výkonů objednávaných krajem.

ARRIVA vlaky s.r.o. od 13. prosince roku 2020 také získala provoz na další motorové rychlíkové lince provozované smluvně pro MDČR, a to linku R14, na kterých má provoz jistý do konce roku 2027. Po převzetí provozu od Českých drah došlo k rozdělení linky na dvě části:

- R14A Pardubice hl.n. – Hradec Králové hl.n. – Jaroměř – Stará Paka – Turnov – Liberec;
- R14B Liberec – Česká Lípa hl.n. – Děčín hl.n. – Ústí nad Labem hl.n.

Po delší pauze došlo k obhájení vítězství významné zakázky na provoz osobních elektrických vlaků pro Plzeňský kraj, ve kterém dopravce ARRIVA vlaky převzala provoz a vlakové jednotky po dopravci České dráhy, a to dne 10. prosince 2023. Dopravce převzal provoz na lince P1 jih v trase (Pňovany) – Plzeň Jižní Předměstí – Plzeň hl.n. – Nepomuk – Horažďovice předměstí.

3.2.3 Řady provozovaných železničních vozidel dopravcem ARRIVA vlaky s.r.o.

Dle dat z konce roku 2023, bude mít dopravce na konci 2024 k dispozici 101 vlakových jednotek a lokomotiv: největší podíl provozovaných vlakových jednotkách je tvořen motorovou trakcí, na kterou se společnost soustředí, pouze 11 vlaků je plně elektrických (ATČR, 2023a).

Křenek, Bittner, Šrámek, Skála (2022) potvrzují, že nejpočetnějším železničním kolejovým vozidlem ve flotile dopravce je motorová jednotky řady 845. Jedná se o dvoudílné motorové jednotky, jež jsou skládané z motorového (845) a řídicího nemotorového vozu (945). Jednotky mají maximální povolenou rychlost 120 km/h a trvalý výkon ve výši 410 kW. Jedná se o jednotky pocházející z řady BR 628.2, jež byla vyráběna v letech 1986-1989 ve Spolkové republice Německo ve vagónce Duewag. K modernizaci a tzv. Bohemizaci první jednotky s číselným označením 845.001 došlo v roce 2012, další čtyři jednotky následovaly v roce 2017, mezitím co zbytek jednotek prošlo modernizací v letech 2018 až 2022.

Další provozovanou řadou, jež má také původ v Německu, je vedena jako BR 642 s obchodním označení Desiro Classic od výrobce Siemens. Maximální rychlost těchto motorových jednotek je stanovena na 120 km/h, jsou vybaveny dvěma motory o výkonu 275kW nebo 315kW podle konkrétní specifikace a jejich výroba započala rokem 1998 a byla pro německý trh dovršena v roce 2007. Společnost provozuje 5 jednotek prostřednictvím leasingové smlouvy se společností Alpha Trains Europa GmbH a dále 4 jednotky zprostředkované Deutsche Bahn AG.

Provoz v Česku byl dále rozšířen o 9 duálních elektrických jednotek řady 650, jež dopravce převzal pod podmínkou dotace od předchozího dopravce pro provoz na linku P1

v Plzeňském kraji. Jednotky byly vyrobeny a uvedeny do provozu v průběhu roku 2018 a byly vyrobeny společností ŠKODA TRANSPORTATION a.s. Maximální rychlost těchto dvouvozových průchozích jednotek je stanovena na 160 km/h a jsou vybaveny čtyřmi asynchronními trakčními motory s výkonem 340kW.

Vlakový provoz ve Zlínském kraji je naopak zabezpečen německými zánovnými jednotkami řady 832 v počtu 3 kusů a řady 846 v počtu 7 kusů. Dále společnost vlastní 12 modernizovaných jednotek řady 848 původem z Německa.

3.2.4 Výroční zprávy o kvalitě poskytovaných služeb za roky 2019, 2020, 2021 a 2022

Nálevka (2023) publikuje výroční zprávy o kvalitě poskytovaných služeb na základě článku č. 28 směrnice (EU) č. 1371/2007 o právech cestujících v železniční dopravě.

Dopravci jsou povinni každoročně publikovat Zprávu o kvalitě poskytovaných služeb pro daný kalendářní rok. Součástí této zprávy je přístup k informacím a informace o nákupu jízdních dokladů, dále je hodnocena čistota provozovaných železničních vozů včetně zařízení dopravce v železničních stanicích, počet stížností a statistika jejich vyřízení a doby vypořádání a pomoc poskytována osobám s omezenou schopností pohybu a orientace a dále osobám tělesně postiženým. Důležitou součástí je také průzkum spokojenosti zákazníků a dále jsou v dokumentu obsaženy data o přesnosti vlakových spojů, včetně odřeknutých vlaků s jejich odůvodněním.

Tabulka 3 Údaje o zpoždění spojů ARRIVA vlaky s.r.o. dle výročních zpráv

Údaj o zpoždění	Rok			
	2019	2020	2021	2022
Průměrné zpoždění provozovaných spojů ve vlakové dopravě	4,9%	4,6%	4,2%	4,1%
Zpoždění vlaku při odjezdu z počáteční stanice	1,1%	1,2%	1,1%	1,0%
Zpoždění při příjezdu vlaku do cílové stanice	5,4%	5,4%	5,3%	5,5%
Zpoždění ve výši 60 a méně minut	4,2%	4,0%	3,9%	3,8%
Zpoždění ve výši 60 až 119 minut	0,2%	0,1%	0,2%	0,3%
Zpoždění ve výši 120 a více minut	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Zmeškání přípojů na jiné spoje	Ne	Ne	Ne	Ne

Zdroj: vlastní vypracování, Nálevka (2020, 2021, 2022, 2023)

Tabulka 4 Údaje o zrušení spojů ARRIVA vlaky s.r.o. dle výročních zpráv

Údaj o odřeknutí vlaků	Rok			
	2019	2020	2021	2022
Počet odřeknutých vlaků v celé trase	14	51	61	59
Eliminace zpoždění	ND	ND	2%	3%
Mimořádná událost	ND	ND	17%	18%
Porucha železničních vozidel	ND	ND	10%	7%
Povětrnostní vlivy	ND	ND	5%	4%
Vlak veden odklonem	ND	ND	9%	9%
Výluka	ND	ND	57%	58%
Ostatní důvody	ND	ND	1%	1%

Zdroj: vlastní vypracování, Nálevka (2020, 2021, 2022, 2023)

3.2.5 České dráhy a.s.

České dráhy a.s. (2024) jsou českou železniční společností jejíž hlavním předmětem podnikání je provozování osobní železniční dopravy. Právní struktura organizace je ve formě akciové společnosti, ve které je jediným akcionářem Česká republika. Zakladatelským orgánem Českých drah je Ministerstvo dopravy České republiky, jenž vlastní veškeré akcie, avšak se nejedná o hlavní řídicí subjekt společnosti. České dráhy zauímají dominantní pozici mezi železničními dopravci v osobní dopravě v České republice, ve které ročně vypraví 2,5 milionu vlaků, přepraví až 180 milionů cestujících, a to v celkem čtyřech tisících železničních kolejových vozidel (osobních vozů, vlakových jednotek a lokomotiv) Dceřiná společnost zajišťující nákladní dopravu ročně přepraví přes 60 milionů tun zboží a rychle expanduje svými aktivitami na zahraniční trh.

Skupina ČD poskytuje široké portfolio nabízených produktů, jež nezahrnují pouze core business, jímž jsou osobní a nákladní doprava. Společnost poskytuje prostřednictvím dceřiných firem také IT systémy, informační systémy, odbavovací systémy, vzdělávání, opravárenství, zkušebnictví, tzv. zařízení služeb a mnoho dalších služeb využívaných v rámci koncernu, jež jsou poskytovány také jiným konkurenčním dopravcům v České republice.

České dráhy a.s. mají dle Sůry (2023) většinový podíl na trhu s podílem na výkonu provozovaných vlakokilometrů ve výši 81,76%. Provozují mezinárodní a dálkovou dopravu pro Ministerstvo dopravy České republiky a také regionální dopravu pro čtrnáct krajů, jež objednávají dopravní obslužnost na svém území prostřednictvím krajských dopravních

koordinátorů. V krajích se státní dopravce podílí většinou na přepravě, potažmo má v určitých krajích prakticky monopol.

Společnost České dráhy podle Křenka, Bittnera, Šrámka, Skály (2022) v současnosti provozuje velké množství motorových a elektrických lokomotiv, ucelených jednotek a osobních vozů pro přepravu cestujících, jež se rozdělují do stovky řad a podřad. Za účelem této analýzy není vhodné vypisovat a popisovat všechny provozované řady tímto dopravcem, ale je nutné popsat alespoň jednotlivé řady hnacích vozidel nasazených na vybraných linkách (třídění linek a jejich číselné označení je převzato od linek provozovaných společnostmi ARRIVA vlaky s.r.o.):

- R21, dopravcem jsou zde nasazeny motorové lokomotivy řady 750 (tzv. Brejlovec) s přípojnými osobními vozy a řídicím vozem na druhém konci soupravy;
- R24, zde dopravce nasazuje ucelené motorové jednotky řady 814 (tzv. Regionova);
- R26, zde jsou taktéž nasazeny jednotky řady 814;
- P1, zde dochází k nasazování klasických čtyř nebo pěti vozových osobních vozů klasické stavby vedeny elektrickými lokomotivami řady 242 a novější řady 263.

3.2.6 Die Länderbahn CZ s.r.o.

Die Länderbahn CZ s.r.o. (2023) je soukromý železniční dopravce, jenž je 100% vlastněný německou mateřskou společností Die Länderbahn GmbH DLB. Železniční dopravce působí na českém trhu počínaje rokem 2010. V roce 2011 dopravce přešel pod vlastnictví společnosti NETINERA Deutschland GmbH, jež se řadí do velkého konsorcia tvořen italskými státními drahami (společnost Ferrovie dello Stato Italiane group). V roce 2019 došlo k založení česká sesterské společnosti Die Länderbahn CZ s.r.o..

Doprovce od roku 2014 provozuje pod značkou Trilex své spoje na lince L7 (Liberec – Zittau – Varnsdorf – Seifhennersdorf) a RB61 (Liberec – Zittau – Bischofswerda – Dresden Hbf), kde nasazuje podobně jako ve východním Sasku jednotky 642 Desiro.

Na základě veřejné zakázky Libereckého kraje z roku 2020 byl dopravce vybrán jako vítěz soutěže motorových vlaků na linkách L4 (Mladá Boleslav hl.n. – Česká Lípa hl.n. – Rybníště – Rumburk) od konce roku 2021 a na lince L2 (Liberec – Česká Lípa hl.n. – Děčín hl.n.) od konce roku 2022, kde dopravce nasazuje taktéž jednotky řady 642 od výrobce Siemens.

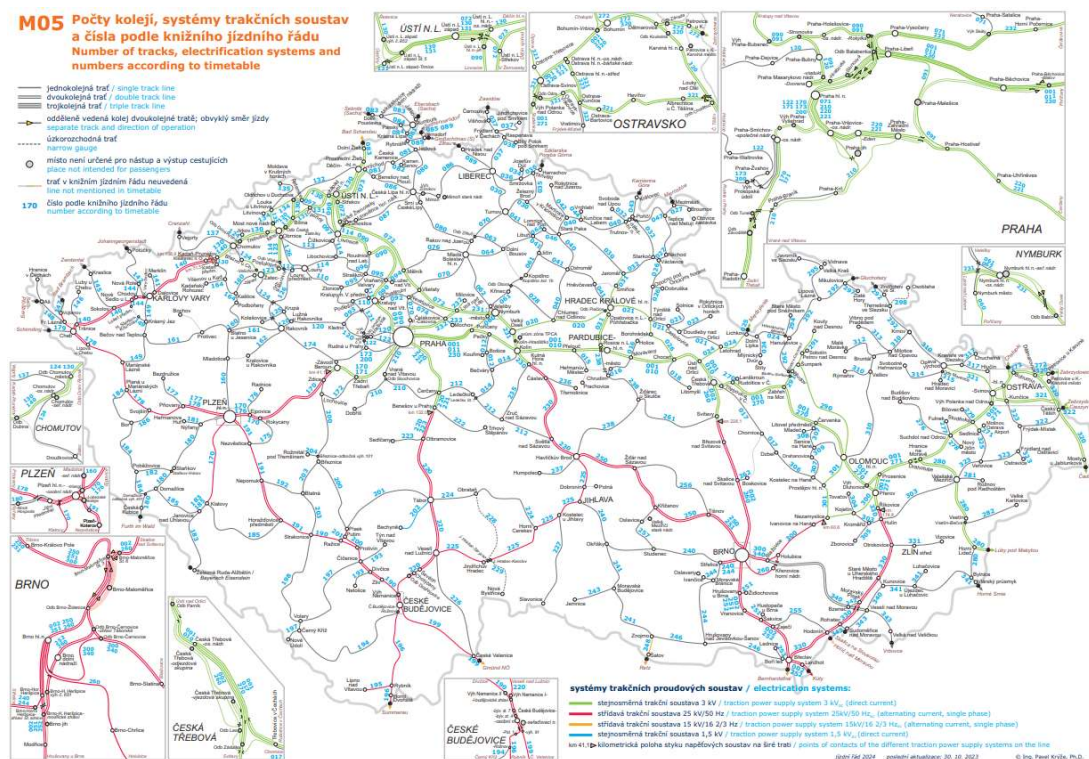
3.3 Železniční síť v České Republice

Horáček (2022) zmiňuje, že rostou délkou tratí celostátních se Česko umísťuje na 8. místě v žebříčku států Evropské Unie po Německu, Francii, Polsku, Itálii, Španělsku, Švédsku a Rumunsku, celosvětově se nachází na 25. místě.

Co se hustoty železniční sítě týče, je ČR dokonce na prvním místě mezi státy EU – rozloha státu činí 78 865 km², což znamená že v přepočtu to vychází na 121,2 kilometrů železniční sítě na tisíc kilometrů plochy (při započtení regionálních drah do celkové délky), druhá je Belgie se 118,2 km. Celosvětově se umísťuje na druhém místě, a to po Švýcarsku se 128,8 km na tisíc kilometrů plochy.

Ke konci roku 2023 Správa železnic (2024a) evidovala 9 349 km tratí, z toho je vedeno 65 km jako vícekolejných tratí, 2 005 km dvojkolejných tratí a 7 279 km jednokolejných tratí. Z celkového počtu tratí pouze cca. třetina z nich je elektrifikovaná, což dělá 3 258 km elektrizovaných tratí, ostatních 6 090 km tratí je neelektrizovaných a jsou tudíž závislé na provozování železničních vozidel s motorovou trakcí, ačkoliv existují vize o nasazení hybridních, bateriových nebo vodíkových vlakových jednotkách.

Obrázek 1 Mapa železničních tratí ve vlastnictví Správy železnic s vyznačenými čísly tratí podle knižního jízdního řádu, počty kolejí a systémy trakčních soustav



Zdroj: Správa železnic (2024d)

3.3.1 Rozdělení tratí dle systému trakční soustavy

Jak již bylo předem zmíněno a je patrné z mapy SŽ (2024d), železniční tratě se rozdělují primárně na motorové, jež nejsou elektrifikované a je nutné provozovat tzv. nezávislou trakci pro jejich provoz, kterou může být motorový, hybridní, bateriový nebo případně vodíkový pohon. Elektrická trakce se naopak rozděluje podle systému trakční proudové sestavy. V Česku jsou používány dvě různé trakční soustavy, první je stejnosměrná 3 kV, jež je používána zejména v severní části České republiky včetně Prahy a je zatím v převaze. Druhá napájecí soustava je střídavého typu, a to konkrétně 25 kV, 50 Hz a pokrývá jihozápadní část České republiky.

3.3.2 Rozdělení tratí dle počtu kolejí

Další důležité rozdělení má původ v počtu kolejí a nesouvisí s trakcí. Převažující počet tratí v České republice je jednokolejných (SŽ 2024d).

Dle předpisu Správy železnic (2022a) jednokolejně trati se v železniční dopravě rozumí trať taková, která v úseku mezi dopravnými s kolejevým rozvětvením je vedena jednou traťovou kolejí. Takto označené tratě bývají zpravidla v provozu obousměrně, což vyžaduje pekulární způsob zabezpečení, organizace provozu a jeho řízení.

Jedná-li se o trať provozovanou obousměrně, je nutné, aby vlaky tzv. křižovaly, a to v dopravných, jimiž jsou stanice nebo výhybny (odborný termín pro dopravnu která není zároveň železniční stanicí a má pouze dopravní význam). V dopravných je také umožněno provádět předjíždění vlaků, to znamená změnit pořadí jízdy dvou nebo více vlaků jedoucích ve stejný směr na trati.

S jednokolejnými tratěmi jsou spojeny velké nevýhody spočívající v nižší kapacitě a nižší cestovní rychlosti vlaků oproti trati dvojkolejně, další ne méně důležitou nevýhodou je také větší dopad na provoz tratě v případě vzniku nepravidelností či mimořádností v provozu a tím související přenášení zpoždění mezi vlaky, a to zejména na vlaky v opačném směru z důvodu křižování. Další nevýhodou je také menší bezpečnost. Na tomto druhu trati je možné počítat propustnou výkonnost tratě. Kapacita je ovlivněna zejména druhem zabezpečovacího zařízení, počtem dopraven a vzdáleností mezi nimi. Většinou modernizační práce související s navýšením traťové rychlosti ve vybraných úsecích nepřináší zkrácení jízdních dob, jež jsou závislé zejména na křižování a dalších faktorech ovlivňujících propustnost tratě, může ale prospět k lepší stíhatelnosti jízdních dob či

případně eliminaci zpoždění. Provoz a resp. výstavba jednokolejných tratí má své výhody v nižších nákladech a také v menším záboru půdy.

Trať dvoukolejná je dle SŽ (2022a) vedena dvěma rovnoběžnými kolejemi, na kterých je také určen směr jízdy, koleje ale mohou podporovat pojíždění také opačným směrem, než-li je stanoven směr jízdy. Trať, jež je vybavena obousměrným zabezpečovacím zařízením, bývá pojmenována banalizovanou a vlak jedoucí na koleji opačného směru je označen jako jedoucí proti správnému směru jízdy. Může dojít k protisměrnému provozu i na nebanalizované trati, to se stává zejména v případě výluk. Díky této poslední vlastnosti je možné provádět předjíždění vlaků na trati bez nutnosti zastavení jednoho z nich a dopady nepravidelností provozu nebo mimořádností mohou být zmírněny či zcela eliminovány. Dále je nutné zmínit největší výhodu, kterou je vyšší propustná výkonnost tratě a jednodušší organizace samotného provozu na trati, zejména odpadnutím nutnosti křižovat v dopravnách.

3.4 Železniční tratě vázající se k analýze

Za účelem analýzy bylo vybráno pět linek, jejíž provoz se autorovi jeví jako nejzajímavější.

3.4.1 Linka R21

Tato rychlíková linka má dle ATČR (2024a) svůj počátek v ŽST Praha hl.n. a cílovými stanicemi jsou železniční stanice Mladá Boleslav hl.n., Turnov, Železný Brod a Tanvald. Na lince je zavedený pravidelný dvouhodinový interval. Linka zaznamenává pravidelné výkyvy po její poptávce, jež se týkají zejména turistické sezóny, vzhledem k tomu že propojuje turisticky velmi zajímavá místa. Na lince dochází k pravidelnému posilování vlakových spojů jednou až dvěma jednotkami navíc v nejvyšší sezóně. Jediným dvojkolejným úsekem dle SŽ (2024d) je mezistaniční úsek mezi stanicemi Praha hl.n. a Praha-Vysočany.

Linka projíždí třemi tratěmi, jimiž jsou:

- trať 071 ze ŽST Praha hl.n. do ŽST Turnov;
- trať 030 ze ŽST Turnov do ŽST Železný Brod (označení nese celá trať ze ŽST Pardubice hl.n. do ŽST Liberec);
- trať 035 ze ŽST Železný Brod do ŽST Tanvald.

Tabulka 5 Linka R21 přehled pro vybraný úsek

Název tarifního bodu	Stanice/zastávka	Nástup/výstup cestujících R21	Přípojně vazby
Praha hl.n.	stanice	ano	ano
Praha-Vysočany	stanice	ano	ne
Praha-Satalice	stanice	ne	ne
Praha-Čakovice	stanice	ano	ne
Neratovice sídliště	zastávka	ano	ne
Neratovice	stanice	ano	ano
Tišice	zastávka	ano (pouze u 1139)	ne
Všetaty	stanice	ano	ano
Byšice	stanice	ano (pouze u 1139)	ne
Kropáčova Vrutice	stanice	ne	ne
Chotětov	stanice	ne	ne
Mladá Boleslav hl.n.	stanice	ano	ano
...
Tanvald	stanice	ano	ano

Zdroj: vlastní vypracování, SŽ (2023c)

3.4.2 Linka R22

Tato rychlíková linka má dle informací ze stránek ATČR (2024b) svůj počátek v ŽST Kolín a cílovými stanicemi jsou železniční stanice Mladá Boleslav hl.n., Česká Lípa hl.n., Nový Bor, Svor, Rumburk a Šluknov. Na lince je zavedený pravidelný dvouhodinový interval pro rychlíky a dále jsou dopravcem provozovány pod stejným číslem linky také několik osobních vlaků na částech trasy. Linka zaznamenává pravidelné výkyvy po její poptávce, jež se týkají zejména turistické sezóny, vzhledem k tomu že propojuje turisticky velmi zajímavá místa. Na lince dochází k pravidelnému posilování vlakových spojů jednou jednotkou navíc v nejvyšší sezóně. Jediným dvojkolejným úsekem dle SŽ (2024d) je mezistaniční úsek mezi stanicemi Kolín a Nymburk hl.n..

Linka projíždí několika tratěmi, jimiž jsou:

- trať 231 ze ŽST Kolín do ŽST Nymburk hl.n. (označení nese celá trať ze ŽST Praha hl.n. do ŽST Kolín přes ŽST Lysá nad Labem);
- trať 062 ze ŽST Nymburk hl.n. do ŽST Mladá Boleslav hl.n.;
- trať 070 ze ŽST Mladá Boleslav hl.n. do ŽST Bakov nad Jizerou (označení nese celá trať ze ŽST Praha hl.n. do ŽST Turnov);
- trať 080 ze ŽST Bakov nad Jizerou do ŽST Jedlová;
- Trať 081 ze ŽST Jedlová do ŽST Rumburk (označení nese celá trať ze ŽST Děčín hl.n. do ŽST Rumburk).

Tabulka 6 Linka R22 přehled pro vybraný úsek

Název tarifního bodu	Stanice/zastávka	Nástup/výstup cestujících R22	Přípojně vazby
Kolín	stanice	ano	ano
...
Mladá Boleslav hl.n.	stanice	ano	ano
Mladá Boleslav Debrž	stanice	ne	ne
Bakov nad Jizerou	stanice	ano	ano
Bělá pod Bezdězem	stanice	ano	ne
Bezděz	stanice	v sezoně	ne
Okna	stanice	ne	ne
Staré Splavy	zastávka	v sezoně	ne
Jestřebí	stanice	ne	ne
Srní u České Lípy	stanice	ne	ne
Česká Lípa hlavní nádraží	stanice	ano	ano
...
Šluknov	stanice	ano	ne

Zdroj: vlastní vypracování, SŽ (2023c)

3.4.3 Linka R24

Tato rychlíková linka dle ATČR (2024c) má svůj počátek v ŽST Praha Masarykovo nádraží a cílovou stanicí je železniční stanice Rakovník. Na lince je zavedený pravidelný dvouhodinový interval vyjma jednoho neobslouženého spoje v sedle, jenž je obsluhován spěšným vlakem Českých drah. Linka je využívána pro pravidelné dojíždění. Na lince jsou pravidelně nasazeny dvě vlakové jednotky v celé trase.

Linka spravována SŽ (2024d) projíždí tratí 120 v celé trase ze ŽST Masarykovo nádraží do ŽST Rakovník. Je nutno poznamenat, že dočasnou konečnou vlaků se stala ŽST Praha-Dejvice, a to z důvodu několikaleté výluky mezistaničního úseku. Trať je momentálně v celé trase vedena po jedné koleji.

Tabulka 7 Linka R24 přehled pro vybraný úsek

Název tarifního bodu	Stanice/zastávka	Nástup/výstup cestujících R24	Přípojně vazby
Praha-Dejvice	stanice	ano	ne
...
Kladno	stanice	ano	ano
Kamenné Žehrovice	stanice	ne	ne
Kačice	zastávka	ano	ne
Stochov	stanice	ano	ne
Nové Strašecí	stanice	ano	ne
Řevničov	stanice	ne	ne
Lužná u Rakovníka	stanice	ano	ano
Rakovník	stanice	ano	ano

Zdroj: vlastní vypracování, SŽ (2023c)

3.4.4 Linka R26

Tato rychlíková linka má dle informací ze stránek ATČR (2024d) svůj počátek v ŽST Praha hl.n. a cílovými stanicemi jsou železniční stanice Písek a České Budějovice. Některé spoje jsou zavedeny pouze v úseku Písek až České Budějovice. Na lince je zavedený pravidelný dvouhodinový interval. Linka zaznamenává pravidelné výkyvy po její poptávce a dochází k pravidelnému posilování vlakových spojů jednou a výjimečně dvěma jednotkami navíc v nejvyšší sezóně. Dvojkolejný je dle SŽ (2024d) mezistaniční úsek mezi ŽST Praha hl.n. a ŽST Zdice při jízdě po trati 071, při standardní jízdě po trati 173 je trať dvojkolejná pouze mezi Berounem a Zdicemi. Dále jsou dvojkolejné také úseky z Číčenic do Zlivi a ze severní zastávky v Českých Budějovicích do Českých Budějovic.

Linka projíždí několika čtyřmi tratěmi, jimiž jsou:

- Trať 171 nebo 173 ze ŽST Praha hl.n. do ŽST Beroun;
- Trať 170 ze ŽST Beroun do ŽST Zdice (označení nese celá trať ze ŽST Praha hl.n. do ŽST Plzeň hl.n.);
- Trať 200 ze ŽST Zdice do ŽST Protivín;
- Trať 190 ze ŽST Protivín do ŽST Českých Budějovic (označení nese celá trať ze ŽST Strakonice do ŽST České Budějovice).

Tabulka 8 Linka R26 přehled pro vybraný úsek

Název tarifního bodu	Stanice/zastávka	Nástup/výstup cestujících R26	Přípojně vazby
Praha hl.n.	stanice	ano	ne
...
Březnice	stanice	ano	ano
Mirovice	stanice	ano	ne
Čimelice	stanice	ano	ne
Vráž u Písku	stanice	ne	ne
Čížová	stanice	ano	ne
Písek	stanice	ano	ano
...
České Budějovice	stanice	ano	ano

Zdroj: vlastní vypracování, SŽ (2023c)

3.4.5 Linka P1 jih

Podle údajů za společnosti ATČR (2024e) tato linka osobní vlaků má svůj počátek v ŽST Plzeň Jižní Předměstí a cílovými stanicemi jsou železniční stanice Nepomuk nebo Horažďovice předměstí. Je nutno poznamenat také spoje zavedené v úseku Kozolupy – Blovice a spoj z Nepomuku do Pňovan. Na lince je zavedený pravidelný interval. Linka zaznamenává pravidelné výkyvy po její poptávce, jež se týkají zejména pravidelného dojíždění a dále také turistickou sezonou. Dvojkolejně je z mapy SŽ (2024d) veden celý úsek mezi stanicemi Pňovany až Plzeň-Slovaný a úsek z Nepomuka do Horažďovic předměstí.

Linka projíždí několika dvěma tratěmi, jimiž jsou:

- Trať 178 ze ŽST Pňovany do ŽST Plzeň hl.n. (označení nese celá trať ze ŽST Plzeň hl.n. do ŽST Cheb);
- Trať 191 ze ŽST Plzeň hl.n. do ŽST Horažďovice předměstí (označení nese celá trať ze ŽST Plzeň hl.n. do ŽST Strakonice).

Tabulka 9 Linka P1 přehled pro vybraný úsek

Název tarifního bodu	Stanice/zastávka	Nástup/výstup cestujících P1	Přípojně vazby
Pňovany	stanice	ano pouze spoj 8950	ne
...
Plzeň hlavní nádraží	stanice	ano	ano
Plzeň-Slovany	zastávka	ano	ne
Starý Plzenec	stanice	ano	ne
Šťáhlavy	zastávka	ano	ne
Nezvěstice	stanice	ano	ano
Zdemyslice	zastávka	ano	ne
Blovice	stanice	ano	ne
Ždírec u Plzně	stanice	ano	ne
Srby	zastávka	ano	ne
Nepomuk	stanice	ano	ano
Mileč	zastávka	ano	ne
Nekvasovy	zastávka	ano	ne
Kovčín	zastávka	ano	ne
Pačejov	stanice	ano	ne
Jetenovice	zastávka	ano	ne
Velký Bor	zastávka	ano	ne
Horažďovice předměstí	stanice	ano	ano

Zdroj: vlastní vypracování, SŽ (2023c)

3.5 Jízdní řád

Jízdním řád je dle definice Správy železnic (2021a) dokument, jenž detailně popisuje časy a trasy dopravních spojů na dané lince, trati nebo v konkrétní dopravní síti či oblasti.

Může též obsahovat časový plán jednotlivých jízd. Původně označoval abstraktní řád, jenž lze vyjádřit různými formami zápisu; v praxi se však tento termín vztahuje ke knihám, sešitům, listům, tabulím nebo elektronickým záznamům. Taktéž grafikon dopravy spadá pod pojmem jízdní řád. Jízdní řády se rozlišují do kategorií veřejný a služební, přičemž některé druhy slouží oběma účelům současně. Dále jsou v textu rozepsány jednotlivé druhy jízdních řádů.

Prvním druhem je linkový jízdní řád, jenž se dále dělí do následujících kategorií:

- sloupcový: je často využíván v meziměstské autobusové dopravě. Spoje jsou zaznamenány v časových sloupcích, ve kterých řádky obsahují časy odjezdů (nebo příjezdů) spojů do dané zastávky/stanice. V horní části sloupce jsou značky, které určují, kdy je spoj v provozu;
- obousměrný: spoje jsou zaznamenány ve dvou částech tabulky a čtou se shora dolů a zdola nahoru;

- jednosměrný: je zpracován pro každý směr zvlášť;
- řádkový: používá se vzácně, obvykle u neoficiálních výtisků jízdního řádu, kde jsou časy odjezdů v jednom řádku;
- tabulkový: jedná se o zjednodušenou formu sloupcového jízdního řádu, ve kterém jsou uvedeny pouze časy v minutách a hranice hodinových pásem jsou graficky zvýrazněny. Využívá se zřídka, především pro intervalovou městskou dopravu;
- grafikon dopravy: grafikon dopravy je vizuální reprezentací pohybu dopravních spojů, jako jsou vlaky či vozidla, po trase. Tento grafický prvek slouží jako forma jízdního řádu, ve které jednotlivé spoje jsou vyobrazeny lomenými čarami nebo úsečkami na kartézském grafu. Na vodorovné ose obvykle bývá znázorněn čas během provozního dne, zatímco na svislé jsou nakresleny místa na trase, například stanice, výhybny, zastávky, křižovatky, kontrolní body, hranice a další relevantní body. Jízda jedním směrem je znázorněna šikmou čarou směřující nahoru, zatímco jízda směrem druhým je reprezentována šikmou čarou směřující dolů. Stání vlaku nebo vozidla na mezilehlém nebo koncovém místě je znázorněno vodorovnou částí čáry, přičemž rychlejší jízda je charakterizována větším sklonem čáry. Tento grafický nástroj se využívá zejména při plánování drážní nebo linkové dopravy, a to při tvorbě jízdních řádů.

Dále existuje jízdní řád:

- traťový: je často využíván v železniční dopravě a je podobný linkovému jízdnímu řádu. Obvykle se zpracovává pro traťový úsek a zahrnuje různé druhy spojů, včetně rychlíkových a zastávkových, přejíždějících mezi úseky a který mohou být provozovány různými dopravci;
- souhrnný: jedná se o jízdní řád, jenž zahrnuje spoje různých linek, dopravců nebo druhů dopravy v jedné dopravní relaci. Může být nakreslen v linkovém nebo traťovém provedení;
- zastávkový (staniční): obsahuje přehled odjezdů a příjezdů v čase na dané zastávce v městské hromadné dopravě nebo na železničních stanicích;
- vozový (vlakový): slouží jako pracovní pomůcka pro řidiče nebo strojvedoucího, obsahuje údaje o jízdě konkrétního vozidla nebo vlaku. V drážní dopravě je pojmenován jako sešitový jízdní řád;

- oblastní: je vydáván s platností pro území určitého státu, města nebo regionální dopravní síti, obsahuje linkové nebo traťové jízdní řády;
- elektronický: zahrnuje zejména systémy jako jsou IDOS, jenž funguje jako celostátní informační systém o jízdních řádech.

3.5.1 Kvantitativní a kvalitativní studie železniční dopravy v ČR z pohledu cestujících

Autoři Trepáčová, Kurečková, Zámečník, Řezáč (2020) publikovali článek, jenž byl zpracován Centrem dopravního výzkumu pro Univerzitu Palackého v Olomouci se zpracovanou kvalitativní i kvantitativní studií o výhodách a nevýhodách železniční dopravy, jež jsou vnímány cestujícími v České republice. Byla vytvořena struktura rozhovoru, jež byla použita při provádění podrobných rozhovorů ve 35 domácnostech s využitím interpretativního fenomenologického přístupu (IPA). Tyto rozhovory stanovily klíčové preference a překážky při využívání vlaku. Sběr dat byl pak dále doplněn o kvantitativní online průzkum mezi 405 respondenty, kteří však vlak používali zřídka.

Železniční systémy v České republice a v západní Evropě poskytují spolehlivé, rychlé a poměrně časté spojení. Volba způsobu dopravy však zahrnuje mnoho dalších faktorů, jako jsou vzdálenost, trasa, náklady, bezpečnost, omezení během cesty a limity zavazadel. Aby bylo možné zvýšit využívání veřejné dopravy, je nezbytné identifikovat a popsat jak faktory, které podporují ochotu používat vlak, tak i možné strategie ke snížení neochoty k jeho využívání. Cílem tohoto výzkumu bylo identifikovat a prozkoumat výhody a nevýhody, které cestující spojují s železniční dopravou.

Motivace k využívání vlaku je poměrně složitá otázka, jež zahrnuje faktory jako individuální potřeby, očekávání a obavy ohledně organizace dopravy, vozidel, železničního systému a infrastruktury železniční stanice. Cestovní prostředí, které zahrnuje jak fyzické, tak sociální prvky, je dalším důležitým prvkem. Pro veřejnou dopravu patří mezi tyto prvky dostupnost sedadel, plynulost jízdy, prostornost, klimatizace, osvětlení, čistota, prostorové uspořádání, nábytek a design zařízení. Dostupnost železniční stanice může také být rozhodujícím faktorem. Všechny tyto prvky mohou mít jak pozitivní, tak negativní vliv na motivaci uživatelů pro výběr železniční dopravy.

Veřejné dopravní systémy jsou považovány za užitečné řešení rostoucí poptávky po mobilitě. S nárůstem počtu lidí využívajících veřejnou dopravu roste také počet souvisejících obtížných a stresujících situací. Stresující a nepříjemné situace ovlivňují osobní pohodlí

cestujících a výrazně ovlivňují jejich volby dopravního prostředku. Řada studií ukázala, že průměrné časy cesty od dveří ke dveřím veřejnou dopravou jsou delší než ty automobilovým způsobem, což může být významnou překážkou přechodu mezi způsoby dopravy. Subjektivní nebo iracionální motivace jsou často patrné při hodnocení zdánlivě objektivních faktorů (např. závislost na automobilu, osobní bezpečnost, komfort). Cestování je potenciálně stresující a zdrojem úzkostí, takže podmínky cesty hrají klíčovou roli.

Empirické výsledky naznačují, že cestující nejvíce spojují úzkost s přeplněním, následovaným zpožděním, dostupností nádraží, nalezením správného vlaku nebo nástupiště a obtížností přestupů. Pozornost na cestování (např. nemuset ovládat vozidlo) byla považována za jednu z hlavních výhod cestování vlakem (n = 232; 57,3%). Schopnost chůze ve vlaku (n = 153; 37,8%), pohodlí během cesty (n = 152; 37,5%) a výhled z okna (n = 132; 32,6%) byly hodnoceny jako přibližně stejně významné výhody. Další výhody cestování vlakem zahrnovaly dobré spojení do centra měst bez nutnosti hledání parkovacího místa, vyhnutí se dopravním zácpám na silnicích a možnost navázání nových známostí.

Nejčastěji zmiňovanými nevýhodami cestování vlakem byly zpoždění (n = 192; 47,7%), přestupy mezi různými druhy dopravy (n = 177; 43,7%), špatná dostupnost některých destinací (n = 161; 39,8%) a skutečnost, že vlak nejede tam, kam respondenti potřebují (n = 159; 39,3%). Nejméně důležité nevýhody zahrnovaly nepohodlí ve vlakovém voze (n = 29; 7,2%), neuspokojivé okolí nádraží (n = 36; 8,9%) a pocit nedostatečné bezpečnosti ve vlaku (n = 37; 9,1%). Mezi další nevýhody, které respondenti zmínili, patřily nutnost příchodu včas v případě použití invalidního vozíku a obtížné nastupování do vlaku. Poslední otázka dotazníku se zaměřovala na faktory, jež by mohly přispět k častějšímu využívání vlaku. Nejdůležitějším faktorem byly nižší ceny jízdného (n = 277; 68,4%), následované spolehlivostí (n = 266; 65,7%) a pohodlím ve vlacích (n = 256; 63,2%). Méně důležité faktory zahrnovaly snadný přístup na nástupiště a do vlaku pro invalidní vozíky (n = 137; 33,8%) a vhodné podmínky pro cestování s kočárkem (n = 110; 27,2%).

Mnoho z těchto aspektů bylo vnímáno jak jako výhody, tak nevýhody. To ukazuje na složitost rozhodovacího procesu. Například finanční náklady – cena cesty vlakem je nízká ve srovnání s individuální dopravou autem. Na druhou stranu ve srovnání s autobusovou dopravou se vlak jevil dražší. Bezpečnost je dalším nekonzistentním aspektem – vlak patří mezi nejbezpečnější dopravní prostředky, ale noční cestování, například zejména na určitých linkách nebo na nádražích, dělá cestujícím pocit nejistoty. Někteří respondenti se také cítili

nepříjemně v přeplněných vlacích, ale na druhou stranu cestování vlakem je vnímáno jinými jako příležitost k sociální interakci.

Organizace dopravy a zejména spolehlivost a tím související snížení zpoždění se zdají hrát v rozhodovacím procesu důležitou roli. Některé studie ukázali spojení mezi vysokými úrovněmi úzkosti a nepohodlí zpožděním vlaku. Nicméně vnímání času je subjektivní, závislé jak na individuálních limitech, tak na sociálních normách. Pro budoucí výzkum by mělo být hlouběji zkoumáno vnímání délky a načasování zpoždění.

Mnozí respondenti byli ve svém výběru dopravního prostředku relativně konzervativní. Pokud jsou zvyklí na konkrétní dopravní prostředek, neradi mění a obvykle vůbec nezvažují potenciální alternativy. Změny jsou nejčastěji provedeny tehdy, když zavedený dopravní prostředek již z nějakého důvodu nelze používat.

Železniční doprava je významným prvkem udržitelné mobility. Proto je její subjektivní atraktivita vážným tématem, které může mít klíčový vliv na mobilitu země. Existuje mnoho otázek souvisejících s železniční dopravou (např. vládní finanční podpora), které by měly být zváženy a pečlivě plánovány podle strategických priorit. Větší spolehlivost a rychlost železniční dopravy jsou dalším aspektem, který by mohl přispět k její atraktivitě. To by vyžadovalo další zlepšení infrastruktury a také kontroly dopravy. Jednou z klíčových otázek jsou dopravní spoje a zpoždění. To se bývá vážným problémem, zejména když cestující musí přestoupit mezi vlaky. Existuje mnoho opatření, která by měla být přijata, zejména:

- zavedení realistické jízdní řády odrážející kapacitu kolejí;
- snížení neočekávaných incidentů prostřednictvím lepší technické kvality infrastruktury a vozidel;
- další zlepšení systému řízení železničního provozu, včetně technického zázemí a systému lidských zdrojů;
- intermodální konektivita.

Intermodální konektivita je klíčovým prvkem pro atraktivitu železniční dopravy. Ostatní druhy dopravy - městská doprava, individuální doprava (automobily, kola, chůze) - by měly být snadno dostupné z vlaku.

3.5.2 Statistika o zpožděných vlacích jednotlivých dopravců v roce 2023

V únoru 2024 Sůra (2024) publikoval dat zpoždění jednotlivých největších osobních dopravců na české železniční síti za rok 2023, kdy data byla zpravodajskou společností Avizer Z, s.r.o. získána od Správy železnic. Ze statistiky vyšlo najevo, že pouze tři dopravci vypravili své spoje včas alespoň v 90% případů, mezitím co nejhorší vypravil téměř každý čtvrtý vlak se zpožděním.

Tabulka 10 Míra dochvilnosti vlakových spojů osobních dopravců v roce 2023

Doprovce	Míra přesnosti vlakových spojů (v %)
AŽD Praha s.r.o.	91,7%
Die Länderbahn CZ s.r.o.	91,4%
České dráhy a.s.	90,1%
Leo Express s.r.o.	88,8%
RegioJet ÚK a.s.	87,7%
ARRIVA vlaky s.r.o.	87,5%
KŽC Doprava, s.r.o.	87,4%
Leo Express Tenders s.r.o.	81,5%
GW Train Regio a.s.	78,5%
RegioJet a.s.	76,6%

Zdroj: vlastní vypracování, Sůra (2024)

3.5.3 Terminologie a metodika výpočtu výše zpoždění

Přesnost provozu v drážní dopravě podle definice Správy železnic (2021a) označuje míru dodržování jízdního řádu. Míra dodržování jízdního řádu je hodnocena v bodě, kde je v jízdním řádu stanoven čas příjezdu, odjezdu nebo průjezdu (takzvaný pravidelný odjezd, pravidelný příjezd).

Zpoždění představuje dobu mezi plánovaným časem jízdy spoje a jeho skutečným časem jízdy. Zpoždění nastává, když skutečný čas příjezdu, odjezdu nebo průjezdu nastane později, než bylo plánováno v jízdním řádu. Za zpožděný vlak se uvažuje spoj, jenž má na svém příjezdu, odjezdu či průjezdu daným geografickým bodem na trati odchylku oproti času stanoveným jízdním řádem větší než pět minut (hodnota zpoždění musí být > 5 minut). Vlak jedoucí s odchylkou oproti JŘ do pěti minut včetně, je vzat jako vlak jedoucí včas za účelem výkaznictví a informování cestující veřejnosti.

Náskok (bývá také označován jako nadjetí jízdního řádu v městské hromadné dopravě) představuje dobu mezi skutečným časem jízdy spoje a plánovaným časem podle jízdního řádu. Náskok nastává, když skutečný čas příjezdu, odjezdu nebo průjezdu nastane dříve, než bylo plánováno v jízdním řádu.

Dle analýzy Hrubana (2008) zpoždění v dopravě jsou běžným jevem ve všech druzích přepravy a v České republice je možné se s nimi setkat pravidelně. Nejvíce citlivou oblastí na zpoždění je železniční doprava. Veřejnost často vnímá zpoždění osobních vlaků zkreseně, a to z důvodu nedostatku znalostí technologických postupů v železničním provozu. Běžný cestující, jenž železnici vnímá pouze jako prostředek k přesunu z místa A do místa B, nemá zájem věnovat čas porozumění složitostem železničního provozu. Z toho důvodu je klíčová dobrá informovanost cestujících, aby bylo jasné, proč a jak dlouho budou muset v konkrétní situaci čekat.

Podobně jako u železnice dochází i v pravidelné linkové autobusové dopravě ke zpoždění. Tato zpoždění jsou však obvykle lépe akceptována, protože cestující si dokáže představit příčiny, jako jsou neprůjezdné komunikace, náledí nebo dopravní zácpy. V těchto situacích cestující srovnává své vlastní zkušenosti s řízením auta a chápe, že pokud auta nejedí, není možné, aby jezdily autobusy. Vlaková doprava je ale mnohem složitější systém, který není většině veřejnosti dobře znám v technologických a technických pravidlech jeho fungování.

3.5.4 Příčiny a kategorie zpoždění

Podle Hrubana (2008) snaha neustále zrychlovat dopravu mezi jednotlivými místy v České republice vede k postupnému zkracování časových záloh v jízdních dobách mezi jednotlivými dopravními body na trati. Toto zkracování s sebou přináší zvýšenou pravděpodobnost vzniku zpoždění. V oblasti železniční dopravy můžeme rozlišit zpoždění na primární a sekundární, poslední vzniká přenosem primárního zpoždění nebo jeho části na další spoje na trati nebo na vlaky přípojně.

Mezi nejčastější příčiny primárního zpoždění patří:

- stavební činnost na trati;
- poruchy na vozidlech;
- poruchy na infrastruktuře;
- zvýšená frekvence cestujících;
- opožděný příjezd vlaku ze sousedního státu;
- mimořádné události.

Pro cestující jsou zejména důležité informace týkající se výše zpoždění spojů kýžených pro zamýšlenou cestu, proto je nezbytné monitorovat příčiny zpoždění, jež mohou

vést ke zdržením v řádu desítek minut a tyto příčiny následně úspěšně eliminovat. Největší dopad na provoz mají především následující příčiny:

- mimořádné události;
- poruchy zabezpečovacího zařízení;
- živelné pohromy (nepříznivé povětrnostní vlivy).

Také poruchy vozidel způsobují zpoždění ve velikosti několika desítek minut, avšak na rozdíl od výše uvedených příčin mají vliv především na konkrétní spoj nebo na spoj tvořený obratem soupravy. V případě že dojde k poruše železničního vozidla v mezistaničním úseku jednokolejné trati, může ale dojít k zastavení provozu v obsazeném úseku a zpoždění ostatních vlaků na trati může dosahovat také výše několika desítek minut.

Mezi nejčastějšími příčinami vzniku primárního narušení jízdního řádu patří následující:

- stavební činnost na trati: problémovými místy v rámci dodržování přesných časů příjezdů jsou zejména krátkodobé výluky, jež nejsou předem zahrnuty v jízdním řádu a při nichž se využívá náhradní autobusová doprava. Kromě času potřebného na přestup mezi pravidelně jezdícími vozidly a NAD může vzniknout zpoždění také v důsledku nedostatečné kapacity autobusů ND (čekání na návrat autobusu);
- poruchy na vozidlech: poruchy na hnacích vozidlech a přípojných vozech obvykle způsobují zpoždění v řádu několika desítek minut. V případě poruch hnacích vozidel je situace ještě komplikovanější, protože souprava není schopna pokračovat v jízdě, a náhradní hnací vozidlo musí často dorazit z depa nebo jiné stanice;
- poruchy na infrastruktuře: jedná se o zpoždění způsobené technickými problémy na infrastruktuře;
- zvýšená frekvence cestujících: zvýšená frekvence cestujících se projevuje zejména u spojů před a po víkendech, stejně jako u spojů na konci neděle a státních svátků. Taktéž spoje v období školních výletů mohou zažívat zvýšenou frekvenci cestujících, pokud školy předem neohlásí potřebu přepravy. Toto zvýšení frekvence negativně ovlivňuje délku zastávek na stanicích;
- opožděný příjezd vlaku ze sousedního státu: opoždění vlaků z jiných států má vliv na železniční provoz v ČR;

- mimořádné události: v této kategorii je většina zpoždění způsobena vnějšími faktory. Patří sem zejména srážky vlaku s motorovými vozidly na přejezdech a srážky s osobami v kolejišti;
- živelné pohromy: nejčastějšími příčinami zpoždění v České republice jsou prudké sněhové přeháňky a větrné bouře.

3.5.5 Faktory ovlivňující jízdní dobu

Kolář, Gašparík (2017) tvrdí, že faktory ovlivňující jízdní dobu vlaku mezi stanicemi nebo v určitém úseku se týkají zejména parametrů infrastruktury a vozidel. Tyto faktory se samozřejmě také projevují do vzniku zpoždění, jenž může být způsoben jízdní dobou samotnou. To znamená, že pokud jsou v jízdním řádu zahrnuté rezervy, je možné ponížít vzniklé zpoždění či zcela eliminovat. Pokud naopak nejsou v JŘ zahrnuté žádné rezervy jízdních dob, tak není možné zpoždění ponížít, naopak se bude pravděpodobně navyšovat.

Parametry infrastruktury ovlivňující jízdní doby jsou následující:

- traťová rychlost a tím související průměrná rychlost, jež je dána stanovenou jízdní dobou v JŘ;
- traťové poměry týkající se sklonu, mostů, tunelů, klimatu, směru jízdy nebo typ zabezpečovacího zařízení;
- elektrifikace tratě;
- na jednokolejných tratích také počet dopraven, to znamená míst, kde je umožněno křížování nebo předjíždění vlaků, respektive také vzdálenost mezi jednotlivými místy;
- propustnost tratě, jež souvisí s počtem vlaků na trati. V určitých časových úsecích je jejich počet vyšší, to má za následek častější čekání na uvolnění úseku nebo na křížování s jinými vlaky na trati. Vyšší počet vlaků na trati je dán časem (období přepravní špičky nebo sedlových hodin) ale také konkrétním dnem (posílené spoje v ranních a odpoledních hodinách pracovních dnů, posílené frekventované spoje z důvodu frekvence cestujících);
- propustnost tratě je samozřejmě vyšší na dvoukolejných tratích, jež umožňují spolehlivější provoz většího množství vlakových spojů.

Ostatní parametry se týkají konkrétních nasazených vozidel:

- výkon vozidla;

- délka a hmotnost;
- trakce.

Je také pravidlem, že vozidla motorové trakce mají horší trakční a jízdní charakteristiky než vozidla elektrická, a to zejména z důvodu nižšího výkonu a nižší akcelerace.

3.5.6 Kódy narušení jízdního řádu při zdůvodnění zpoždění vlaku

Správa železnic (2021b) upravuje kódy narušení JŘ metodickým pokynem SŽ D7/MP1, jehož obsahem jsou tabulky s popisem kódů narušení jízdního řádu se zařazením podle jejich odpovědností.

Kódy narušení se abecedně řadí dle viníka a kategorie příčiny, jež způsobila zpoždění následovně:

- narušení jízdního řádu provozovatelem dráhy; rozdělují se na sestavu jízdního řádu a provozní důvody, zařízení infrastruktury a výluky a stavební důvody;
- narušení jízdního řádu dopravcem; rozdělují se na přepravní a komerční důvody a vozidla a sestava vlaku;
- narušení jízdního řádu ostatními a sekundárními důvody.

Tabulka s kódy narušení tvoří Přílohu č. 1 této práce.

3.5.7 Legislativa týkající se ochrany cestujících v případě zpoždění

V nařízení Evropského parlamentu a rady Evropské unie (2021) č. 2021/782 je pro cestující ošetřen vznik následujících problémů při jejichž vzniku lze uplatnit právo z přepravní smlouvy, a to v případě že v jejichž důsledku se očekává příjezd cestujícího do cílové stanice se zpožděním 60 nebo více minut:

- zrušení vlakového spoje;
- zpoždění vlaku;
- cestující má pro zamyšlenou cestu vlakem přímý přepravní doklad, který zahrnuje jedno nebo více spojení vlaků, přičemž dojde k zmeškání jednoho z těchto spojení.

Jsou-li splněny předchozí podmínky, má cestující nárok na:

- vrácení peněz za jízdenku do 30 dnů. Možnost zahrnuje úplné nebo částečné vrácení peněz za neuskutečněnou část cesty a dále nabídku zpáteční cesty do výchozího místa odjezdu, pokud zpoždění zamezuje splnění účelu cesty;
- peněžní náhrady v případě zpoždění jsou stanoveny na 25 % ceny jízdného, pokud je vlak zpožděný o 60 až 119 minut a 50 % ceny jízdného, pokud je vlak zpožděný o 120 minut a více.

3.6 Výluková činnost

Správa železnic (2022b) má podmíněno modernizování a udržování dráhy v provozuschopném a bezpečném stavu, ačkoliv tyto práce na tratích mnohdy výrazně omezují provoz vlaků v dotčeném úseku. Statní organizace připravuje výluky do plánů dlouhodobých, ročních, střednědobých, měsíčních a týdenních.

3.6.1 Odborné dělení výlukových činností

Výluky se dělí primárně na:

- předpokládané, jedná se o výluky dopředu známé, jež jsou plánovány minimálně v rámci týdenního plánu;
- nepředpokládané, jedná se o výluky mimořádné, jež nejsou zařazené do týdenního plánu.

Dále se podle časové osy, ve které se výluky konají, dělí na:

- denní, jež se konají pouze v denní době s přetržením;
- noční, jež se konají v noční době přes 0:00 v časové poloze mezi 18:00 do 6:00; z pohledu dopravce jsou tyto výluky nejpříjemnější;
- nepřetržité, jež se konají v nepřetržitém režimu a přesahují parametry noční výluky.

Výluky mohou mít za následek úplné zastavení provozu na daném úseku trati nebo pouze částečné omezení provozu. V případě úplného zastavení je nutné, aby dopravce zajistil dopravní opatření v podobě náhradní dopravy (většinou autobusové), u té má dopravce v souladu se zněním zákona o drahách právo na uplatnění nákladů za její zajištění. Mezi další opatření dopravce v případě výluky patří: odřeknutí vlaků, vedení vlaků odklonovou nebo objízdnou trasou, zavedení vlaků jiných nebo použití hnacích vozidel s nezávislou trakcí (neelektrickou).

Eisler a Kocina (2000) poukazují na to, že výluková opatření mají přímou souvislost se vznikem vícenákladů pro dopravce, do nichž patří nejen zavádění výše zmíněných opatření, ale také zvýšené mzdové náklady z důvodu navýšení pracovní doby zaměstnanců, zaměstnávání osob za účelem koordinace a informování cestujících a také zvýšené provozní náklady v podobě navýšené spotřebě PHM a dalších prostředků.

3.6.2 Výluková činnost na vybraných linkách v měsíci únor 2024

V únoru 2024 se dle údajů SŽ (2023a) konaly následující výluky na vybraných tratích:

- R21 od 05.02.2024 do 15.02.2024 (8:10 – 15:40) v úseku mezi ŽST Mladá Boleslav hl.n. a ŽST Mnichovo Hradiště (předpokládána denní dle ROV 63030);
- R22 od 05.02.2024 do 15.02.2024 (8:10 – 15:40) v úseku mezi ŽST Mladá Boleslav hl.n. a ŽST Bělá pod Bezdězem/Doksy (předpokládána denní dle ROV 63030);
- R24 od 12.02.2024 do 14.02.2024 (7:30 – 17:00) v úseku mezi ŽST Praha-Dejvice a ŽST Praha-Veleslavín (předpokládána denní dle ROV 63023);
- R26 od 13.02.2024 do 15.02.2024 (6:40 – 13:20) v úseku mezi ŽST Březnice a ŽST Písek (předpokládána denní dle ROV 93013);
- R21 od 15.02.2024 do 23.02.2024 (20:40 – 4:20) v úseku mezi ŽST Praha hl.n. a ŽST Praha-Čakovice (předpokládána noční dle ROV 63043, u dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. týká se pouze vlaku R 1156);
- R24 od 17.02.2024 do 18.02.2024 (7:30 – 17:00) v úseku mezi ŽST Praha-Dejvice a ŽST Kladno (předpokládána denní dle ROV 63023);
- R22 od 19.02.2024 do 22.02.2024 (7:30 – 14:30) v úseku mezi ŽST Česká Lípa hl.n. do ŽST Doksy (předpokládána denní dle ROV 53020);
- R26 od 20.02.2024 do 22.02.2024 (6:40 – 13:20) v úseku mezi ŽST Čimelice a ŽST Písek (předpokládána denní dle ROV 93013);
- R24 od 24.02.2024 do 25.02.2024 (7:30 – 17:00) v úseku mezi ŽST Praha-Dejvice a ŽST Kladno (předpokládána denní dle ROV 63023);
- R22 od 26.02.2024 do 27.02.2024 (7:30 – 14:30) v úseku mezi ŽST Česká Lípa hl.n. a ŽST Nový Bor (předpokládána denní dle ROV 53020);
- R26 od 26.02.2024 do 28.02.2024 (9:40 – 16:40) v úseku mezi ŽST Zdice a ŽST Lochovice (předpokládána denní dle ROV 63079);
- R22 od 28.02.2024 do 29.02.2024 (7:30 – 14:30) v úseku mezi ŽST Nový Bor a ŽST Rumburk (předpokládána denní dle ROV 53020).

4 Vlastní práce

Za účelem zpracování této bakalářské práce byl vytvořen výběrový datový soubor, jenž byl zpracován prostřednictvím aplikace MS Excel, ve kterém byla data zpracována ve formě tabulky umožňující snadné zpracování a základní analýzu dat. Do tabulky byla zpracována data pocházející ze softwaru společnosti CHAPS s.r.o., lépe známá mezi širokou veřejností v roli vývojáře a správce softwarového rozhraní vyhledávače dopravních spojení IDOS. Tato data byla doplněna a lépe specifikována pro dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. prostřednictvím informačního systému operativního řízení ISOŘ KADR vyvíjeným společností Oltis Group a.s. pro státní podnik Správa železnic. Tabulka byla doplněna dále o proměnné pocházející z informací týkajících se traťových poměrů, provozovaných hnacích vozidel, výlukových opatření a jízdního řádu publikovaného pro GVD 2023/2024.

Celkem bylo za měsíc únor roku 2024 pořízeno a zdokumentováno 4954 záznamů o jízdách vlaků, jež jsou provozovány třemi dopravci na pěti vybraných linkách. Vlastní databáze obsahuje celkem 24 statistických znaků zaznamenaných ve sloupcích tabulky. Data byla v prvotní fázi analyzována prostřednictvím aplikace MS Excel a dále pomocí statistického softwaru SAS.

4.1 Provedený výpočet v databázi

V datové základně vytvořené prostřednictvím aplikace MS Excel, byly přidány další proměnné, jež byly vypočítány na základě jiných základních statistických znaků a informací pocházejících z teoretických východisek.

První takovou proměnnou je jízdní doba jednotlivých vlaků, jež byla jednoduše získána jako rozdíl mezi časem příjezdu vlaku do poslední stanice zkoumaného úseku a časem odjezdu vlaku z první stanice úseku. V jednotlivých případech tato jízdní doba je shodná s celkovou daného spoje, vzhledem k tomu že spoj je veden pouze v tomto úseku. Toto tvrzení platí pro osobní a vybrané spěšné vlaky na lince R21, pro osobní vlaky na lince R24 a R26 a také pro osobní vlaky na lince P1.

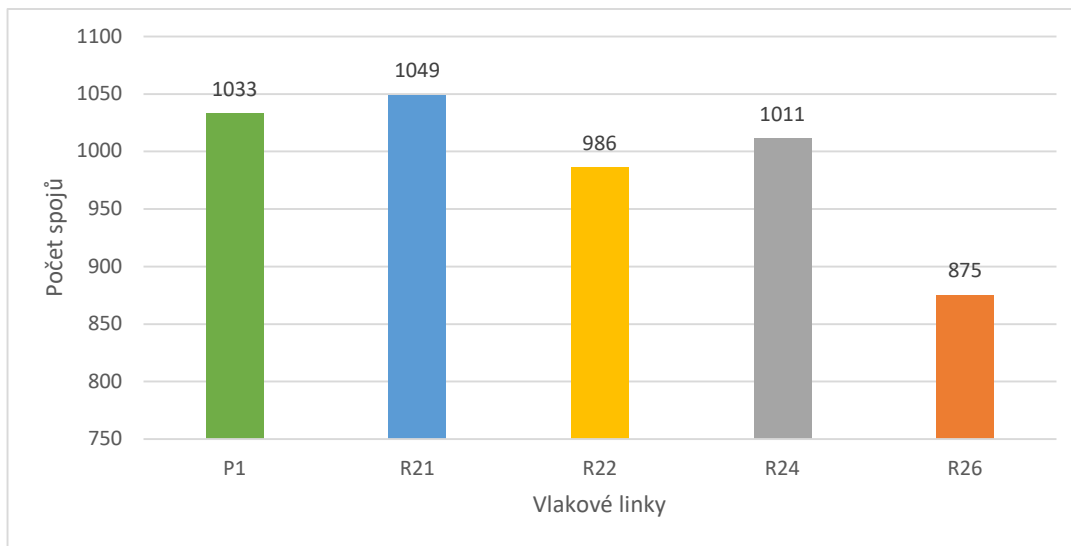
Druhým získaným sloupcem je hustota dopraven. Tento koeficient byl získán vydělením počtu nácestných dopraven mezi počáteční a konečnou stanicí s délkou úseku v kilometrech. Čím vyšší číslo, tím větší hustota dopraven, to znamená, že mezistaniční úseky jsou mezi sebou blíže a vlak má v úseku více míst vhodných pro křižování, to by mělo potenciálně snížit počet i výši vzniklých zpoždění.

Třetím a posledním získaným údajem je průměrná rychlost jednotlivých vypravených spojů na trati. Čísla byla získána použitím standardního vzorce pro výpočet rychlosti, jenž spočívá ve vydělení vzdálenosti v kilometrech vydělené jízdou dobou. Ta byla předem převedena do desetinných čísel vynásobením jízdou dob ve formátu HH:MM jednotným koeficientem ve výši 24.

4.2 Popisné statistiky

Jak již bylo v úvodu vlastní práce zmíněno, bylo v úmyslu do databáze zadat data z celkem 4954 vlakových spojů provozovaných v měsíci únor roku 2024. Počet spojů připadajících pro každou z pěti analyzovaných linek je dobře zobrazeno v následujícím grafu. Z grafu se dá také jednoduše vyvodit na základě počtu spojů na každé lince, jaká je četnost a případně průměrná délka intervalu mezi spoji. Největší četnost byla zaznamenána na lince R21, nejmenší se naopak eviduje na lince R26.

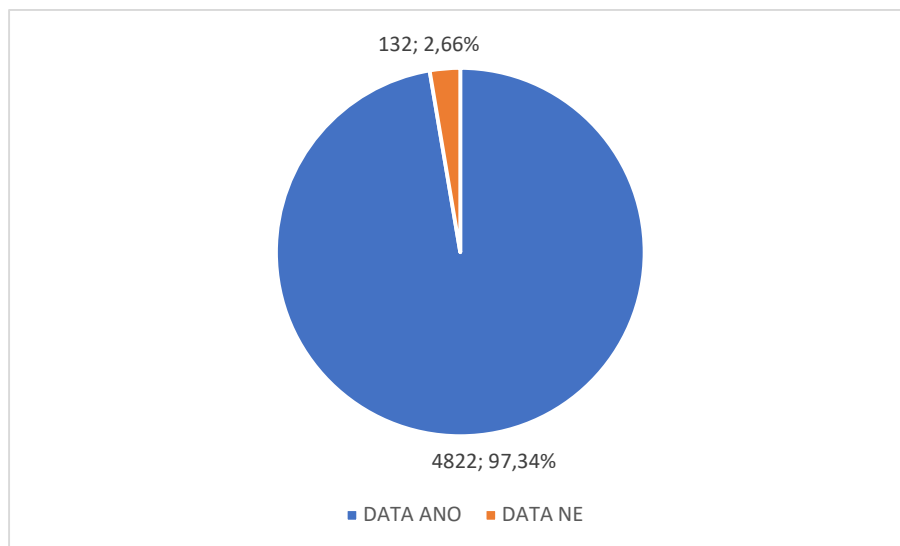
Graf 1 Počet vlakových spojů podle linky



Zdroj: vlastní vypracování

Z celkového počtu analyzovaných vlakových spojů u 132 nebylo možné získat data o příjezdu do cílové stanice, resp. zda příjezd byl včasný nebo opožděný dle jízdou řádu. Procento je poměrně malé, tudíž bylo možné pokračovat s analýzou se zbylými daty.

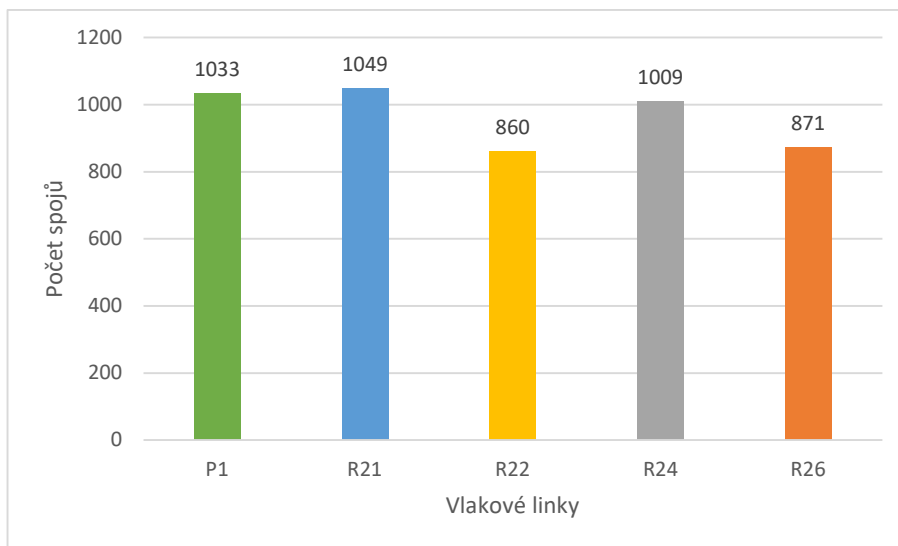
Graf 2 Disponibilita dat o zpoždění



Zdroj: vlastní vypracování

Po vyloučení případů, u kterých nebylo možné získat data, se samozřejmě zmenšil počet zkoumaných případů u jednotlivých linek. U linek R21 a P1 nedošlo k žádným změnám, mezitím co u linek R24 a R26 došlo k vyloučení dat v omezeném počtu, jenž byl u obou linek shodný, a to ve výši čtyř neplatných pozorování. Největší ztráta dat byla zaznamenána na lince R22 a v celé výši se týkala dopravce Die Länderbahn CZ s.r.o. V tomto případě muselo být ze statistiky vyloučeno 126 pozorování, jež se týkala zejména týdenního období souvisejícího s výlukou mezi stanicemi Mladá Boleslav hl.n. a Bakov nad Jizerou. Nezaznamenaná pozorování byla pravděpodobně způsobena nezapsanými časy příjezdů autobusů náhradní dopravy, což bohužel mohlo způsobit systémově chybějící data. Přes to je i pro tohoto dopravce k dispozici 396 záznamů, to je relevantní počet pro účel vypracování analýzy. Následovný graf popisuje tento úbytek dat.

Graf 3 Počet analyzovaných vlakových spojů podle linky

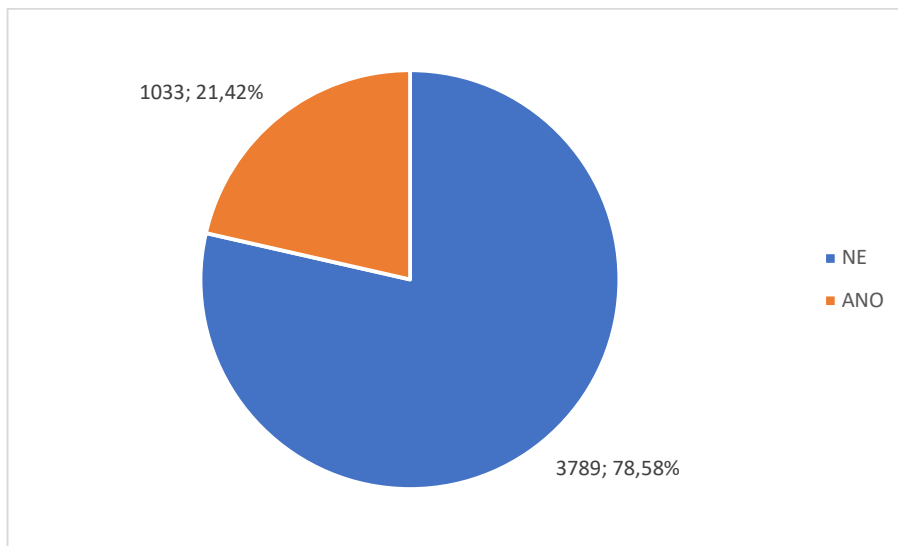


Zdroj: vlastní vypracování

4.2.1 Traťové parametry a dopravci

Z celkového počtu analyzovaných vlaků pouze vlaky na lince P1 jsou vedeny hnacími vozidly závislé trakce, to tvoří cca. pětinu spojů.

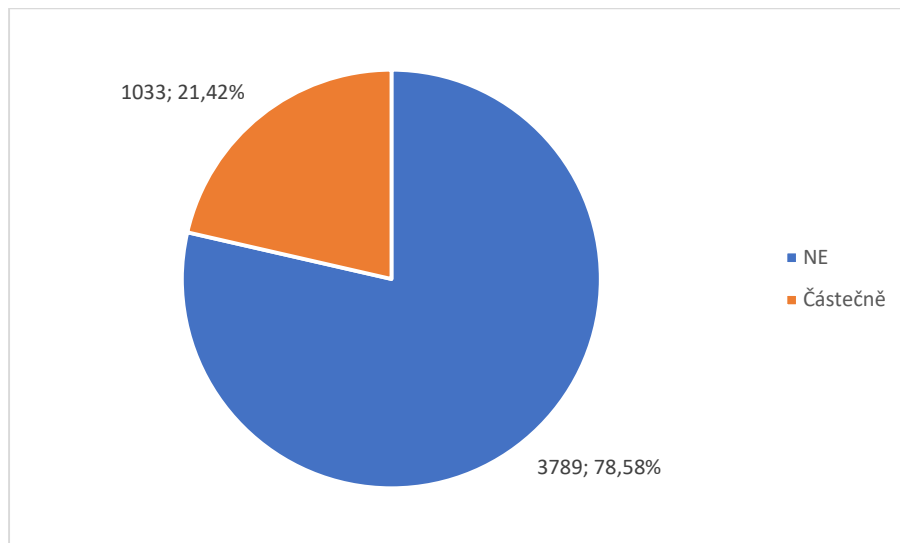
Graf 4 Vlaky provozované na elektrifikovaných tratích



Zdroj: vlastní vypracování

Shodný počet se týká rozdělení mezi jednokolejnými a dvojkolejnými tratěmi. Zde se údaj také vztahuje na linku P1, které se tato charakteristika týká jen částečně vzhledem k tomu, že jen určitá část tratě je vedena dvoukolejně.

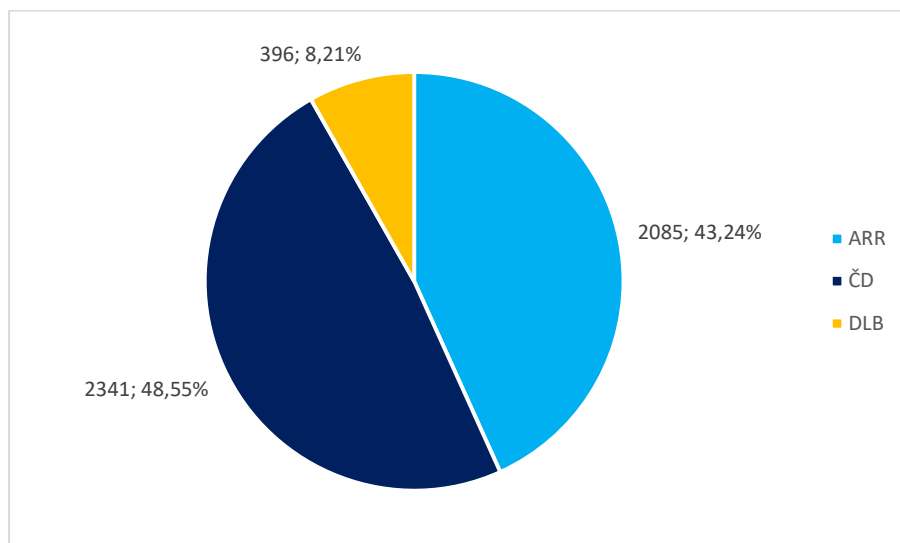
Graf 5 Vlaky provozované na dvoukolejných tratích



Zdroj: vlastní vypracování

V absolutním počtu provozovaných spojů v rámci analýzy jsou prvním dopravcem České dráhy a.s., a to přes to že analýza byla zaměřena na dopravce ARRIVA vlaky s.r.o, jenž se stal druhým. Důvodem je zejména kategorie provozovaných vlaků, kdy na čtyřech z pěti linkách Arriva provozuje rychlíky, jež mají dvouhodinový interval, kdežto osobní vlaky doplňují tento interval a tvoří většinu posilových spojů a spojů v odlehlých ranních a večerních časech. Třetím a nejmenším dopravcem je společnost Die Länderbahn CZ.

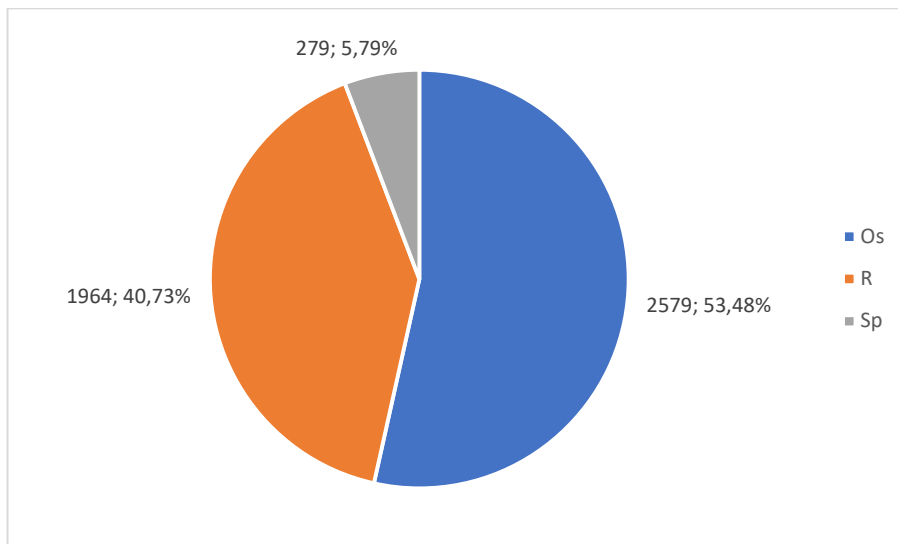
Graf 6 Vlakové spoje dle dopravce



Zdroj: vlastní vypracování

Dalším důležitým aspektem je kategorie vlaku, zde převažují osobní vlaky, jež jsou následovány rychlíky. Spěšné vlaky jsou nejméně početné a tvoří v jízdním řádu spíše doplňkový účel.

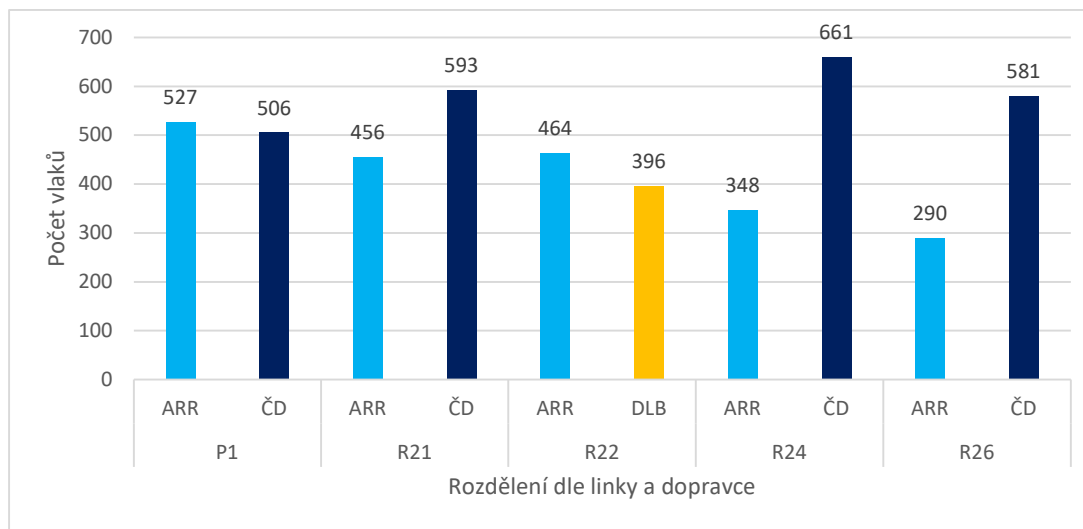
Graf 7 Vlakové spoje dle kategorie



Zdroj: vlastní vypracování

Převaha počtu osobních vlaků nad rychlíkovými je patrná také z počtu spojů provozovaných každým dopravcem na jednotlivých linkách. V případě linky R24 a R26 je dokonce tento počet osobních a spěšných vlaků takřka dvojnásobný. V případě linky P1 vypadá, že počet je vyrovnaný. To je ale dáno tím, že předmětem analýzy byly pouze vlaky jedoucí v celé trase ze ŽST Plzeň hl.n. až do ŽST Horažďovice předměstí. Osobní vlaky mající svou konečnou stanicí ve stanicích Blovice a Nepomuk nejsou součástí této práce, ale určitě by významně navýšily počet 527 osobních vlaků provozovaných společností ARRIVA vlaky s.r.o. na této lince.

Graf 8 Počet vlaků rozdělených dle linky a dopravce

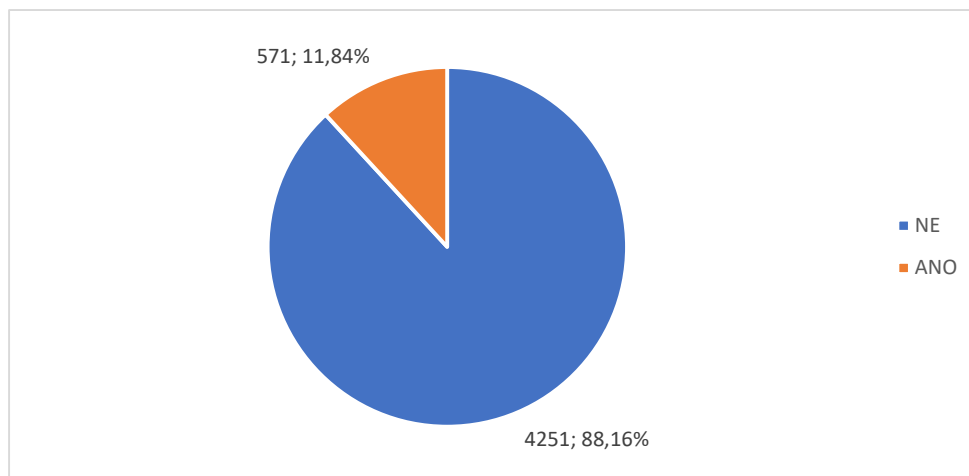


Zdroj: vlastní vypracování

4.2.2 Zpoždění vlaků

Z celkového počtu vlaků předmětem této analýzy přijelo téměř devět vlaků z deseti do poslední stanice vybraných úseků načas. To znamená, že pouze něco málo více jak každý desátý vlak byl na svém příjezdu opožděn o více než 5 minut.

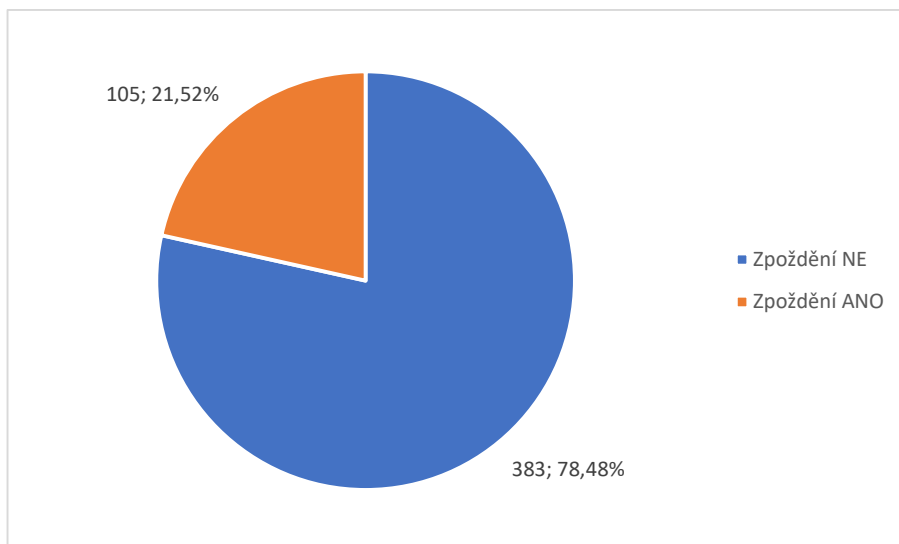
Graf 9 Počet zpožděných vlaků



Zdroj: vlastní vypracování

Když se omezí datový soubor na vlaky odjeté v době konání výluky, včasnost vlaků klesá a více než každý pátý vlak je evidován jako zpožděný. Tato proměnná se stane později předmětem analýzy v příslušném testu o nezávislosti proměnných.

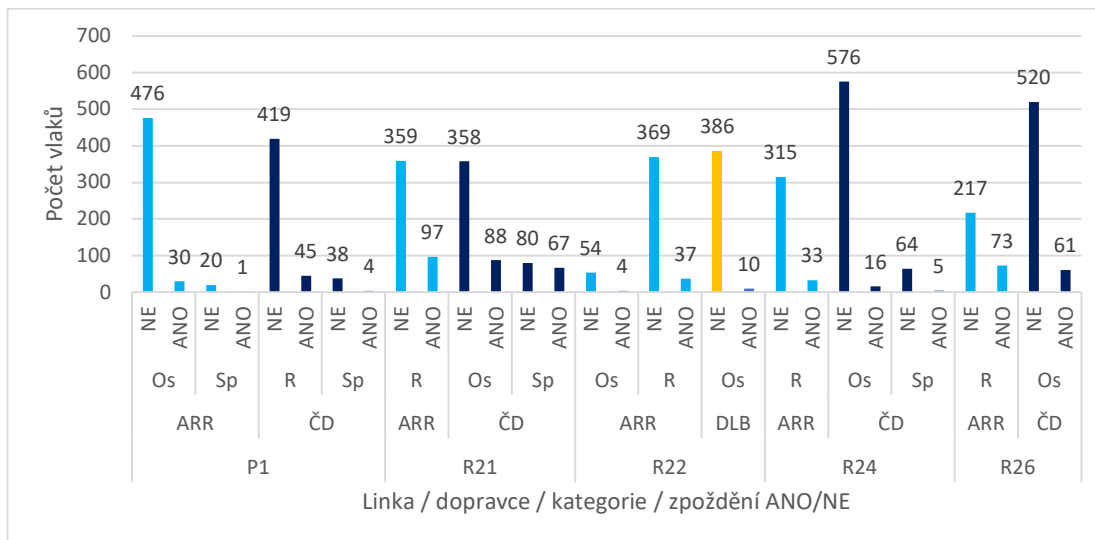
Graf 10 Počet zpožděných vlaků při konání výluky



Zdroj: vlastní vypracování

V absolutních číslech došlo k největšímu počtu zpoždění na lince R21 a to pro všechny kategorie vlaků a dopravce. Nejvíce zpožděnými spoji v celém souboru dat se staly spěšné vlaky dopravce ČD a.s. na lince R21, kdy 80 vlaků přijelo včas a 67 vlaků opožděně. Dále se větší množství zpoždění registruje na lince R26, zde se týká zejména rychlíkových spojů.

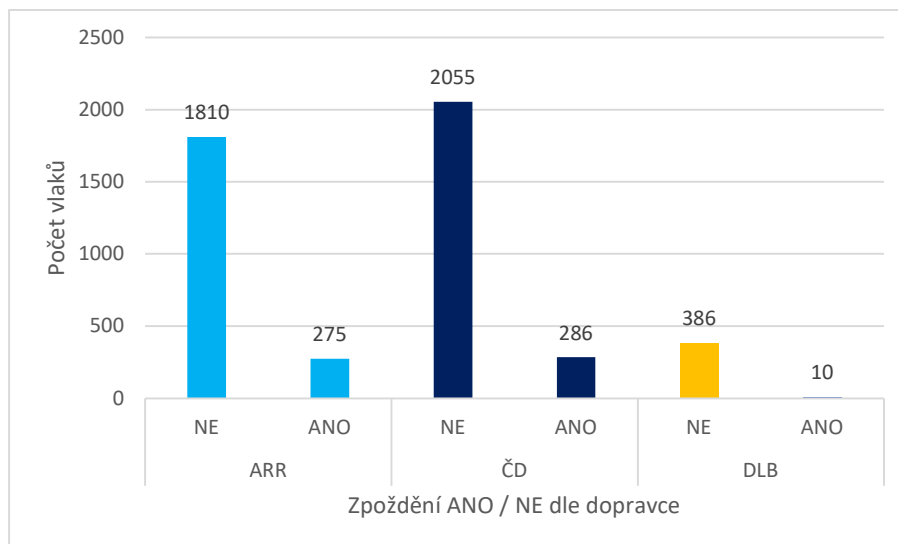
Graf 11 Počty zpožděných vlaků dle linky, dopravce a kategorie



Zdroj: vlastní vypracování

Nejvíce zpožděných vlaků bylo v součtu u Českých drah a těsně za nimi se umístila Arriva. Pouhým pohledem je ale zřejmé, že v poměru s počtem včasných spojů se Arriva umísťuje až za dopravcem ČD.

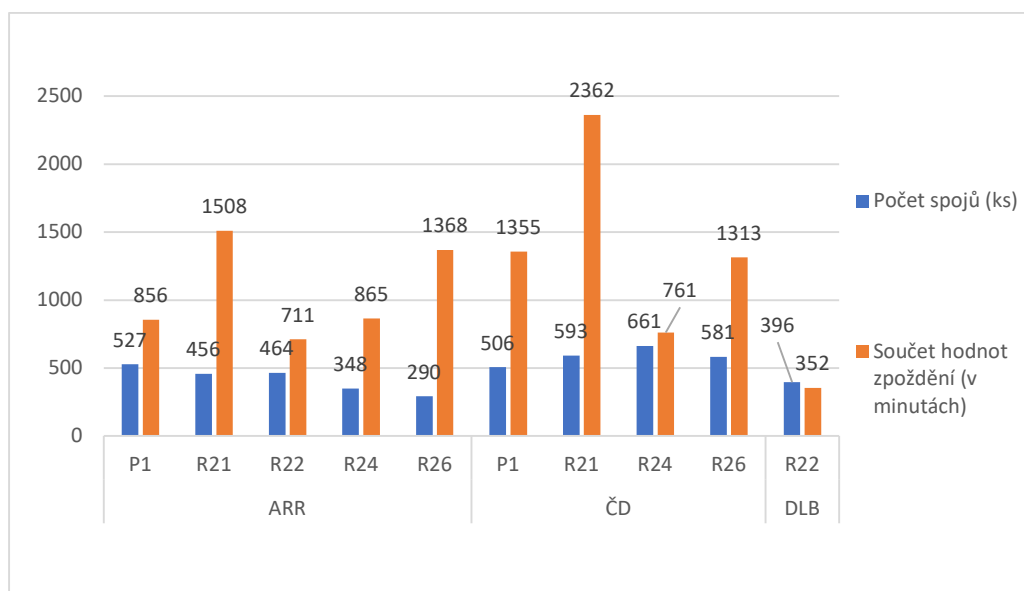
Graf 12 Počet zpožděných vlaků dle dopravce



Zdroj: vlastní vypracování

Při analýze součtu výše zpoždění v minutách (včetně zpoždění registrovaného u spojů příjíždějících včas, tj. zpoždění ve výši 5 a méně minut) se opět zaznamenávají největší hodnoty u vlaků provozovaných na lince R21 u obou dopravců. Obdobný je také případ druhé linky, na které cestující tráví nejvíce času cestováním se zpožděním, kterou je linka R26.

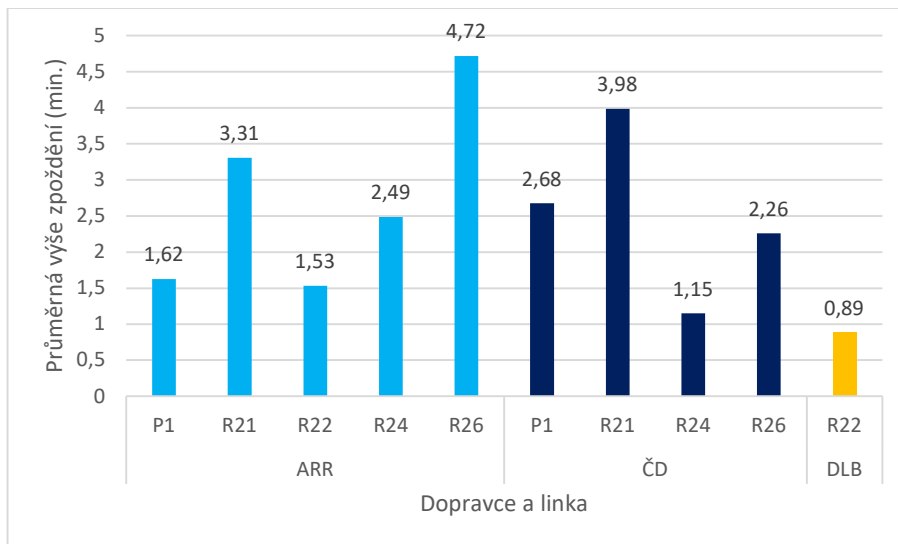
Graf 13 Počet spojů a součet hodnoty zpoždění dle dopravce a linky



Zdroj: vlastní vypracování

Průměrné zpoždění vlaků je lépe čitelné z následujícího grafu: nejhorší výsledek je zaznamenán u linky R26 dopravce Arriva a u linky R21 dopravce ČD, na kterých cestující v průměru tráví při každé cestě téměř 5 a 4 minuty navíc, než je uvedeno v jízdním řádu. Nejlepší výsledek je zaznamenán u dopravce Die Länderbahn, u kterého cestující tráví anine pouhou minutu navíc při každé cestě.

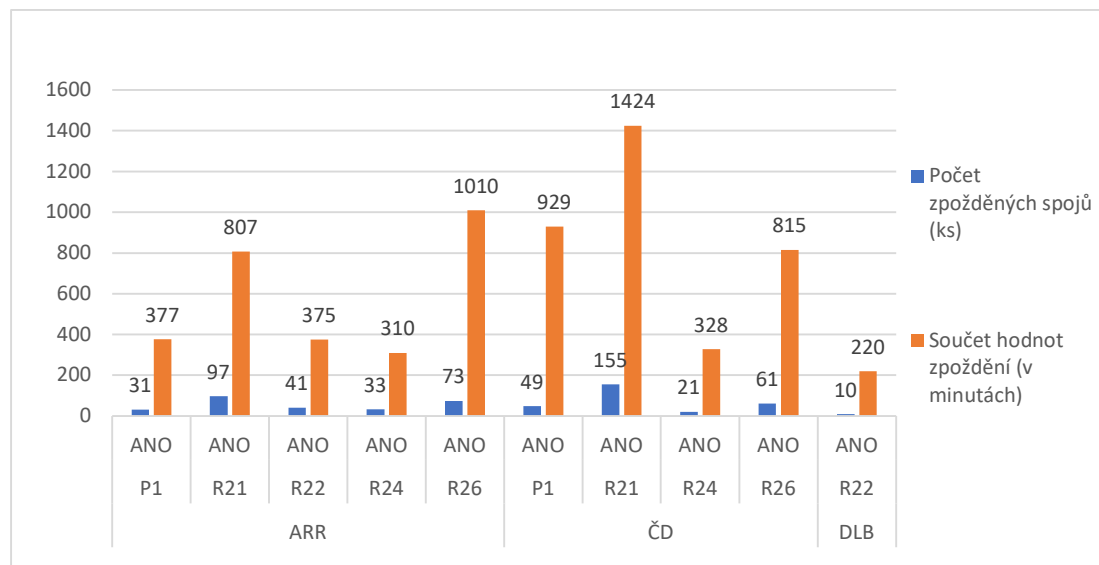
Graf 14 Průměrná výše prodloužení jízdních dob vlakových spojů dle dopravce a linky



Zdroj: vlastní vypracování

V případě porovnání součtu výše zpoždění v minutách s počtem zpožděných vlaků (zpoždění vyšší než 5 minut) ta čísla se celkem mění. Pouhým pohledem je viditelné, že například pro dopravce Die Länderbahn je zde situace nepříznivě opačná.

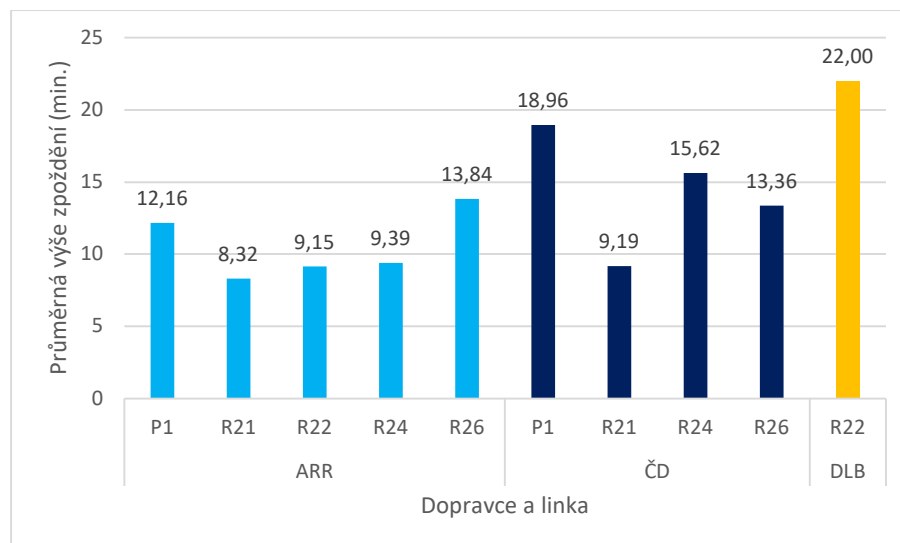
Graf 15 Počet zpožděných spojů a výše součtu prodloužení jízdních dob při zpoždění



Zdroj: vlastní vypracování

Pokud je vlak opožděn, dochází k největším zpožděním u osobních vlaků společnosti Die Länderbahn na lince R22, kde cestující tráví v průměru 22 minut navíc, oproti jízdním dobám stanoveným JŘ. Druhým nejhorším spojením jsou rychlíky ČD na lince P1, kde cestující ve zpožděném vlaku tráví téměř 19 minut navíc a dále osobní vlaky stejného dopravce na lince R24, kde zákazníci si počkají na příjezd do kýžené cílové stanice o více jak 15 minut, než je plánováno..

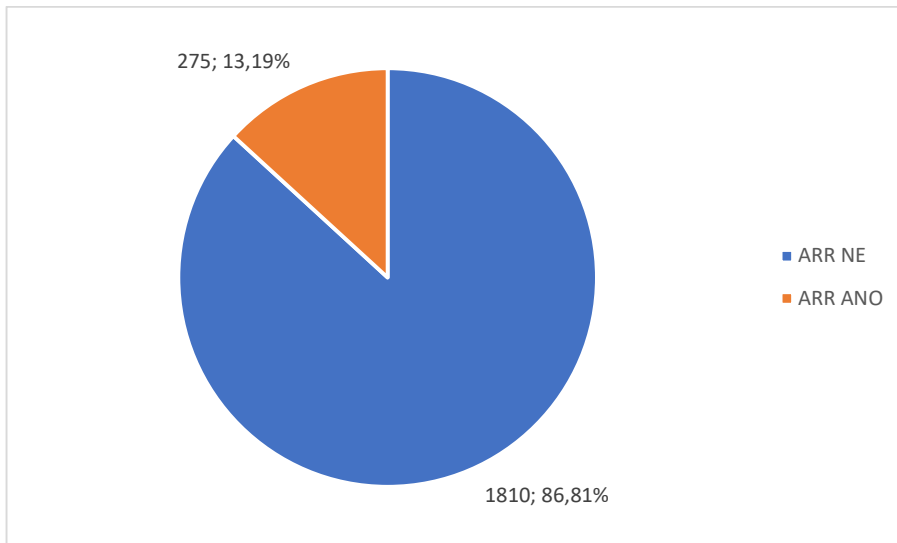
Graf 16 Průměrná výše prodloužení jízdních dob u zpožděných vlaků dle dopravce a linky



Zdroj: vlastní vypracování

Konkrétně pro dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. vychází, že téměř 87% spojů jede včas. Tato hodnota se blíží hodnotě 87,5%, jež vychází z roční statistiky zpoždění dopravců publikované za rok 2023.

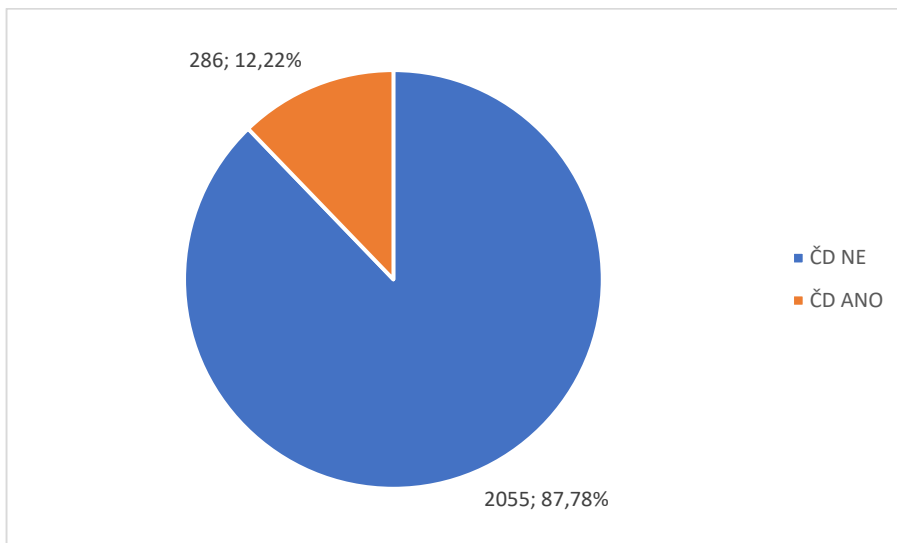
Graf 17 Zpoždění vlaků dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. za všechny spoje



Zdroj: vlastní vypracování

Pro dopravce České dráhy a.s. vychází, že téměř 88% spojů jede včas. Tato hodnota se blíží hodnotě 90,1%, jež byla vypočítána v roční statistice zpoždění dopravců publikované za rok 2023.

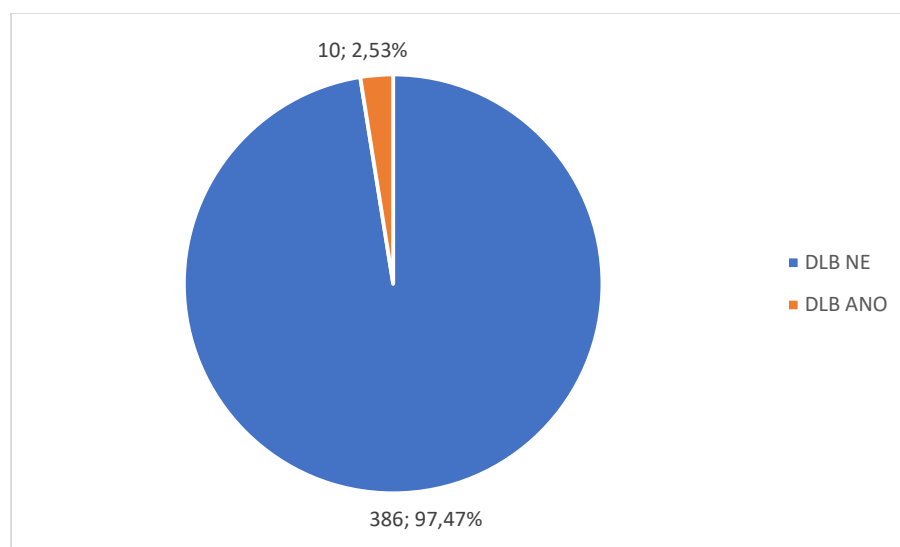
Graf 18 Zpoždění vlaků dopravce České dráhy a.s. za všechny spoje



Zdroj: vlastní vypracování

Pro dopravce Die Länderbahn CZ s.r.o. vychází, že více jak 97% spojů jede včas. Tato hodnota je poměrně vzdálená od hodnoty 91,4%, jež vychází z roční statistiky zpoždění dopravců publikované pro rok 2023. Tento jev může být daný analyzovanou linkou, na které pravděpodobně dochází k včasnému příjezdů vlakových spojů (dle předchozích grafů rychlíky Arriva také vychází jako nejméně opožděné na této lince). Je ale také možné, že nižší podíl zpožděných vlaků, může být dán chybějícími daty. Ta se týkala výlukového období, jenž je spojen vyšší mírou četnosti zpoždění (této problematice bude věnováno testování v následujících stránkách praktické části této práce).

Graf 19 Zpoždění vlaků dopravce Die Länderbahn CZ s.r.o. za všechny spoje

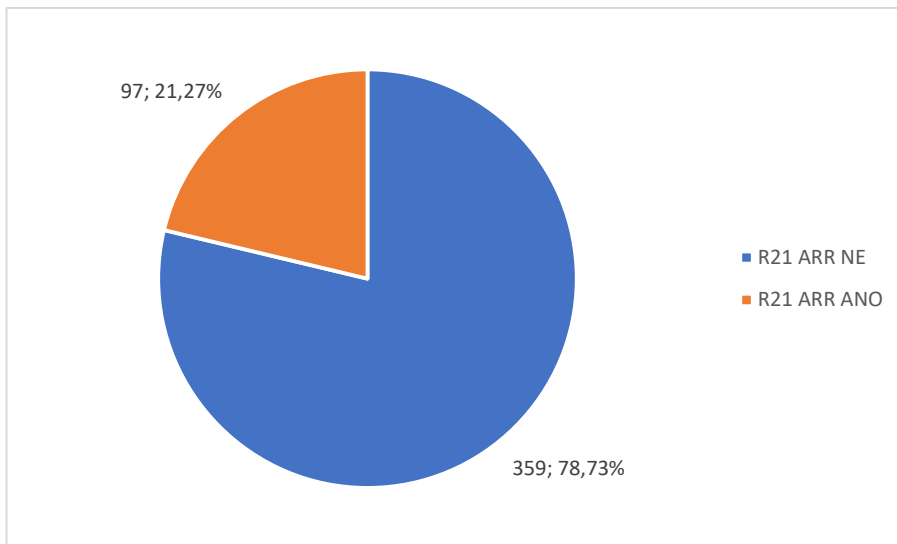


Zdroj: vlastní vypracování

4.2.3 Linka R21

Zpoždění na této lince je pro Arrivu je významné a nadprůměrné, ačkoliv se jedná o druhý nejhorší výsledek pro dopravce. Více než každý pátý vlak byl na svém příjezdu opožděn.

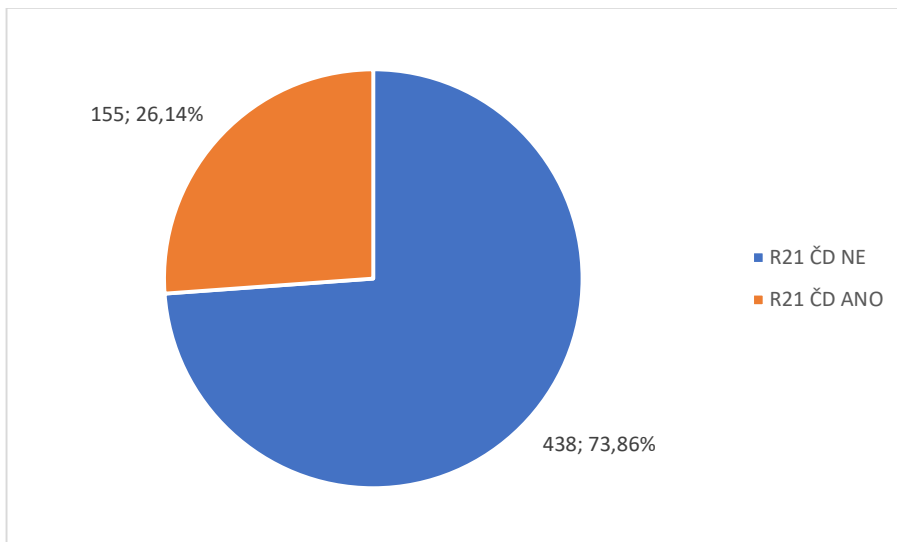
Graf 20 Linka R21 zpoždění dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.



Zdroj: vlastní vypracování

Ještě horší výsledek byl zaznamenán u národního dopravce, u kterého dokonce více než každý čtvrtý vlak byl na svém příjezdu opožděn. Jedná se o nejhorší výsledek pro dopravce a o absolutní nejhorší výsledek při rozdělení dat na základě dopravce a linky.

Graf 21 Linka R21 zpoždění dopravce České dráhy a.s.

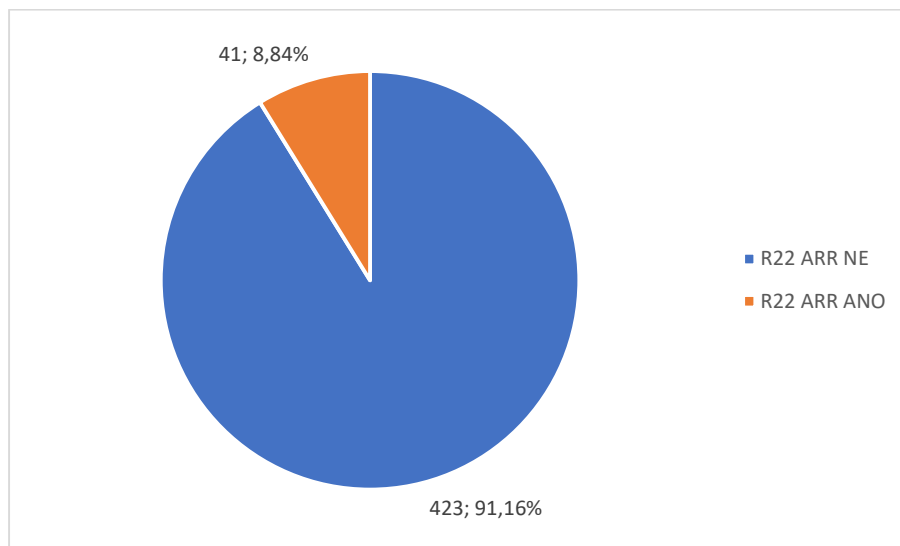


Zdroj: vlastní vypracování

4.2.4 Linka R22

Dopravce Arriva na této lince boduje s nejlepším výsledkem mezi provozovanými linkami.

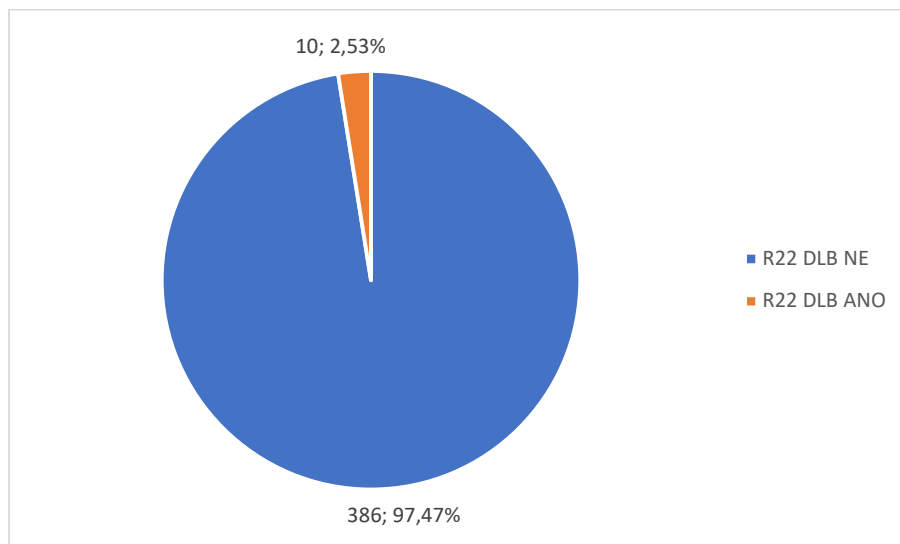
Graf 22 Linka R22 zpoždění dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.



Zdroj: vlastní vypracování

Dopravce Die Länderbahn CZ s.r.o., jenž byl analyzován pouze pro tuto linku, vykazuje nejlepší výsledek. Velmi dobrý výsledek je ale získán pravděpodobně nasazením novějších jednotek s lepším výkonem a větší akcelerací.

Graf 23 Linka R22 zpoždění dopravce Die Landerbahn CZ s.r.o.

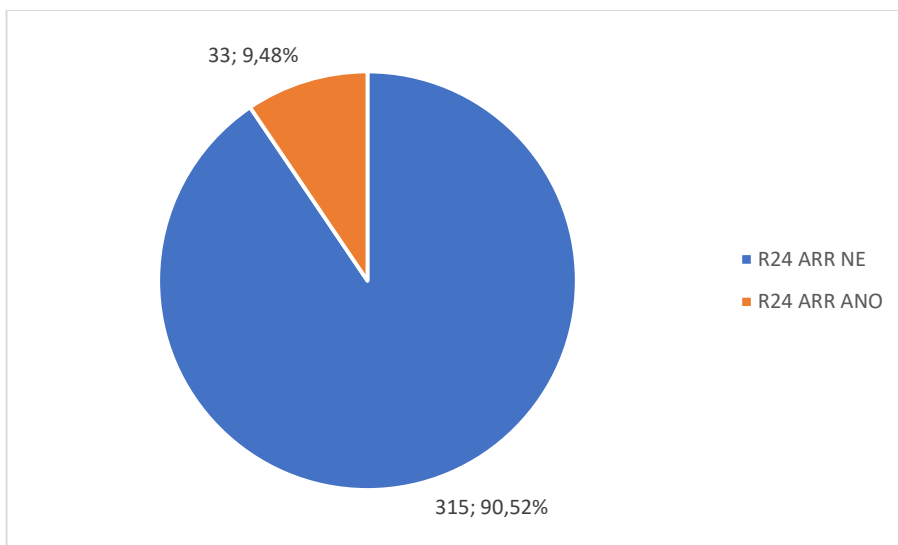


Zdroj: vlastní vypracování

4.2.5 Linka R24

Druhým nejlepším výsledkem dopravce byl zaznamenán na lince propojující Prahu s Kladnem a Rakovníkem, kde je obecně průměr za linku velmi dobrý. Opožděn byl téměř každý desátý vlak.

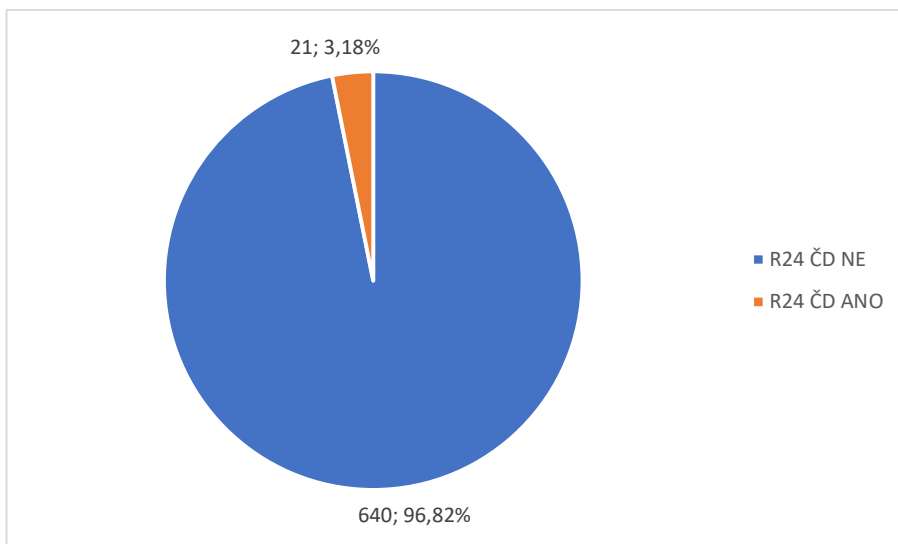
Graf 24 Linka R24 zpoždění dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.



Zdroj: vlastní vypracování

České dráhy na této lince vykazují svůj nejlepší výsledek, co se včasnosti spojů týče. Sotva každý třicátý vlak byl opožděn na svém příjezdu.

Graf 25 Linka R24 zpoždění dopravce České dráhy a.s.

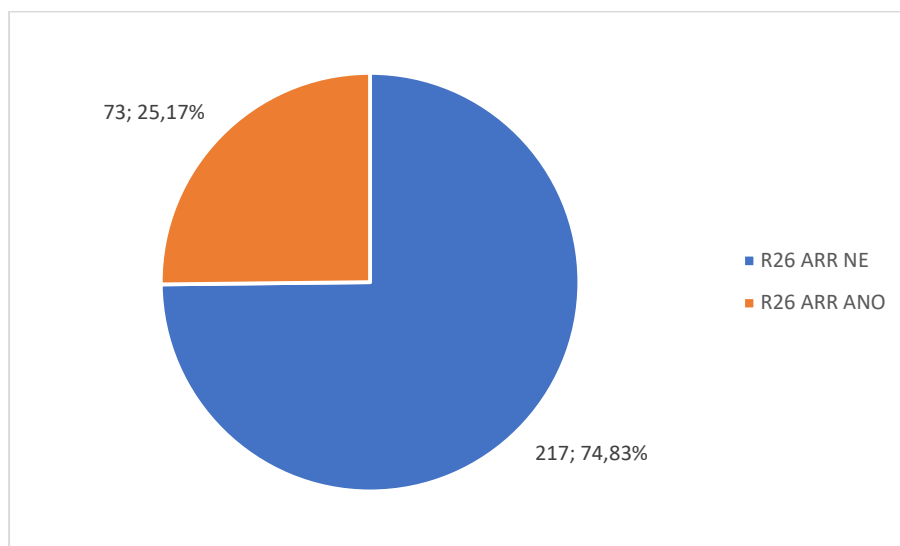


Zdroj: vlastní vypracování

4.2.6 Linka R26

Dopravce Arriva na této lince vykazuje svůj nejhorší výsledek, je nutné poznamenat častou výlukovou činnost na trati a dále dlouhou jízdní dobu tohoto vlaku (přes tři hodiny jízdy) na trati, která je z většiny jednokolejná.

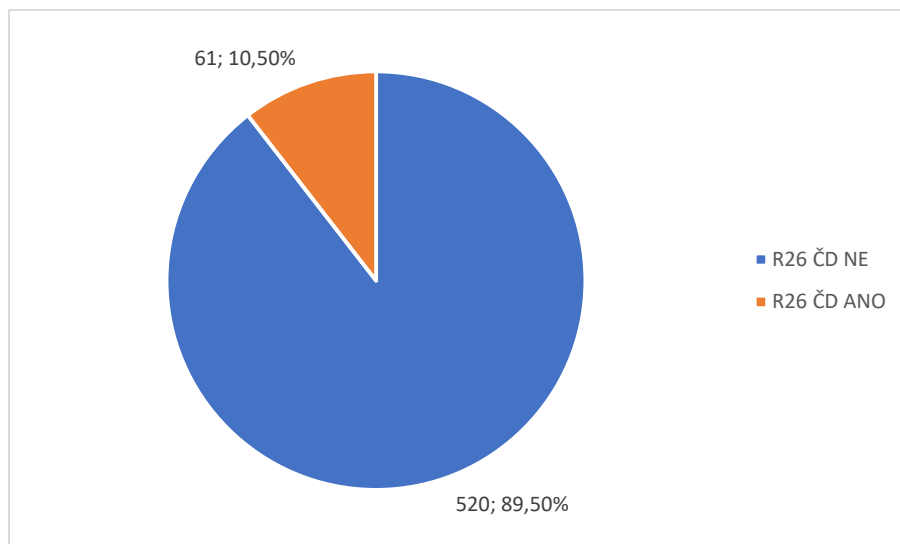
Graf 26 Linka R26 zpoždění dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.



Zdroj: vlastní vypracování

Dopravce ČD vykazuje na této lince svůj druhý nejhorší výsledek, který v porovnání s Arrivou pravděpodobně zmírněn krátkou vozbou (pouze v úseku mezi ŽST Protivín a ŽST Březnice).

Graf 27 Linka R26 zpoždění dopravce České dráhy a.s.

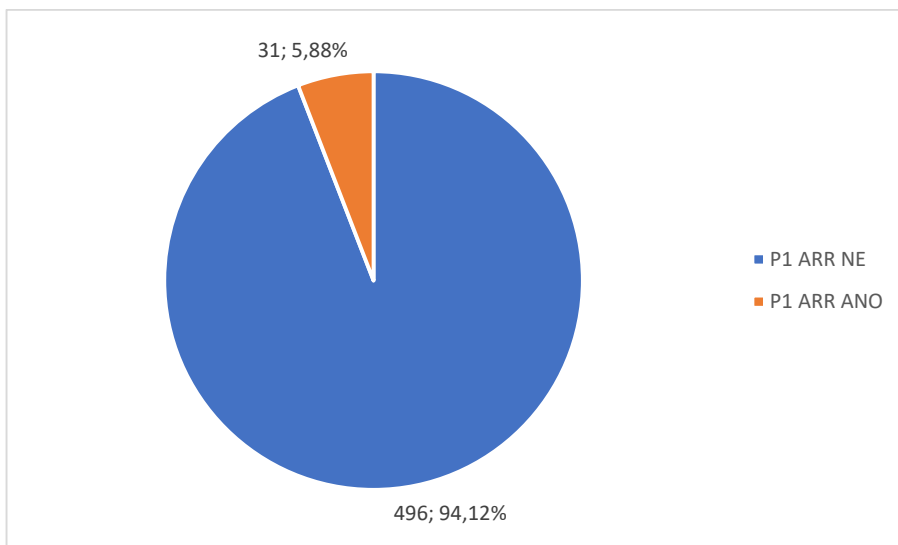


Zdroj: vlastní vypracování

4.2.7 Linka P1

Dopravce Arriva vykazuje na této lince svůj nejlepší výsledek, když byl opožděn o něco málo více jak každý dvacátý vlak. Tento výsledek se dá vysvětlit zejména vzbou osobních vlaků na kratší vzdálenosti, částečně zdvojkolejněnou tratí a nasazením moderních elektrických jednotek v lepšími jízdními vlastnostmi.

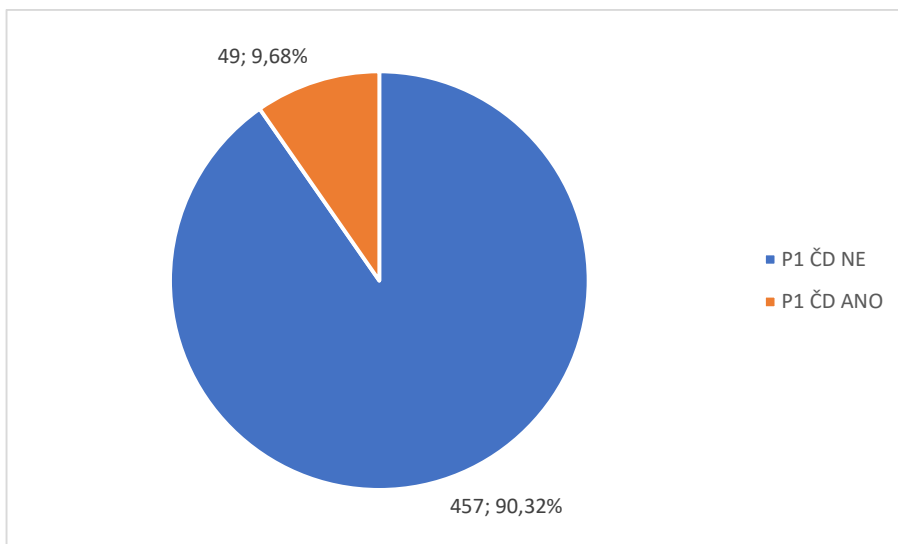
Graf 28 Linka P1 zpoždění dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.



Zdroj: vlastní vypracování

Na této lince je výsledek pro dopravce blízký ročnímu průměru zpoždění za rok 2023, téměř každý desátý vlak na této lince byl opožděn.

Graf 29 Linka P1 zpoždění dopravce České dráhy a.s.



Zdroj: vlastní vypracování

4.2.8 Příčiny zpoždění u dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.

Pro dopravce ARRIVA vlaky s.r.o bylo možné získat také data s důvody vzniku zpoždění. V tomto případě se rozumí jakožto primární důvod vzniku zpoždění, první faktor, jenž způsobil zpoždění vlaku ve své trase. Může se jednat také o důvod pozdější, jenž se ale vyznačil nejvyšším opožděním. Nejčastějším kódem zpoždění je O8, jenž se týká pořadí vlaků (křižování, sled, předjíždění). Dále je nejčetnější kód S1 v počtu 48 záznamů, jenž označuje zpoždění způsobená provozovatelem dráhy prostřednictvím výluk a stavebních činností na trati. Třetím v pořadí je O3, jenž se týká čekání na přípojný vlak v rámci čekacích dob.

V menším počtu je možné nalézt K3, jenž je vinou dopravce a je způsoben zvýšenou frekvencí cestujících (komerční důvod), dále O9 jako obrat soupravy od zpožděného vlaku, S3 jakožto snížení rychlosti z důvodu stavu koleje (týká se linky R21) a jako poslední v pěti případech V2, jenž představuje závady osobních vozů.

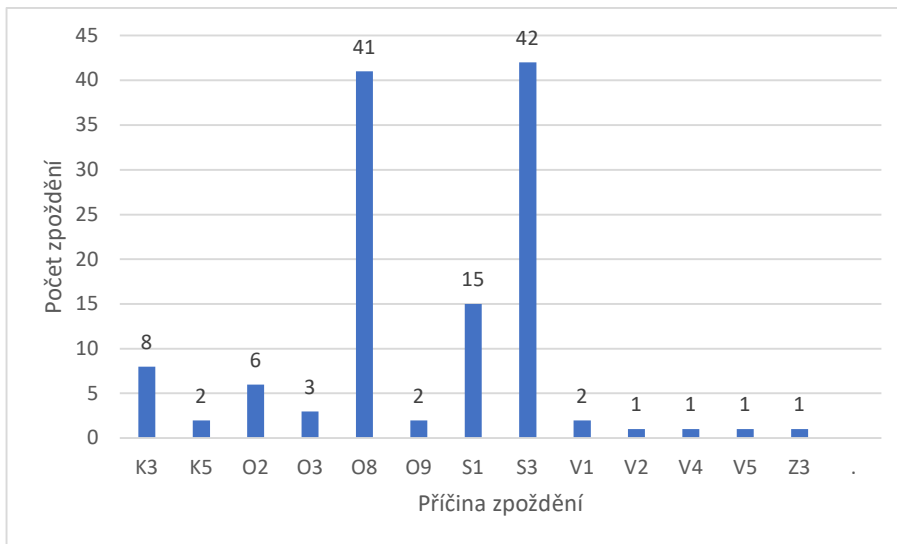
Graf 30 Primární příčiny zpoždění



Zdroj: vlastní vypracování

U sekundárních příčin zpoždění, jež byly zaznamenány jako druhý největší vliv zpoždění vlaku na trase nebo jako druhý v průběhu jízdy vlaku, je prvním kód S3 (stav koleje). Druhým nejpočetnějším je O8 (křižování) a dále S1 (výluka). Méně obvyklými důvody jsou K3 (frekvence cestujících) a O2 (povětrnostní vlivy).

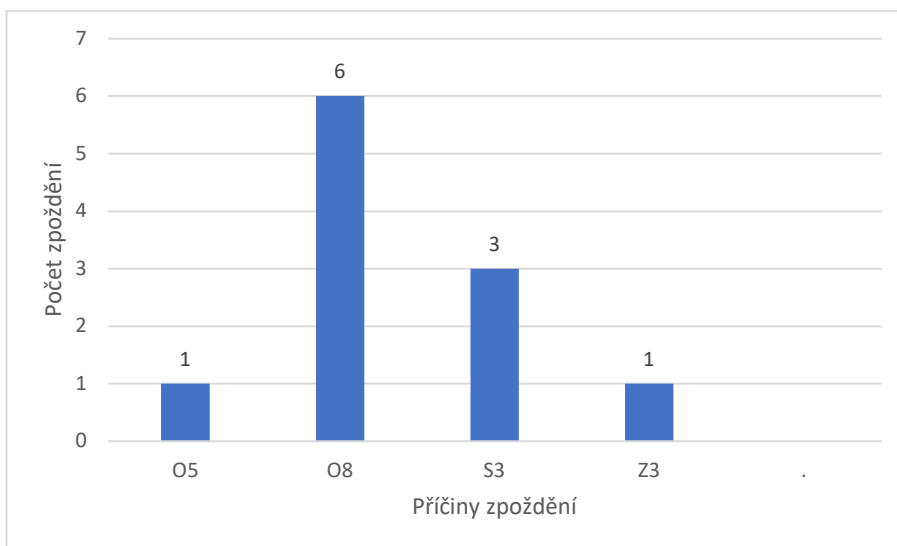
Graf 31 Sekundární příčiny zpoždění



Zdroj: vlastní vypracování

Terciární důvody byly zaznamenány v průběhu jízdy vlaku jako poslední nebo měly nejmenší vliv na vznik zpoždění oproti primárnímu a sekundárnímu. Nejčastější příčinou je křižování, následuje stav koleje a shodně jedním případem jiné příčiny a porucha osobních vozů.

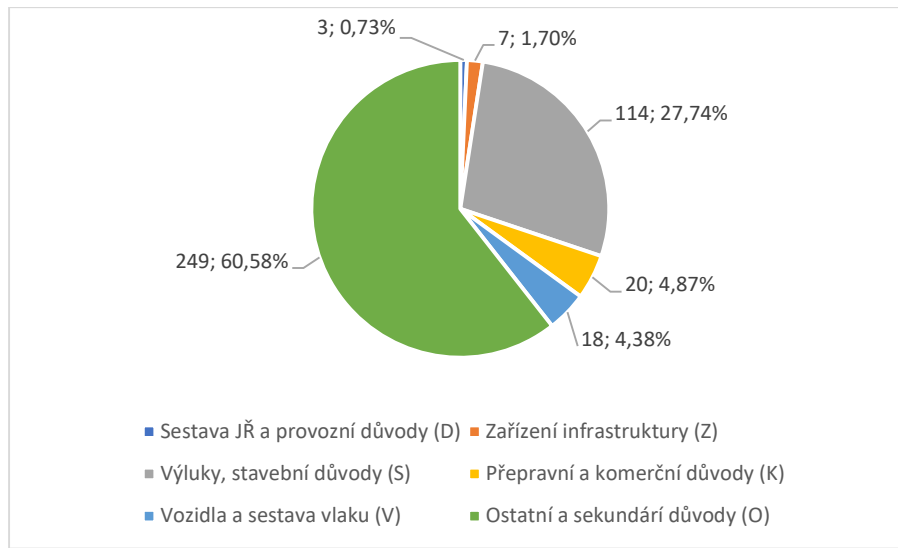
Graf 32 Terciární příčiny zpoždění



Zdroj: vlastní vypracování

Po provedeném sloučení primárních, sekundárních a terciárních důvodů zpoždění, je zřejmé, že nejvyšším váhu na vznik tří pětiny zpoždění má křížování. Následují u téměř třetiny zpožděných vlaků výluky, dále téměř každý dvacátý vlak byl opožděn z komerčních důvodů a další podobný počet poruchami na vozidlech.

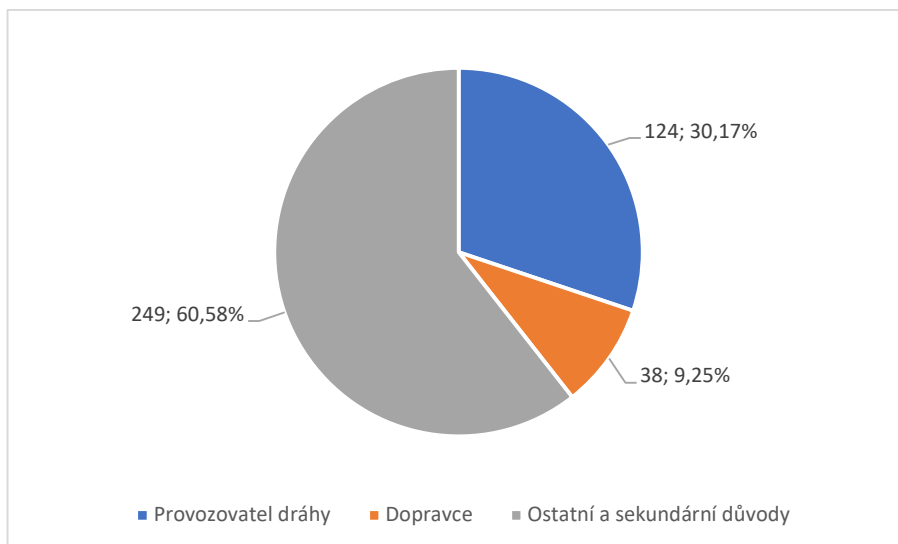
Graf 33 Důvody zpoždění dle hlavní kategorie



Zdroj: vlastní vypracování

Při shrnutí důvodů vzniku zpoždění podle viníka, největší počet připadá na ostatní a druhotné důvody, jež tvoří dvě pětiny zpoždění. Dále třetinový podíl je zaviněn provozovatelem dráhy, do čehož spadá také nejpočetnější skupina zpoždění – výluková činnost. Zbylá menší desetina zpoždění připadá na dopravce, mezi které spadá mimo vozidlových poruch také nejpočetnější důvod, jimž je zvýšena frekvence cestujících. Z podstaty věci dává smysl přiřadit tento důvod mezi komerční a přiřadit ho tedy k dopravci, ačkoliv dopravce nemá nástroje k urychlení nástupu a výstupu očekávaného nebo neočekávaného většího počtu cestujících.

Graf 34 Důvody zpoždění dle viníka



Zdroj: vlastní vypracování

4.3 Výsledky testování faktorů ovlivňujících vznik zpoždění

V této části budou testovány následující hypotézy:

- H_0 : Vznik zpoždění nezávisí na tom, zda trať je elektrifikovaná;
- H_0 : Vznik zpoždění nezávisí na hustotě dopraven;
- H_0 : Vznik zpoždění nezávisí na provozované řadě;
- H_0 : Vznik zpoždění nezávisí na tom, zda je na trati výluka;
- H_0 : Vznik zpoždění nezávisí na průměrné rychlosti.

4.3.1 Vliv elektrifikace tratě na vznik zpoždění

Vzhledem k tomu, že testové kritérium je větší než kritická hodnota, je možné zamítnout nulovou hypotézu. Koeficient 0,0662 ukazuje, že je tam určitá závislost mezi tyto dvě proměnné, ale pro tento datový soubor je slabá.

Tabulka 11 Testování vlivu elektrifikace na vznik zpoždění

Testovaná proměnná	χ^2 kritérium	Stupně volnosti	α	p - hodnota	Cramérovo V	Zamítá se H_0
Elektrifikace	21,1392	1	0,05	<0,0001	0,0662	ano

Zdroj: vlastní vypracování

Četnost zpožděných vlaků je tudíž na elektrifikovaných tratích nižší, zároveň vliv není příliš velký.

Tabulka 12 Elektrifikace tratě x vznik zpoždění

Elektrifikace	Zpoždění ANO/NE		Celkem
	ANO	NE	
ANO	80	953	1033
NE	491	3298	3789
Celkem	571	4251	4822

Zdroj: vlastní vypracování

4.3.2 Vliv hustoty dopraven na vznik zpoždění

V tomto případě se nulová hypotéza opět zamítá a dle Crámerova V koeficientu ve výši 0,2257 je možné konstatovat, že síla se blíží slabšímu středu.

Tabulka 13 Testování vlivu hustoty dopraven na vznik zpoždění

Testovaná proměnná	χ^2 kritérium	Stupně volnosti	α	p - hodnota	Cramérovo V	Zamítá se H_0
Hustota dopraven	245,6832	4	0,05	<0,0001	0,2257	ano

Zdroj: vlastní vypracování

Lze usoudit, že hustota dopraven ovlivňuje vznik zpoždění, to znamená, že větší počet dopraven na trati, nebo respektivě menší průměrná vzdálenost mezi nimi se pozitivně projevuje na vzniku menšího počtu případů zpoždění.

Tabulka 14 Hustota dopraven x vznik zpoždění

Hustota dopraven	Zpoždění ANO/NE		Celkem
	ANO	NE	
0,11111	252	797	1049
0,11905	54	955	1009
0,12963	51	809	860
9,52381 * e^{-2}	134	737	871
ND	80	953	1033
Celkem	571	4251	4822

Zdroj: vlastní vypracování

4.3.3 Vliv provozované řady na vznik zpoždění

V tomto případě opět dochází k zamítnutí nulové hypotézy a síla koeficientu ve výši 0,2151 značí, že síla je spíše slabší, ale blíže ke středu

Tabulka 15 Testování vlivu provozované řady na vznik zpoždění

Testovaná proměnná	χ^2 kritérium	Stupně volnosti	α	p - hodnota	Cramérovo V	Zamítá se H_0
Řada	223,1524	5	0,05	<0,0001	0,2151	ano

Zdroj: vlastní vypracování

Z kontingenční tabulky lze vyvodit, že elektrické vlaky jako řada 242/263 a 650 vykazují větší spolehlivost než motorové, zároveň jednotka 650 modernější konstrukce jeví druhou nejvyšší míru spolehlivosti. Nejvyšší míru spolehlivosti má motorová jednotka 642, jež je výkonná a je též novější výroby. Nejhůře vychází údaje za nejstarší jednotky řady 750.

Tabulka 16 Provozovaná řada x vznik zpoždění

Řada	Zpoždění ANO/NE		Celkem
	ANO	NE	
242 / 263	45	419	464
642	10	386	396
650	35	534	569
750	155	438	593
814	82	1160	1242
845	244	1314	1558
Celkem	571	4251	4822

Zdroj: vlastní vypracování

4.3.4 Vliv konání výluky na trati na vznik zpoždění

Hypotéza se řadí opět mezi zamítnuté, síla koeficientu značí spíše slabou sílu.

Tabulka 17 Testování vlivu konání výluky na vznik zpoždění

Testovaná proměnná	χ^2 kritérium	Stupně volnosti	α	p - hodnota	Cramérovo V	Zamítá se H_0
Výluka	48,6824	1	0,05	<0,0001	0,1005	ano

Zdroj: vlastní vypracování

Tabulka napovídá, že v případě kdy na trati se koná výluka, počet zpožděných vlaků narůstá. Pravděpodobně lze na některých tratích ale zmírnit nebo eliminovat výkonnějšími jednotkami a rezervami v jízdních dobách.

Tabulka 18 Konání výluky x vznik zpoždění

Výluka ANO/NE	Zpoždění ANO/NE		Celkem
	ANO	NE	
ANO	105	383	488
NE	466	3868	4334
Celkem	571	4251	4822

Zdroj: vlastní vypracování

4.3.5 Vliv průměrné rychlosti trati na vznik zpoždění

V tomto případě dochází také k odmítnutí nulové hypotézy, síla Crámerova V 0,3157 značí středně silnou sílu. V případě průměrné rychlosti byla nalezena největší závislost v porovnání s ostatními faktory. V analyzovaném souboru data napovídají tomu, že vyšší průměrná rychlost znamená nižší pravděpodobnost vzniku zpoždění. To se dá interpretovat tak, že vyšší rychlost značí lepší traťové poměry, jež umožňují vyšší provozní a maximální rychlost souprav a menší počet čekání na křižování ve stanicích. Avšak je nutné také brát v úvahu, že příliš krátká jízdní doba v JŘ bez žádných časových rezerv, může naopak znamenat zhoršení spolehlivosti.

Tabulka 19 Testování vlivu průměrné rychlosti na vznik zpoždění

Testovaná proměnná	χ^2 kritérium	Stupně volnosti	α	p - hodnota	Cramérovo V	Zamítá se H_0
Prům. rychlost	480,4797	49	0,05	<0,0001	0,3157	ano

Zdroj: vlastní vypracování

4.4 Výsledky testování faktorů ovlivňujících výši zpoždění

V této části budou testovány následující hypotézy:

- H_0 : Výše zpoždění nezávisí na elektrifikaci trati;
- H_0 : Výše zpoždění nezávisí na hustotě dopravy;
- H_0 : Výše zpoždění nezávisí na řadě;
- H_0 : Výše zpoždění nezávisí na konání výluky;
- H_0 : Výše zpoždění závisí na průměrné rychlosti.

4.4.1 Vliv elektrifikace tratě na výši zpoždění

Nulová hypotéza se zamítá a koeficient v tomto případě směřuje spíše ke slabé síle závislosti. Vliv elektrifikace je patrný, ale zároveň síla závislosti není příliš velká. To znamená, že elektrifikovaná trať pozitivně prospívá vzniku nižšího průměrného zpoždění.

Tabulka 20 Testování vlivu elektrifikace na výši zpoždění

Kategorická proměnná	χ^2 kritérium	Stupně volnosti	α	p - hodnota	Cramérovo V	Zamítá se H_0
Elektrifikace	68,4689	16	0,05	0,1065	0,1192	ne

Zdroj: vlastní vypracování

4.4.2 Vliv hustoty dopravy na výši zpoždění

V tomto případě je možné jasněji odmítnout formulovanou hypotézu, jejíž síla Cramérova V směřuje ke středu. Vyšší hustota dopravy, to znamená jejich větší počet v daném traťovém úseku nebo respektive kratší průměrná vzdálenost mezi dopravami, pozitivně prospívá ke zmírnění dopadů vzniklých zpoždění.

Tabulka 21 Testování vlivu hustoty dopravy na výši zpoždění

Kategorická proměnná	χ^2 kritérium	Stupně volnosti	α	p - hodnota	Cramérovo V	Zamítá se H_0
Hustota dopravy	821,4745	64	0,05	<0,0001	0,2046	ano

Zdroj: vlastní vypracování

4.4.3 Vliv provozované řady na výši zpoždění

Nulová hypotéza se odmítá, síla koeficientu ve výši 0,1836 značí spíše slabší závislost. Závislost na provozované řadě je druhá nejvyšší v rámci testovaných faktorů ovlivňujících výši zpoždění vlaků. Principiálně odpovídá tomu, že novější vlakové jednotky jako jsou řady 650 a 642 pozitivně prospívají ve smyslu stíhání jízdních dob a krácení vzniklých zpoždění. Jednotky se pravděpodobně také vychylují lepší technickou spolehlivostí vzhledem k jejich novější výrobě. Tento rozdíl je také patrný ve prospěch elektrických jednotek při porovnání s motorovými.

Tabulka 22 Testování vlivu provozované řady na výši zpoždění

Kategorická proměnná	χ^2 kritérium	Stupně volnosti	α	p - hodnota	Cramérovo V	Zamítá se H_0
Řada	812,4196	80	0,05	<0,0001	0,1836	ano

Zdroj: vlastní vypracování

4.4.4 Vliv konání výluky na výši zpoždění

Nulová hypotéza byla odmítnuta, síla koeficientu je ale spíše slabá. Pořádání výluk tudíž slabě ovlivňuje výši zpoždění, i tak je ale patrné, že výluky nepříznivě ovlivňují výši zpoždění. To je zejména dáno tím, že vlak jedoucí opožděný za vyloučeným úsekem má tendenci zpoždění navyšovat vlivem čekání na eventuelní přípoje a zejména čekáním v dopravnách na křižování, čímž vzniká přenos zpoždění mezi vlaky na trati a ostatní návazné spoje.

Tabulka 23 Testování vlivu konání výluky na výši zpoždění

Kategorická proměnná	χ^2 kritérium	Stupně volnosti	α	p - hodnota	Cramérovovo V	Zamítá se H_0
Výluka	80,8865	16	0,05	<0,0001	0,1295	ano

Zdroj: vlastní vypracování

4.4.5 T – test: vliv průměrné rychlosti na výši zpoždění

U posledního testu došlo také k zamítnutí nulové hypotézy, závislost je ale spíše slabá. Vyšší průměrná rychlost ovlivňuje pozitivně výši zpoždění jejím poklesem, to je dáno lepšími parametry tratě a méně častým zastavováním či čekáním na křižování.

Tabulka 24 Testování vlivu průměrné rychlosti na výši zpoždění

Testovaná proměnná	Kolmogorov Smirnov D	α	p - hodnota	t - value	Zamítá se H_0
Prům. rychlost	0,106614	0,05	<0,0001	351,51	ano

Zdroj: vlastní vypracování

5 Zhodnocení výsledků

Z popisných statistik vyplynulo, že z hlediska včasnosti spojů se stal premiantem dopravce Die Länderbahn (97,47%), ostatní dva dopravci naopak vykazovali méně jak každý devátý vlak bez zpoždění na příjezdu (87,78% ČD a 86,81% Arriva). Nejméně spolehlivým vlakovým spojením se stal ten, jenž propojuje Prahu s Mladou Boleslaví, zde byly vlaky společnosti ČD opožděny ve 26,14% případů a vlaky Arrivy ve 21,27% případů. Celková kumulace zpoždění vlaků Českých drah na této lince činí rekordních 2 362 minut, rychlíky Arrivy na stejné lince také nabraly nejvyšší součet hodnoty zpoždění, a to vy výši 1 508 minut. Nejvčasnější vlakové spoje provozuje Arriva na lince P1, kde bylo opožděno pouze 5,88% spojů.

Nejnižší míry průměrného zpoždění všech spojů bylo dosaženo u dopravce Die Länderbahn na lince mezi Mladou Boleslaví a Českou Lípou, na které vlaky byly v průměru opožděny o méně než minutu (0,89 minut), avšak pokud na této lince došlo ke zpoždění vlaku, jeho průměr byl nejvyšší ze všech linek a činil rekordních 22 minut. Nejvyšší průměrné prodloužení jízdnicích dob bylo zaznamenáno u dopravce Arriva, a to na lince R26 mezi stanicemi Písek a Březnice, kde tato hodnota dosahovala výše téměř pět minut (4,72 minut). Pro vlaky provozované dopravcem ARRIVA vlaky s.r.o. bylo možné získat také data o důvodu vzniku zpoždění. Nejčastěji vlaky byly opožděny z důvodu křížování na jednokolejných tratích, z důvodu výluky a z důvodu čekání na přípoj v rámci čekacích dob. Z celkového počtu odůvodněných zpoždění 60,58% připadalo na ostatní a sekundární důvody, 30,17% na provozovatele dráhy a pouze 9,25% na dopravce, z čehož pouze ve 4,38% z celkového počtu se jednalo o provozní nebo technické závady. Ostatní zpoždění připadající na dopravce byly zapříčiněny komerčními důvody, zejména zvýšenou frekvencí cestujících. V rámci druhé části praktické práce bylo vytvořeno celkem 10 nulových hypotéz, jež byly rozděleny do pěti vlivů ovlivňujících vznik zpoždění a výši prodloužení jízdnicích dob vlakových spojů. Všechny nulové hypotézy byly odmítnuty. To znamená, že všechny analyzované faktory ovlivňují vznik a výši zpoždění.

6 Závěr

Podkladem pro tuto bakalářskou práci byla data o zpoždění vlaků vybraného osobního dopravce za měsíc únor roku 2024, a to na pěti vybraných provozovaných linkách. Tato data byla obohacena o numerické hodnoty zpoždění ostatních dopravců zajišťujících osobní dopravu na stejných traťových úsecích.

Porovnáním síly závislosti mezi proměnnými bylo zjištěno, že vznik zpoždění nejvíce ovlivnila průměrná rychlost. Tato byla vzestupně následována hustotou dopraven na trati, provozovanou řadou hnacích vozidel, konáním výluky a elektrifikací tratě. U výše zpoždění bylo naopak zjištěno, že nejvíce byla ovlivněna hustotou dopraven. Následovaly postupně proměnné provozovaná řada, konání výluky, elektrifikace tratě a na posledním místě průměrná rychlost na trati.

S odkazem na teoretickou část této práce lze říci, že zlepšením parametrů tratě, kterým se rozumí navýšení počtu dopraven nebo navýšení počtu traťových kolejích na vybraných úsecích, jejich elektrifikací a následným zvýšením traťové rychlosti, lze snížit počet zpoždění na provozovaných linkách a zároveň je možné dosáhnout zkrácení jízdních dob.

Lepší výsledky ve spolehlivosti mohou být dále získány nasazením modernějších a výkonnějších vozidel, optimálně s nezávislou trakcí. Dále lze zajistit podobný výsledek také lepší koordinací výlukových opatření, jež by bylo možné dosáhnout zkrácením prací, sloučením vícero stavebních akcí do jednoho výlukového bloku a využití nočních prací.

Vzhledem k tomu že zpoždění a jízdní doby byly označeny z pohledu cestujících jako nejvíce nepříjemňující jízdu vlakem, zvýšení spolehlivosti a snížení jízdních dob by na teoretické úrovni prospělo ke snížení tohoto diskomfortu a tím pádem také ke zvýšení využití tohoto dopravního prostředku. Z tohoto by vyplynuly vyšší tržby za jízdné, menší kompenzace za zpoždění a menší vícenáklady spojené se mzdami pracovníků a využitím zdrojů.

Zvýšením technické spolehlivosti a zlepšením bonity železniční dopravy v očích cestující veřejnosti se finálně naplňují také vedlejší cíle stanoveny v této práci.

7 Seznam použitých zdrojů

ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA A.S. (ATČR). 2023a. *ARRIVA vlaky s.r.o.* [online]. [cit. 2023-12-20]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/cs/o-spolecnosti/dcerine-spolecnosti/arriva-vlaky>.

ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA A.S. (ATČR). 2023b. *Naše spoje.* [online]. [cit. 2023-12-21]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/cs/autobusy-a-vlaky/vlaky#rychliky>.

ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA A.S. (ATČR). 2024a. *R21 Praha - Tanvald.* [online]. [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/cs/autobusy-a-vlaky/vlaky/rychliky/r21>.

ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA A.S. (ATČR). 2024b. *R22 Kolín - Šluknov.* [online]. [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/cs/autobusy-a-vlaky/vlaky/rychliky/r22-kolin-sluknov>.

ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA A.S. (ATČR). 2024c. *R24 Praha - Rakovník.* [online]. [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/cs/autobusy-a-vlaky/vlaky/rychliky/r24-praha-rakovnik-1>.

ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA A.S. (ATČR). 2024d. *R26 Praha - České Budějovice.* [online]. [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/cs/autobusy-a-vlaky/vlaky/rychliky/r26-praha-ceske-budejovice>.

ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA A.S. (ATČR). 2024e. *P1 Pňovany - Plzeň - Horažďovice předměstí.* [online]. [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/cs/autobusy-a-vlaky/vlaky/plzensky-kraj/p1-pnovany-plzen-horazdovice-predmesti>.

ČESKÉ DRÁHY A.S. (ČD). 2018. *Běh času.* [online]. [cit. 2023-12-20]. Dostupné z: <https://www.cd.cz/100-let-spolu/beh-casu/default.htm>.

ČESKÉ DRÁHY A.S. (ČD). 2023. *O nás*. [online]. [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <https://www.ceskedrahy.cz/o-nas>.

DIE LÄNDERBAHN CZ (DLB). 2023. *O nás*. [online]. [cit. 2023-12-28]. Dostupné z: <https://www.laenderbahn.cz/cs/o-nas/nase-vozidla>.

EISLER, Jan a KOSINA, Ivan. 2000. *Kalkulace nákladů v dopravě*. 2. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopavní fakulta Jana Pernera. ISBN 80-719-4246-4.

EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA EVROPSKÉ UNIE. 2021. *Narižení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2021/782 ze dne 29. dubna 2021 o právech a povinnostech cestujících v železniční přepravě*.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert a WALKER, Jearl. 2021. *Fundamentals of Physics*. Hoboken: John Wiley. ISBN 978-1-119-77351-1.

HEBÁK, Petr. 2013. *Statistické myšlení a nástroje analýzy dat*. Vyd. 2. Praha: Informatorium. ISBN 978-80-7333-118-4.

HORÁČEK, Filip. 2022. *Srovnání, které bolí. Česko se proměnilo v železniční skanzen*. [online]. [cit. 2024-01-05]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/ekonomika-biznys-trendy-analyzy-srovnani-ktere-boli-cesko-se-promenilo-v-zeleznicni-skanzen-209177>.

HRUBAN, Ivo. 2008. *Analýza zpoždění vlaků osobní dopravy*. Univerzita Pardubice, Dopavní fakulta Jana Pernera, s. 48 - 53.

CHAPS S.R.O. 2024. *IDOS*. [online]. [cit. 2024-02-10]. Dostupné z: <https://idos.idnes.cz/vlaky/spojeni/?format=html>.

KOLÁŘ, Jiří a GAŠPARÍK, Jozef. 2017. *Železniční doprava – technologie, řízení, grafiky a 100 dalších zajímavostí*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0058-3.

KOVALČÍKOVÁ, Daniela. 2011. *Zákon o veřejných službách v přepravě cestujících: komentář*. Praha: Wolters Kluwer ČR. ISBN 978-80-7357-662-2.

KŘENEK, Jaroslav; BITTNER, Jaromír; ŠRÁMEK, Milan a SKÁLA, Bohumil. 2022. *Malý atlas lokomotiv 2023*. Praha: Grandis Bohemia. ISBN 978-80-86925-21-9.

KVIZDA, Martin; POSPÍŠIL, Tomáš; SEIDENGLANZ, Daniel a TOMEŠ, Zdeněk. 2007. *Železniční doprava - institucionální postavení, hospodářská politika a ekonomická teorie*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-4233-9.

KYNCL, Jan; RYBA, Jaroslav; DYKAST, Josef a TUZAR, Antonín. 2006. *Historie dopravy na území České republiky*. Praha: Institut Jana Pernera. ISBN 80-903184-9-5.

MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY (MDČR). 2018. *Situace v železniční dopravě*. [online]. [cit. 2023-09-25]. Dostupné z: https://zdopravy.cz/wp-content/uploads/2018/09/Situace_v_zeleznicni_doprave.docx.

MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY (MDČR). 2021. *Evropská unie na železnici - přehled evropských právních předpisů*. [online]. [cit. 2023-12-21]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Dokumenty/Drazni-doprava/Evropska-unie-na-zeleznici/Evropska-unie-na-zeleznici-prehled-evropskych-pr>.

MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY (MDČR). 2022. *Zákony v drážní dopravě*. [online]. [cit. 2023-12-21]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Dokumenty/Drazni-doprava/Legislativa-v-drazni-doprave/Zakony-v-drazni-doprave>.

NÁLEVKA, Ing. Mgr. Jiří. 2020. *Zpráva o kvalitě poskytovaných služeb za rok 2019: podle čl. 8 nařízení (ES) č. 1371/2007 o právech cestujících v železniční dopravě*. [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/file/edee/2020/06/zprava-o-kvalite-sluzeb-arriva-vlaky-2019.pdf>.

NÁLEVKA, Ing. Mgr. Jiří. 2021. *Zpráva o kvalitě poskytovaných služeb za rok 2020: podle čl. 8 nařízení (ES) č. 1371/2007 o právech cestujících v železniční dopravě*. [online]. [cit. 2024-01-25]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/file/edee/2021/06/zprava-o-kvalite-sluzeb-arriva-vlakly-2020.pdf>.

NÁLEVKA, Ing. Mgr. Jiří. 2022. *Zpráva o kvalitě poskytovaných služeb za rok 2021: podle čl. 8 nařízení (ES) č. 1371/2007 o právech cestujících v železniční dopravě*. [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: https://www.arriva.cz/file/edee/arr_vlakly/zpravy-o-kvalite-sluzeb/zprava-o-kvalite-sluzeb-arriva-vlakly-2021.pdf.

NÁLEVKA, Ing. Mgr. Jiří. 2023. *Zpráva o kvalitě poskytovaných služeb za rok 2022: podle čl. 8 nařízení (ES) č. 1371/2007 o právech cestujících v železniční dopravě*. [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: https://www.arriva.cz/file/edee/arr_vlakly/zpravy-o-kvalite-sluzeb/zprava-o-kvalite-sluzeb-arriva-vlakly-2022.pdf.

OLTIS GROUP A.S. 2024. *Web ISOR*. [online]. [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://isor.spravazeleznic.cz/>.

PAVLÍČEK, Stanislav. 2002. *Naše lokálky: místní dráhy v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Dokořán. ISBN 80-86569-13-6.

REUTERS. 2023. *Deutsche Bahn agrees sale of Arriva Group to I Squared Capital*. [online]. [cit. 2023-12-20]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/markets/deals/deutsche-bahn-i-squared-capital-sign-agreement-sale-arriva-group-2023-10-19/>.

SCHREIER, Pavel. 2009. *Příběhy z dějin našich drah: kapitoly z historie českých železnic do roku 2018*. Praha: Mladá Fronta. ISBN 978-80-204-1505-9.

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2021a. *SŽ SM069: Směrnice pro tvorbu jízdního řádu a přidělování a využívání kapacity dráhy ve znění změny č. 1*.

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2021b. *SŽ D7/MP1: Metodický pokyn náměstka generálního ředitele pro řízení provozu k použití kódů narušení jízdního řádu při zdůvodnění zpoždění vlaku.*

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2022a. *SŽ D1 ČÁST PRVNÍ: Dopravní a návěstní předpis pro tratě nevybavené evropským vlakovým zabezpečovačem ve znění opravy č. 1.*

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2022b. *SŽ D7/2: Organizování výlukových činností ve znění změny č. 1.*

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2023a. *Roční plán výluk na rok 2024.* [online]. [cit. 2023-12-30]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/Portal/ViewArticle.aspx?oid=2143127>.

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2023b. *Vše o Správě železnic.* [online]. [cit. 2023-12-20]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/o-nas/vse-o-sprave-zeleznic>.

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2023c. *Jízdní řád 2024.*

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2024a. *Základní charakteristika železniční sítě.* [online]. [cit. 2024-01-05]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/o-nas/vse-o-sprave-zeleznic/zeleznice-cr/zeleznicni-sit-v-cr>.

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2024b. *Seznam dopravců na celostátní dráze a regionálních dráhách.* [online]. [cit. 2024-03-02]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/50167315/dopravci-012024/325d29ca-9819-4715-93ad-004e69d22112>.

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2024c. *Podíl jednotlivých dopravců na výkonech v osobní a nákladní dopravě za rok 2023.* [online]. [cit. 2024-02-02]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/50167315/V%C3%BDkony+rok+2023.pdf/9aa08213-dd79-4bcb-a4c4-0485a0b325d9>.

SPRÁVA ŽELEZNIC S.O. (SŽ). 2024d. *M05: Počty traťových kolejí, systémy trakčních soustav a čísla tratí podle knižního jízdního řádu*. [online]. [cit. 2024-02-10]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznice.cz/Portal/Show.aspx?path=/Data/Mapy/kol.pdf>.

SŮRA, Jan. 2023. *Kde jezdí který dopravce. Vznikla unikátní železniční mapa české sítě*. [online]. [cit. 2023-12-30]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/kde-jezdi-ktery-dopravce-vznikla-unikatni-zeleznicni-mapa-ceske-site-186418/>.

SŮRA, Jan. 2024. *Každý čtvrtý vlak zpožděný. Propadlík nového žebříčku dopravců má žlutou barvu*. [online]. [cit. 2024-02-08]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/kazdy-ctvrty-vlak-zpozdeny-propadlik-noveho-zebricku-dopravcu-ma-zlutou-barvu-193598/>.

TREPÁČOVÁ, Martina; KUREČKOVÁ, Veronika; ZÁMEČNÍK, Petr a ŘEZÁČ, Pavel. 2020. *Advantages and disadvantages of rail transportation as perceived by passengers: A qualitative and quantitative study in the Czech Republic*, s. 52 - 62.

8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Mapa železničních tratí ve vlastnictví Správy železnic s vyznačenými čísly tratí podle knižního jízdního řádu, počty kolejí a systémy trakčních soustav30

8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Tabulka 2 x 2 (asociační)	14
Tabulka 2 Kontingenční tabulka	16
Tabulka 3 Údaje o zpoždění spojů ARRIVA vlaky s.r.o. dle výročních zpráv	27
Tabulka 4 Údaje o zrušení spojů ARRIVA vlaky s.r.o. dle výročních zpráv	28
Tabulka 5 Linka R21 přehled pro vybraný úsek.....	33
Tabulka 6 Linka R22 přehled pro vybraný úsek.....	34
Tabulka 7 Linka R24 přehled pro vybraný úsek.....	35
Tabulka 8 Linka R26 přehled pro vybraný úsek.....	36
Tabulka 9 Linka P1 přehled pro vybraný úsek	37
Tabulka 10 Míra dochvilnosti vlakových spojů osobních dopravců v roce 2023	42
Tabulka 11 Testování vlivu elektrifikace na vznik zpoždění	70
Tabulka 12 Elektrifikace tratě x vznik zpoždění	71
Tabulka 13 Testování vlivu hustoty dopraven na vznik zpoždění	71
Tabulka 14 Hustota dopraven x vznik zpoždění	71
Tabulka 15 Testování vlivu provozované řady na vznik zpoždění.....	72
Tabulka 16 Provozovaná řada x vznik zpoždění	72
Tabulka 17 Testování vlivu konání výluky na vznik zpoždění	72
Tabulka 18 Konání výluky x vznik zpoždění	73
Tabulka 19 Testování vlivu průměrné rychlosti na vznik zpoždění	73
Tabulka 20 Testování vlivu elektrifikace na výši zpoždění.....	74
Tabulka 21 Testování vlivu hustoty dopraven na výši zpoždění	74
Tabulka 22 Testování vlivu provozované řady na výši zpoždění.....	74
Tabulka 23 Testování vlivu konání výluky na výši zpoždění.....	75
Tabulka 24 Testování vlivu průměrné rychlosti na výši zpoždění	75

8.3 Seznam grafů

Graf 1 Počet vlakových spojů podle linky	50
Graf 2 Disponibilita dat o zpoždění	51
Graf 3 Počet analyzovaných vlakových spojů podle linky	52
Graf 4 Vlaky provozované na elektrifikovaných tratích	52
Graf 5 Vlaky provozované na dvoukolejných tratích	53
Graf 6 Vlakové spoje dle dopravce	53
Graf 7 Vlakové spoje dle kategorie	54
Graf 8 Počet vlaků rozdělených dle linky a dopravce	55
Graf 9 Počet zpožděných vlaků	55
Graf 10 Počet zpožděných vlaků při konání výluky	56
Graf 11 Počty zpožděných vlaků dle linky, dopravce a kategorie	56
Graf 12 Počet zpožděných vlaků dle dopravce	57
Graf 13 Počet spojů a součet hodnoty zpoždění dle dopravce a linky	57
Graf 14 Průměrná výše prodloužení jízdních dob vlakových spojů dle dopravce a linky ..	58
Graf 15 Počet zpožděných spojů a výše součtu prodloužení jízdních dob při zpoždění	59
Graf 16 Průměrná výše prodloužení jízdních dob u zpožděných vlaků dle dopravce a linky	59
Graf 17 Zpoždění vlaků dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. za všechny spoje	60
Graf 18 Zpoždění vlaků dopravce České dráhy a.s. za všechny spoje	60
Graf 19 Zpoždění vlaků dopravce Die Länderbahn CZ s.r.o. za všechny spoje	61
Graf 20 Linka R21 zpoždění dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.	62
Graf 21 Linka R21 zpoždění dopravce České dráhy a.s.	62
Graf 22 Linka R22 zpoždění dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.	63
Graf 23 Linka R22 zpoždění dopravce Die Landerbahn CZ s.r.o.	63
Graf 24 Linka R24 zpoždění dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.	64
Graf 25 Linka R24 zpoždění dopravce České dráhy a.s.	64
Graf 26 Linka R26 zpoždění dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.	65
Graf 27 Linka R26 zpoždění dopravce České dráhy a.s.	65
Graf 28 Linka P1 zpoždění dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.	66
Graf 29 Linka P1 zpoždění dopravce České dráhy a.s.	66
Graf 30 Primární příčiny zpoždění	67
Graf 31 Sekundární příčiny zpoždění	68

Graf 32 Terciární příčiny zpoždění	68
Graf 33 Důvody zpoždění dle hlavní kategorie	69
Graf 34 Důvody zpoždění dle viníka	70

8.4 Seznam použitých zkratk

AG – Aktiengesellschaft (Nj. akciová společnost)

AS – Akciová společnost

BPJ – Bezpečnostní pomalá jízda

BR – Baureihe (Nj. modelová řada)

ČD – České dráhy a.s.

ČR – Česká republika

ČSD – Československé státní dráhy

DLB – Die Länderbahn GmbH

ECM – Entity in charge of maintenance (Aj. subjekt odpovědný za údržbu vozidel)

EDD – Elektronická evidence dokumentů

EJ – Elektrická jednotka

ETCS – European Train Control System

EU – Evropská unie

GSM-R – Global System for Mobile Communications – Railway

GVD – Grafikon vlakové dopravy

HBF – Hauptbahnhof (Nj. hlavní nádraží)

HLN – Hlavní nádraží

IDOS – Informační dopravní systém

IHL – Indikace horkoběžnosti ložisek

IHO – Indikace horkoběžnosti obručí

IPA – Interpretive Phenomenological Analysis
IPK – Indikace plochých kol
ISORŘ – Informační systém operativního řízení
IT – Informační technologie
IZS – Integrovaný záchranný systém
JŘ – Jízdní řád
KADR –
MDČR – Ministerstvo dopravy České republiky
MJ – Motorová jednotka
MU – Mimořádná událost
MZ – Mimořádná zásilka
NAD – Náhradní autobusová doprava
ND – Náhradní doprava
PČR – Policie České republiky
PZZ – Přejezdové zabezpečovací zařízení
SJŘ – Sešitový jízdní řád
SRN – Spolková republika Německo
SZZ – Staniční zabezpečovací zařízení
SŽ – Správa železnic s.o.
TV – Trolejové vedení
ZZ – Zabezpečovací zařízení
ŽST – Železniční stanice

9 Přílohy

Příloha č. 1: **Kódy narušení jízdního řádu**

Kódy narušení jízdního řádu při zdůvodnění zpoždění vlaku z předpisu SŽ D7/MP1

Správa železnic upravuje kódy narušení JŘ metodickým pokynem SŽ D7/MP1 *Metodický pokyn náměstka generálního ředitele pro řízení provozu k použití kódů narušení jízdního řádu při zdůvodnění zpoždění vlaku*. Následují tabulky s popisem kódů narušení jízdního řádu se zařazením podle jejich odpovědností, jež jsou vytvořeny ad-hoc dle subjektu nesoucí odpovědnost za vznik zpoždění.

Tabulka 1 Kódy narušení: narušení jízdního řádu provozovatelem dráhy

Sestava jízdního řádu a provozní důvody	
D0	Sestava jízdního řádu <ul style="list-style-type: none">- Chybná konstrukce jízdního řádu- Omezení parametrů dráhy zpraveno vlaku rozkazem V mimo zpravovací stanici nebo ve zpravovací stanici, ve které není v jízdním řádu zpracován pobyt- Příliš krátký pobyt v dopravně D3, ve které platí ohlašovací povinnost- Jízdní řád vydaný se zpožděním
D1	Sestava vlaku provozovatelem dráhy <ul style="list-style-type: none">- Sestavení vlaku opožděn zaměstnanci SŽ
D2	Závady v provozních procesech <ul style="list-style-type: none">- Neodůvodněné zpoždění, jenž je po 24h doplněno aplikací
D3	Pořadí vlaků z důvodu chybného řízení provozu <ul style="list-style-type: none">- Nedodržené následné mezidobí- Nesprávné pořadí vlaku na trati (dle stupně přednosti kategorie)
D4	Zpoždění zaviněné zaměstnanci provozu <ul style="list-style-type: none">- Nesprávně sepsaný rozkaz jízdy vlaku- Opožděný nástup na směnu- Chybná nebo opožděná obsluha zabezpečovacího zařízení- Nesprávná organizace práce- Opožděné ukončení výlukové činnosti zaviněné zaměstnanci řídicí provoz- Čekací doba delší než stanovena bez souhlasu ze strany dopravce- Zdravotní indispozice- Vlak odjetý na jinou trať
D9	Dispozice provozovatele dráhy, dispečera řízení provozu <ul style="list-style-type: none">- Pořadí vlaků stanoveno provozním dispečerem- Není-li známý důvod zákazu, tak se uvádí zakázková dispozice- Zaznamenají se další informace jako rozhodnutí provozního dispečera
Zařízení infrastruktury	
Z1	Vliv staničních zabezpečovacích zařízení <ul style="list-style-type: none">- Zahrnuje též údržbu

	<ul style="list-style-type: none"> - Zahrnuje též zpravení rozkazem - Chybná činnost indikátorů, jež diagnostikují závady jedoucích železničních vozidel nebo ohřevu výměn - Odklon nebo objíždná trasa z důvodu poruch - Pokud se jedná o výpadek napájení SZZ nebo ohřevu výměn tak je to klasifikováno kódem Z5 - Pokud se jedná o poruchu z důvodu krádeže nebo násilného poškození, tak se klasifikuje kódem O6
Z2	Vliv traťových zabezpečovacích zařízení <ul style="list-style-type: none"> - Zahrnuje též údržbu - Zahrnuje též zpravení rozkazem - Zahrnuje též radioblok, ETCS a traťovou část VZ - Odklon nebo objíždná trasa z důvodu poruch - Pokud se jedná o výpadek napájení traťového ZZ tak je to klasifikováno kódem Z5 - Pokud se jedná o poruchu z důvodu krádeže nebo násilného poškození, tak se klasifikuje kódem O6
Z3	Vliv přejezdových zabezpečovacích zařízení <ul style="list-style-type: none"> - Zahrnuje též údržbu - Zahrnuje též zpravení rozkazem - Pokud se jedná o výpadek napájení PZZ tak je to klasifikováno kódem Z5 - Pokud se jedná o poruchu z důvodu krádeže nebo násilného poškození, tak se klasifikuje kódem O6
Z4	Vliv sdělovacích zařízení <ul style="list-style-type: none"> - Zahrnuje výpadky telefonů, informačních systému (KADR, ISOŘ, EDD), komunikačního systému GSM-R, vysílaček, datových sítí, rozhlasu, informačních tabulí atd. - Zahrnuje též údržbu - Pokud se jedná o výpadek napájení SZ, tak se provede klasifikace pod kódem Z5 - Pokud se jedná o poruchu z důvodu krádeže nebo násilného poškození, tak se klasifikuje kódem O6
Z5	Vliv trakčního vedení a zásobování elektrickou energií <ul style="list-style-type: none"> - V případě výpadku TV, ZZ a SZ, osvětlení nebo ohřevu výměn - Poškození TV, které není způsobeno vlivem MU - Pokud se jedná o poruchu z důvodu krádeže nebo násilného poškození, tak se klasifikuje kódem O6
Z6	Závady na železničním svršku <ul style="list-style-type: none"> - Jedná se o lomy kolejnic nebo vybočení kolejí, jež nejsou klasifikovány jako MU - Pokud se jedná o poruchu z důvodu krádeže nebo násilného poškození, tak se klasifikuje kódem O6
Z7	Závady staveb železničního spodku <ul style="list-style-type: none"> - Jedná se o tunely, mostní konstrukce, propustky, opěrné zdi atd. - Pokud se jedná o poruchu z důvodu krádeže nebo násilného poškození tak se klasifikuje kódem O6
Z8	Zpoždění zaviněné zaměstnanci infrastruktury <ul style="list-style-type: none"> - Nesprávné umístění výlukové návěsti - Vždy nutno zaznamenat doplňující informace

Z9	Ostatní závady infrastruktury - Vždy nutno zaznamenat doplňující informace
Výluky, stavební důvody	
S1	Vliv plánovaných výluk - Výluky se mohou týkat kolejí, napětí, zabezpečovacích zařízení a mohou být objednané cizím právním subjektem - Zavedení bezpečnostní pomalé jízdy, v případě zavedení BPJ z důvodu následků MU tak se klasifikuje kódem O1, v případě zavedení BPJ z důvodu zásahu IZS tak se klasifikuje kódem O6 - V případě jízdy po nesprávné (zpravidla proti správnému směru) koleji - Zavedení náhradní dopravy (zpravidla autobusové), jízdy odklonem, objízdné trasy nebo zakázkové dispozice
S2	Vliv nepředpokládaných výluk, pozdě zahájených a ukončených výluk - Výluky se mohou týkat kolejí, napětí, zabezpečovacích zařízení a mohou být objednané cizím právním subjektem - Zavedení bezpečnostní pomalé jízdy, v případě zavedení BPJ z důvodu následků MU tak se klasifikuje kódem O1, v případě zavedení BPJ z důvodu zásahu IZS tak se klasifikuje kódem O6 - V případě jízdy po nesprávné (zpravidla proti správnému směru) koleji - Zavedení náhradní dopravy (zpravidla autobusové), jízdy odklonem, objízdné trasy nebo zakázkové dispozice - Pokud se jedná o opravu či údržbu poruchy vzniklé z důvodu krádeže nebo násilného poškození, tak se klasifikuje kódem O6
S3	Omezení rychlosti z důvodu stavu koleje - Zavedení pomalé jízdy, jež může být zavedena také z povětrnostních důvodů, jedná se o tzv. teplotní pomalé jízdy - Využívá se také ke zdůvodnění zpoždění vzniklých změnou pomalé jízdy na traťovou v průběhu platnosti GVD - Pokud se jedná o stav vzniklý z důvodu krádeže nebo násilného poškození, tak se klasifikuje kódem O6
S8	Zpoždění způsobené zaměstnanci infrastruktury SŽ a zhotovitele stavebních prací - Vždy nutno zaznamenat doplňující informace
S9	Ostatní závady ve výlukové činnosti - Vždy nutno zaznamenat doplňující informace

Zdroj: vlastní vypracování (SŽ, 2021b)

Tabulka 2 Kódy narušení: narušení jízdního řádu dopravcem

Přepavní a komerční důvody	
K1	Pozdní doručení přepravních dokladů - Týká se také opožděného zadání dat do informačních systému způsobené dopravcem
K2	Nakládka, vykládka - Týká se také poštovních zásilek, jízdních kol, doplňování zboží do jídelních a lůžkových vozů, aut přepravených autovozy
K3	Prodloužení plánovaného pobytu, zvýšená frekvence cestujících - Týká se také přepravy osob se sníženou schopností pohybu a orientace a zavírání dveří, pokud se jedná o zavírání vlivem závady na voze, tak se klasifikuje kódem V2

K4	Úprava nákladu, zpoždění způsobené přepravovanou zásilkou - Může se například také jednat o pád substrátu či způsobení zpoždění vlaku z důvodu specifických charakteristik přepravované zásilky z důvodu její povahy (např. zákaz setkání)
K5	Dispozice dopravce - Zastavení pro nástup a výstup cestujících, jenž je mimořádné, odsouhlasení překročení standardní čekací doby, než-li je stanoveno dopravcem, zavedení náhradní dopravy, která není z důvodu výluky, MU, stav zařízení infrastruktury, zásahu PČR a IZS, nepříznivých povětrnostních podmínek atd. - Pro případ přivěšování nebo odvěšování vozidel se zadává kód V1
K6	Zpoždění zaviněné obsluhou vlaku a komerčními zaměstnanci dopravce - V případě opožděného nástupu vlakové čety, posunové čety nebo jiného odborně způsobilého zaměstnance dopravce na směnu. Netýká se lokomotivní čety - Pro případ zpoždění zaviněného lokomotivní četou se zadává kód V5 - Pro případ zpoždění vzniklého střídáním vlakové obsluhy na ose v nácestné stanici se zadává kód V1
K9	Ostatní přepravní závady - Vždy nutno zaznamenat doplňující informace
Vozidla a sestava vlaku	
V0	Použití jiné řady železničního vozidla, nedodržení řazení podle jízdního řádu - Prodloužení doby jízdy vlaku z důvodu zařazení železničního kolejového vozidla, jež má rychlost nižší, než je stanovená rychlost vlaku
V1	Sestava vlaku dopravcem - Střídání vlakové obsluhy nebo doprovodu - Provedení přivěšení, odvěšení nebo mimořádného přepřahu železničního vozidla
V2	Technické závady osobních vozů - Zadává se pouze v případě závady osobního vozu, u ostatních vlaků ovlivněných touto závadou se zadává kód O8, bez rozlišení o jakého železničního dopravce se jedná - Provedení zavírání dveří z důvodu závady na voze - Zadává se vždy také v případě, kdy indikátor diagnostiky zaznamená závadu jedoucího železničního vozidla. Jedná se o zařízení IHL (indikátor horkoběžnosti ložisek), IHO (indikátor horkých brzd a obručí) a IPK (indikátor plochých kol)
V3	Technické závady nákladních vozů - Zadává se pouze v případě závady nákladního vozu, u ostatních vlaků ovlivněných touto závadou se zadává kód O8, bez rozlišení o jakého železničního dopravce se jedná - Zadává se vždy také v případě, kdy indikátor diagnostiky zaznamená závadu jedoucího železničního vozidla. Jedná se o zařízení IHL (indikátor horkoběžnosti ložisek), IHO (indikátor horkých brzd a obručí) a IPK (indikátor plochých kol)
V4	Technické závady hnacích vozidel - Zadává se pouze v případě závady hnacího vozidla (do této kategorie spadá také řídicí vůz), u ostatních vlaků ovlivněných touto závadou se zadává kód

	<p>O8, bez rozlišení o jakého železničního dopravce se jedná. V případě závady na ucelené vlakové jednotce (MJ či EJ) udává se pouze tento kód</p> <ul style="list-style-type: none"> - Závada se může také týkat mobilní části vlakového zabezpečovače
V5	<p>Zpoždění zaviněné lokomotivní četou</p> <ul style="list-style-type: none"> - V případě opožděného nástupu lokomotivní čety na směnu, netýká se ostatních odborně způsobilých zaměstnanců dopravce - Pro případ zpoždění zaviněného vlakovou četou, posunovou četou nebo jiným odborně způsobilým zaměstnancem dopravce se zadává kód V1 - Pro případ zpoždění vzniklého střídáním lokomotivní čety na ose v nácestné stanici se zadává kód V1
V9	<p>Ostatní závady vozidel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nutnost doplnit chybějící nebo neúplnou koncovou návštěvku vlaku z technických důvodů - Vždy nutno zaznamenat doplňující informace

Zdroj: vlastní vypracování (SŽ, 2021b)

Tabulka 3 Kódy narušení: narušení jízdního řádu ostatními a sekundárními důvody

O0	<p>Ihned nerozlišitelné důvody narušení (ostatní blíže nespecifikované události)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vždy nutno zaznamenat doplňující informace
O1	<p>Vliv mimořádných událostí</p> <ul style="list-style-type: none"> - Týká se též zpoždění vzniklého zavedením bezpečnostní pomalé jízdy v místě vzniku MU - Týká se též zpoždění vzniklého zavedením náhradní dopravy, jízdy odklonem, objízdou trasou nebo zakázkovou dispozicí následkem vzniklé MU
O2	<p>Povětrnostní vlivy</p> <ul style="list-style-type: none"> - Týká se závad na zařízeních infrastruktury způsobených zhoršenými povětrnostními podmínkami (jedná se o námrazu na trolejovém vedení, stržené trolejové vedení pádem stromu, sníh nebo led ve výhybce, který neumožňuje její přestavení) - Pád stromů na trať (pokud není klasifikováno jako MU, v tomto případě se zadává kód O1) - V případě špatných adhezních podmínek, spadaného listí na kolejnice nebo vzniklého prokluzu - V případě že dojde k omezení provozu z důvodu zhoršené povětrnostní situace (např. vítr, povodeň nebo sesuv) - Týká se též zpoždění vzniklého zavedením náhradní dopravy, jízdy odklonem, objízdou trasou nebo zakázkovou dispozicí vzniklých následkem zhoršených povětrnostních vlivů - V případě střetu s hospodářskými nebo volně žijícími zvířaty nebo jinými přírodními jevy - V případě nařízené bezpečnostní pomalé jízdy z povětrnostních důvodů (u tzv. teplotních pomalých jízd se klasifikuje kódem S3) - Vznikne-li lom kolejnice a následné vybočení koleje, klasifikuje se kódem O1, pokud se jedná o následky MU nebo se klasifikuje kódem Z6, pokud se nejedná o MU
O3	<p>Čekání na přípoj v rámci čekacích dob</p> <ul style="list-style-type: none"> - Týká se též čekacích dob, u nichž došlo k jejich úpravě vydaným výlukovým rozkazem

	<ul style="list-style-type: none"> - Týká se též vzniku přechodu přímých vozů, který je pravidelný. Pokud se jedná o mimořádný přechod přímých vozů, tak se klasifikuje kódem V1
O4	<p>Opatření státních orgánů</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jedná se o události jako jsou celní nebo pasová kontroly, pravidelné změny času, opatření veterinárního charakteru, fytoprohlídky, zrušení zastávek, jež jsou na znamení atd.
O5	<p>Zpoždění z jiných příčin na síti sousedního provozovatele</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jedná se o zpoždění, jenž vzniklo na sousední infrastruktuře (na území sousedního státu) a vstoupilo do sítě SŽ - Týká se též zakázkové dispozice ze strany sousedního provozovatele dráhy
O6	<p>Zásah policie, IZS</p> <ul style="list-style-type: none"> - V případě že se jedná o následky MU, tak se klasifikuje kódem O1 - Týká se též nastražení výbušného systému - V případě krádeže nebo úmyslného poškození zařízení dopravce nebo vlastníka infrastruktury - Týká se též silničních nehod, při kterých nedošlo k přímé účasti železnice, ale měly vliv na železniční provoz - Týká se též zpoždění vzniklého zavedením náhradní dopravy, jízdy odklonem, objízdnou trasou nebo zakázkovou dispozicí vzniklých následkem zásahu Policie ČR nebo IZS - V případě nařízené bezpečnostní pomalé jízdy, jiného omezení rychlosti na místě zásahu nebo z důvodu provozní výluky z důvodu zásahu - Používá se také v případě, kdy dojde k vyloučení cestujícího z přepravy, zda k vyloučení došlo za asistence Policie ČR nebo ne nemá vliv na použití kódu
O7	<p>Stávka</p> <ul style="list-style-type: none"> - stávka může být zaměstnanců Správy železnic - stávka se může též týkat zaměstnanců dopravce - stávka zaměstnanců jednoho dopravce může mít také vliv na provoz vlaků jiného dopravce
O8	<p>Pořadí vlaků (křižování, sled, předjíždění, provozní intervaly, následná mezidobí)</p> <ul style="list-style-type: none"> - pořadí vlaků na trati je určeno předpisy Správy železnic a vydanou metodikou - zpoždění může vzniknout z důvodu zakázaného setkání vlaku s jiným vlakem převážejícím MZ (mimořádnou zásilku), nařízení je stanoveno Předpisem SŽ D31 Mimořádné zásilky - týká se též zpoždění vzniklému provozovanému vlaku, které vzniklo z důvodu technické závady železničního kolejového vozidla provozován na jiném vlaku (např. z důvodu čekání na uvolnění trati porouchaným vlakem nebo opožděného křižování v dopravně) - pro poslední případ je vždy nutné doplnit také číslo vlaku, ze kterého došlo k přenosu zpoždění z důvodu technické závady
O9	<p>Obrat soupravy, hnacího vozidla, doprovodu vlaku</p> <ul style="list-style-type: none"> - může být doplněno maximálně ve výši zpoždění vlaku původního, pokud by zpoždění bylo vyšší, je nutné přiřadit k narušení jízdního řádu doplňující důvod - je vždy nutné doplnit číslo původního vlaku, který zapříčinil přenos zpoždění na následný narušený vlak

X1	Zpoždění následujícím provozovatelem dráhy -
X2	Zpoždění předchozím provozovatelem dráhy -
X3	Zpoždění způsobené přebírajícím dopravcem -
X4	Zpoždění způsobené předchozím dopravcem -

Zdroj: vlastní vypracování (SŽ, 2021b)

Dle SŽ (2021b) je možné uvést nějaký případ konkretizující určování kódu narušení jízdního řádu dle příčiny jeho vzniku. Prvním příkladem bude zpoždění zaviněné neuvolněním námezníku (jedná se o nepřenosné a neměnné návěstidlo, který je tvořen bílým vodorovným trámecem se dvěma černými pruhy před bílým šikmým ukončením a označuje návěst Hranice koleje. U kolejí, jež se sbíhají nebo kříží, upozorňuje na hranici, přes kterou nesmí přesahovat železniční vozidlo, aby nedošlo ke kolizi s vozidly jedoucích po sousední koleji). Pokud k neuvolnění dojde vinou vlakové čety, tak se klasifikuje jako V5 u vlastního vlaku a jako O8 pro vlak, jenž je ovlivněn vlastním. Jedná-li se o závadu na straně zaměstnanců provozu SŽ, tak se kóduje jako D4, naopak pokud je to vinou dopravce, který špatně uvedl rozbor vlaku, tak závada spadá pod K9.

Dalším příkladem může být použití záchranné brzdy na vlaku, které se většinou klasifikuje jako K9, pokud jsou příčiny nezjištěné nebo došlo k jejímu zneužití. V ostatních případech se narušení identifikuje podle kódu příčiny, například zdravotní indispozice cestujícího by spadla pod 06 jako zásah IZS, naopak nepravděpodobný případ požáru z důvodu technické závady by byl klasifikovaný jako MU a spadal by pod kódem 01, pokud by se jednalo o spadnutí záchranné brzdy vlivem závady, tak by se naopak použil kód V2 nebo V4.