

Vysoká škola logistiky o.p.s.

Spolehlivost osobní železniční dopravy

(Diplomová práce)



**Vysoká škola
logistiky**
o.p.s.

Zadání diplomové práce

student	Bc. Marek Bradáč
studijní program	Logistika
obor	Logistika

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Spolehlivost osobní železniční dopravy**

Cíl práce:

Stanovit T-spolehlivost vybraných železničních dopravců v osobní dopravě.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

- Úvod
- 1. Spolehlivost v dopravě
- 2. Metody pro analýzu spolehlivosti
- 3. Sběr a analýza dat
- 4. Vyhodnocení spolehlivosti železničních dopravců
- Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

ČERNÁ, Anna a Jan ČERNÝ. Manažerské rozhodování o dopravních systémech. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-849-7.

FAMFULÍK, Jan. Spolehlivost pozemní dopravy. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2017. ISBN 978-80-248-3266-1.

HOLUB, Rudolf a Zdeněk VINTR. Spolehlivost letadlové techniky. Brno: Vysoké učení technické, 2001.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Alexander Čapka, Ph.D.

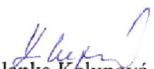
Datum zadání diplomové práce:

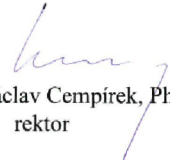
30. 10. 2020

Datum odevzdání diplomové práce:

13. 5. 2021

Přerov 30. 10. 2020


Ing. Blánka Kálupová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
rektor

Čestné prohlášení

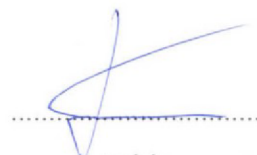
Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat před tím o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s. prorektora pro vzdělávání.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

Přerov 13. 5. 2021



podpis

Poděkování

Touto formou bych rád poděkoval mému vedoucímu práce panu Dr. Čapkovi a to především za pohotové rady, které jsem obdržel během této nelehké doby, kdy jsem pracoval na diplomové práci.

Anotace

Diplomová práce se zabývá spolehlivostí osobní železniční dopravy u vybraných železničních dopravců. Cílem práce je shromáždění dat za určité období o zpoždění vybraných železničních dopravců, tyto data upravit a vypočítat matematickou statistikou. Následně jednotlivé vypočítané údaje dopravců porovnat mezi sebou a stanovit výsledek, který dopravce statisticky vykazuje nejmenší zpoždění.

Klíčová slova

spolehlivost, dopravní systémy, železniční dopravní systémy, zpoždění

Annotation

The diploma thesis shall focus on the passenger rail transport reliability for selected rail carriers. The aim of the work is to collect data recording delays of the trains for a certain period of time, to modify these data and to calculate mathematical statistics. Subsequently, to compare the individual calculated data for the carriers and to state the result which carrier statistically shows the minimum delay.

Keywords

dependability, transport systems, railway transport systems, delay

Obsah

Úvod.....	9
1 Spolehlivost	11
1.1 Standardizace ve spolehlivosti	13
1.2 Objekt.....	13
1.2.1 Vlastnosti objektu	14
1.3 Spolehlivost a jakost služby	15
1.3.1 Spolehlivost v dopravě.....	16
1.4 Matematické nástroje ve spolehlivosti.....	17
1.4.1 Statistický soubor a náhodný výběr	18
1.4.2 Pravděpodobnost.....	18
1.4.3 Distribuční funkce.....	18
1.4.4 Náhodná a diskrétní proměnná	18
1.4.5 Hustota pravděpodobnosti	19
1.4.6 Pravděpodobnost funkce.....	20
1.4.7 Rozdělení náhodné veličiny	21
1.5 Pravděpodobnostní pojetí ukazatelů spolehlivosti	23
1.5.1 Střední hodnota (aritmetický průměr).....	24
1.5.2 Medián	24
1.5.3 Směrodatná odchylka.....	25
1.5.4 Variační koeficient.....	25
1.5.5 Odlehlá hodnota	25
1.6 Statistika v prostředí Microsoft Excel.....	26
1.7 Histogram a Box-plot graf	27
1.7.1 Box-plot graf.....	29
2 Obecné metody analýz.....	31
2.1 Analýza FMEA a FMECA	32
2.1.1 Postup provádění analýzy FMEA a FMECA	32

2.2 Analýza ETA	33
2.3 Analýza FTA.....	36
2.3.1 Přípravná část.....	37
2.3.2 Kvalitativní analýza stromu poruchových stavů.....	37
2.4 Markovova analýza.....	37
2.5 Použitá metoda analýzy T-spolehlivosti	38
3 Sběr a analýza dat	41
4 Vyhodnocení spolehlivosti železničních dopravců.....	47
4.1 České dráhy a.s.	50
4.2 Leo Express Tenders s.r.o.	52
4.3 Statistické porovnání všech dopravců.....	55
4.3.1 Kontrola určení odlehlých hodnot	59
4.4 Porovnání dat osobních a spěšných vlaků s daty rychlíků.....	61
4.5 Srovnání spolehlivosti s rokem 2019.....	64
4.5.1 Srovnání spolehlivosti ARRIVA vlaky s.r.o. s rokem 2019 za dané období	65
4.5.2 Srovnání spolehlivosti České dráhy a.s. s rokem 2019 za dané období	66
4.5.3 Srovnání spolehlivosti Leo Express Tenders s.r.o. s rokem 2019 za dané období	67
Závěr	69
Seznam zdrojů.....	71
Seznam grafických objektů.....	73

Úvod

Téma mé diplomové práce jsem zvolil spolehlivost osobní železniční dopravy. Téma je zajímavé především z důvodu možnosti porovnávání zpoždění vybraných železničních dopravců a následného vyhodnocení jejich spolehlivosti. Díky porovnání si lze udělat určitý obraz o spolehlivosti dopravců. Postupem času jsem také zjistil, že jde o velice neotřelý námět a svým způsobem vytvářím originální diplomovou práci.

Cílem práce je stanovení T-spolehlivosti vybraných železničních dopravců. K tomuto cíli je zapotřebí mnoho úkonů, které na sebe bezprostředně navazují. Jako úplně základní úkon, který je potřebný ke všem kvalitním pracím je sběr dat a jejich následné zpracování na požadovanou úroveň. Tato naměřená data se zpracují pomocí popisných charakteristik statistických souborů ke všem dopravcům zvlášť. Díky výsledkům různorodosti dat od jednotlivých dopravců, lze porovnávat výsledky mezi sebou a určit T-spolehlivost u vybraných železničních dopravců. Pro lepší orientaci s daty a odhalení dalších statistických hodnot jsou v diplomové práci obsaženy i statistické grafy.

V 1. části diplomové práce se obecně věnuji tématu spolehlivost a jejímu matematickému zpracování. Úvod spolehlivosti je věnován určitému historickému vývoji od počátku 2. světové války až po dnešní dny. Je zde také obsaženo téma objektu, který má mnoho vlastností a jednu z nich je i spolehlivost. Poslední část této kapitoly se věnuje matematickému zpracování, které je velmi podstatné pro mou diplomovou práci. Zejména základní a výběrové statistické soubory, které jsem využil při sběru dat a také statistické terminologie jako střední hodnota, medián, variační koeficient atd.

Ve 2. části se věnuji obecným metodám analýz a mou použitou metodou analýzy T-spolehlivosti. Tyto analýzy jsou využívány k získávání, zkoumání a uspořádání informací které jsou významné pro daný systém. V této části jsou popsány analýzy FMEA, FMECA, ETA, FTA a Markovova analýza. Tyto analýzy jsou primárně určené k analýzám bezporuchovosti, udržitelnosti, rizika a bezpečí, avšak nejsou 100% použitelné pro určení T-spolehlivosti. Za tímto účelem jsem stanovil vlastní metodu analýzy, pomocí které jsem určil T-spolehlivost u vybraných železničních dopravců.

3. část s názvem sběr a analýza dat přesně vymezuje dopravce tzn. ARRIVA vlaky s.r.o., České dráhy a.s. a Leo Express tenders s.r.o., u kterých je proveden sběr dat. Sběr

dat je proveden aplikacemi správa železnice, Grapp a vlastního měření na hlavním nádraží v období od 28. 10. 2020 do 18. 1. 2021. Data jsou sbírána výhradně v osobní dopravě a to: u kategorie osobních a spěšných vlaků. Tato data jsou zatříděna do tabulek, které obsahují veškeré podstatné údaje a které jsou zapotřebí k určení T-spolehlivosti. V této části jsou také uvedeny základní popisné statistické charakteristiky, pomocí kterých jsou upravena naměřená data. Dále tato část obsahuje vybrané statistické grafy, které jsou zapotřebí k odhalení hodnot a které nevyplývají ze statistických výpočtů.

Poslední 4 část se věnuje samotnému vyhodnocení. V této části jsou již obsaženy konkrétní výsledky z naměřených dat ke každému měřenému dopravci. Tyto veškeré zpracované výsledky se porovnají a vyhodnotí se T-spolehlivost u vybraných železničních dopravců v osobní dopravě. Na základě vypočítaných údajů je sekundárně provedeno porovnání osobních a spěšných vlaků s expresními vlaky dopravce Leo Express za stejné období a stejnou metodou pro určení T-spolehlivosti. V samotném závěru je provedeno porovnání spolehlivosti osobních a spěšných vlaků naměřených v roce 2019 s obdobím, kdy byl proveden sběr dat pro diplomovou práci.

1 Spolehlivost

Je pojem, který prošel určitým historickým vývojem a díky tomu má v dnešní době mnoho ztvárnění a používá se v mnoha souvislostech. Spolehlivost můžeme chápat jako určitou vlastnost zkoumaných objektů, která je předmětem našeho zájmu a kterou se snažíme ovlivnit pomocí nástrojů, analýz, modelování, prognóz a výpočtů.

Vznik pojmu spolehlivost objektů je datována na počátek 2. světové války, kdy vznikaly nové koncepční zbraně a to zejména v Německu. Jednalo se především o raketový výzkum, který požadoval, aby daná raketa splnila požadovanou funkci. To znamená, aby doletěla k určenému cíli a s vysokou pravděpodobností jej zasáhla. Do této doby, se tradiční postupy vývoje výroby těchto raket, ničím takovým, jako spolehlivost nezabývaly. Proto bylo zapotřebí, aby se projektanti začali systematicky a na vědecké úrovni zabývat spolehlivostí těchto raket. Díky bádání, byly stanoveny první zákony spolehlivé funkce sériových a paralelních systémů a díky tomu i první definice. [1]

[1, s. 5]. „*Spolehlivost jako pravděpodobnost, s jakou bude objekt schopen plnit bez poruchy požadované funkce po stanovenou dobu a v daných provozních podmínkách*“.

Tento model z počátku 40. let minulého století ovšem počítal pouze s modelem bezporuchovosti, což při pozdějším praktické aplikaci této definice na složitější systémy naráželo na určitá omezení. Jednalo se především o nedostatečně vysvětlenou spolehlivost složitých opravovaných systémů, které se mohou v daném okamžiku naházet v různých provozních stavech a tyto stavy s časem náhodně měnit. To znamená, že definice spolehlivosti musela obsahovat i další vlastnosti, činnosti a oblasti působnosti. Na základě těchto důvodů vznikla druhá definice spolehlivosti a ta definovala:

[1, s. 5]. „*Spolehlivost jako obecnou schopnost výrobku plnit požadované funkce po stanovenou dobu a v daných podmínkách, která se vyjadřuje dílčími vlastnostmi, jako jsou bezporuchovost, životnost, opravitelnost, pohotovost apod*“.

V této definici už se hovoří obecně o objektu a jeho schopnosti plnění požadované funkce a jsou v ní obsaženy také další vlastnosti a ne pouze bezporuchovost jako v případě první definice. Spolehlivost je tedy definována jako obecná vlastnost, která

obsahuje své další dílčí sub vlastnosti, pro které také byly definovány konkrétní číselné ukazatele.

V dnešní době existuje platná terminologická norma (ČSN IEC 50 191) a ta je definována jako:

[1, s. 6]. „*Spolehlivost je souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které je ovlivňují: bezporuchovost, udržovatelnost a zajištění údržby*“.

Tato definice reaguje na skutečnost, že schopnost objektu plnit požadované funkce není zpravidla determinována jen vlastnostmi samotného objektu, ale významně tuto schopnost ovlivňují i vnější činitelé a to, například míra zajištění požadované údržby.

U této definice spolehlivosti je stále používán obecný popis a nelze ji kvantifikovat a souhrnně vyjádřit žádnými číselným ukazatelem. Lze ovšem kvantifikovat její jednotlivé dílčí činitele (pohotovost, bezporuchovost a udržovatelnost) pomocí konkrétních ukazatelů.

Pojem spolehlivost se často používá s určitými přívlastky, které nejsou obsaženy v platných terminologických normách. Pro technickou praxi jsou zejména důležité:

1. inherentní spolehlivost, tato spolehlivost je vložena do objektu v průběhu jeho návrhu a výroby. Nezahrnuje ovšem zhoršující se vlivy provozních podmínek, podmínek prostředí, způsobu údržby, lidského faktoru, atd.,
2. provozní spolehlivost, jedná se o spolehlivost s uvážením vlivů provozních a jiných podmínek,
3. odhadovaná spolehlivost, je spolehlivost, která využívá výsledku výpočtů analýz a prognóz spolehlivosti projektovaného objektu. Jedná se tedy o výsledek použitých metod odhadů, vstupních informací o spolehlivosti prvků, použitého výpočtového modelu spolehlivosti systému atd.

[1, s. 6]. „*V nejširším významu je spolehlivost vnímána také jako věda o správné nebo nesprávné funkci objektu. Zkoumá tedy podmínky pro správnou (požadovanou) funkci nebo podmínky vzniku nesprávné funkce, možnostmi jejich ovlivňování, predikace, ověřování a měření. Dále se věda o spolehlivosti zaměřuje na zkoumání příčin a důsledků nesprávné funkce*“.

1.1 Standardizace ve spolehlivosti

Nejdůležitější roli při standardizaci ve spolehlivosti hraje Mezinárodní elektrotechnická komise IEC (International Electrotechnical Commission). Cíl této organizace je podpora mezinárodní spolupráce, která se týká normalizace elektrotechniky, elektroniky. Za tímto účelem IEC vydává také potřebné normy. Během své letité činnosti IEC vypracovala mnoho norem, které udržuje. Tyto normy pokrývají většinu problémů spojených se zabezpečováním spolehlivosti výrobků.

Jsou zde také podrobně rozpracovány metody analýz spolehlivosti:

1. postup analýzy způsobů a důsledků poruch,
2. analýza stromu poruchových jevů,
3. metoda blokového diagramu,
4. použití Markovových metod.

1.2 Objekt

Objekt je definován jako:

[1, s. 14]. „*Jakákoliv část, součást, zařízení, část systému, funkční jednotka, přístroj nebo systém, s kterým je možné se individuálně zabývat*“.

Objekt se může skládat jak z hardware, software anebo obojího současně a v některých případech, lze do něj vložit i lidský faktor. Jestliže je objekt zmiňován jako výsledek určitých činností nebo procesů, jako jsou návrhové, vývojové a výrobní, tak se nazývá výrobkem. Pojem objekt či výrobek je nahrazován dalšími konkrétnějšími pojmy jako např. vlaky, motor, kolej, atd. Pokud je objekt na dané úrovni nedělitelný, je označován jako prvek.

Ve vztahu k výrobku jsou rozlišovány dva subjekty a to: dodavatel a zákazník. Dodavatelem se rozumí subjekt (právníká či fyzická osoba), která poskytuje výrobek zákazníkovi. Z této definice je patrné, že dodavatel nemusí být totožný se subjektem, který svými činnostmi nebo procesy výrobek vytváří, ale může to být např. obchodní organizace anebo prodejce. [1]

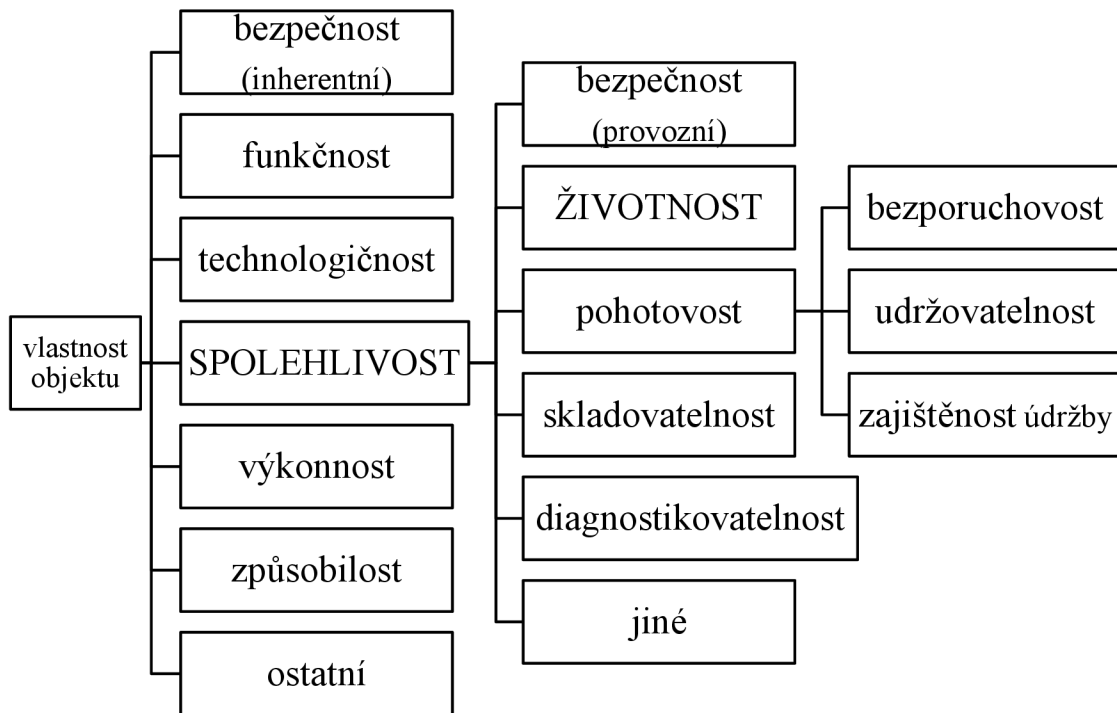
Zákazníkem se rozumí subjekt, který je příjemcem výrobku poskytnutého dodavatelem. Jestliže je zákazník s dodavatelem ve smluvním vztahu, který specifikuje podmínky poskytnutí výrobku, tak je zákazník označován za odběratele.

1.2.1 Vlastnosti objektu

Každý objekt disponuje vlastnostmi, které lze definovat:

1. spolehlivost, [1, s. 16]. „*Souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují: bezporuchovost, udržovatelnost a zajištění služby*“,
2. pohotovost, [1, s. 16]. „*Schopnost objektu být ve stavu schopném plnit požadovanou funkci v daných podmínkách, v daném časovém okamžiku nebo v daném časovém intervalu, za předpokladu že jsou zajištěny požadované vnější prostředky*“. Jedná se o komplexní vlastnost, zahrnující bezporuchovost, udržovatelnost a zajištěnost údržby,
3. bezporuchovost, [1, s. 16]. „*Schopnost objektu plnit požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém pásmu*“. Předpokládá se, že na samém začátku časového intervalu je objekt ve stavu schopném plnit požadované funkce. Pro ukončení plnění požadované funkce nastává jev, který se nazývá porucha,
4. životnost, [1, s. 16]. „*Schopnost objektu plnit požadovanou funkci v daných podmínkách používání a údržby do dosažení mezního stavu*“. O ukončení plnit požadovanou funkci rozhoduje mezní stav. Je to stav, při kterém musí být ukončeno používání objektu z technických, technologických, ekonomických a např. bezpečnostních důvodů. Dosažením mezního stavu se rozumí konec užitečné životnosti objektu. Následně se již neprovádí žádné opravy. Kritéria určující dosažení mezního stavu musí být stanovena technickými podmínkami,
5. udržovatelnost, [1, s. 16]. „*Schopnost objektu v daných podmínkách používání setrvat ve stavu, nebo vrátit se do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci, jestliže se údržba provádí v daných podmínkách a používají se stanovené postupy*“. Jedná se o schopnost objektu být neustále udržován v provozuschopném stavu prováděním preventivních a nápravných údržeb,
6. zajištěnost údržby, [1, s. 17]. „*Schopnost organizace poskytující údržbářské služby zajišťovat podle požadavků v daných podmínkách prostředky potřebné pro údržbu podle dané koncepce údržby*“.

Vlastnosti objektu jsou znázorněny viz Obr. 1.1



Obr. 1.1 Dílčí vlastnosti objektu

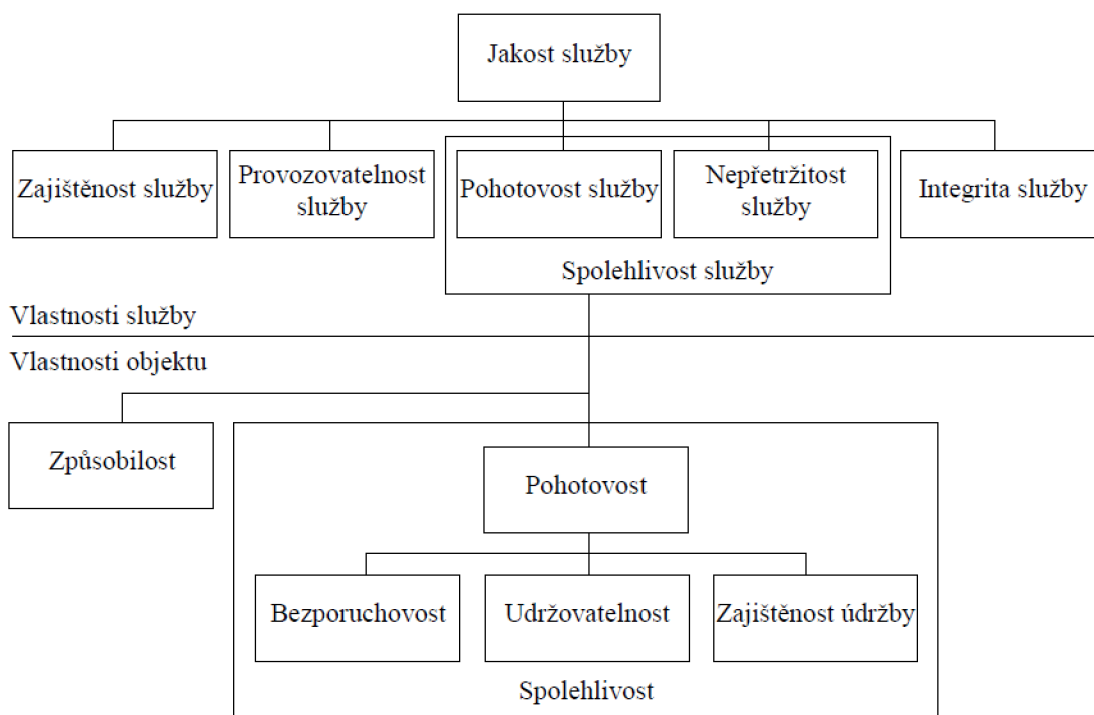
Zdroj: [9]

1.3 Spolehlivost a jakost služby

Spolehlivost je věda o správné anebo nesprávné funkci objektu tzn. že tyto podmínky zkoumá.

[2, s. 3]. „*Jakost služby můžeme podle ČSN 60050-191 definovat jako souhrnnou vlastnost určující stupeň uspokojení uživatele služby. Jakost služby je charakterizována kombinovanými aspekty zajištěnosti služby, provozovatelnosti služby, spolehlivosti služby, integrity služby a ostatních činitelů specifikovaných pro každou službu*“.

Tyto vzájemné vazby mezi dílčími vlastnostmi jsou zobrazeny viz Obr. 1.2.



Obr. 1.2 Koncept jakosti služby

Zdroj: [2]

Tyto vazby lze definovat:

1. zajištěnost služby představuje schopnost organizace poskytnout službu a následně pomáhat při jejím využívání,
2. provozovatelnost služby je posuzována podle dané schopnosti organizace zabezpečit úspěšné a snadné využití služby uživatelem,
3. spolehlivost služby je schopnost poskytnout služby na požádání uživatele a její trvalé zabezpečení po požadovanou dobu ve specifikovaných tolerancích a rozdílných podmínkách,
4. integrita služby představuje schopnost poskytnout již získanou službu bez určitého zhoršení (stálé jakosti),
5. vlastnosti objektu, jejímž prostřednictvím se realizuje poskytnutí služby, přispívá k zabezpečení spolehlivosti služby a její integrity. Jedná se především o způsobilost a spolehlivost.“

1.3.1 Spolehlivost v dopravě

Každý dopravní systém rozlišuje dva typy spolehlivosti, jedná se o:

1. D-Spolehlivost, vyjadřuje pravděpodobnost toho, že přepravní element dosáhne svého cíle nepoškozen. Zejména v systémech osobní dopravy a silničního provozu, se využívá název bezpečnost dopravy,
2. T-spolehlivost, vyjadřuje pravděpodobnost toho, že přepravní element dosáhne svého cíle v domluveném čase, popř. v určitém časovém intervalu (zpožděním).

1.4 Matematické nástroje ve spolehlivosti

Jako první z matematicky používaných nástrojů při analýze spolehlivosti je náhodný jev. U náhodného jevu je potřeba stanovit množinu všech možných výsledků daného pokusu, přičemž možné výsledky musí být specifikovány tak, aby po realizaci pokusu bylo vždy možné jednoznačně určit, který z nich nastal. Možné výsledky pokusu musí tedy být zavedeny tak, aby byly vzájemně neslučitelné (žádné dva z nich nemohly nastat současně). Dále je zapotřebí, aby množina možných výsledků byla úplná (při realizaci pokusu musí právě jeden z nich vždy nastat). Tyto možné výsledky náhodného pokusu potom nazýváme elementární jevy.

Elementární jevy mohou mít v závislosti na povaze náhodného pokusu nejrůznější charakter. Jejich množinu může například tvořit:

1. množina všech celých čísel od 1 do 6 při sledování výsledku hodu hrací kostkou,
2. množina všech nezáporných celých čísel menších nebo rovných n , vyjadřující počet lokomotiv vyřazených v daném okamžiku z provozu z důvodu poruchy, pokud celkový počet sledovaných lokomotiv je roven n ,
3. množina všech nezáporných čísel vyjadřujících dobu života součástky při sledování jejich životnosti apod.“

Úplná množina všech možných výsledků při daném pokusu je nazývána základním prostorem a označuje se Ω . Náhodným jevem dále rozumíme jakýkoliv jev který je podmnožinou Ω .

Náhodným jevem tedy rozumíme jakékoliv tvrzení o výsledku náhodného pokusu, o kterém lze po ukončení pokusu jednoznačně rozhodnout, zda je či není pravdivé. Například můžeme tvrdit, že porucha součástky (jako jev) nastane do určité doby, nebo že v daný okamžik bude z provozu vyřazen menší než daný počet vozidel. Výsledkem tohoto pokusu potom je potvrzení nebo vyvrácení pravdivosti tohoto tvrzení.

1.4.1 Statistický soubor a náhodný výběr

Statistický soubor je souhrn určitých statistických jednotek stejného druhu. Rozsahem souboru, je označováno jako n a rozumí se počet jednotek, které obsahuje.

Statistická jednotka je konkrétní prvek statistického souboru.

Za základní soubor se považuje takový, který obsahuje veškeré statistické jednotky, na které se vztahuje statistické šetření.

Výběrový soubor je část (výběr) ze základního souboru. Jednotky výběrového souboru jsou vybírány ze základního souboru buď náhodně anebo podle daných pravidel.

Náhodný výběr je výběr, u kterého byly měřené hodnoty vybrány zcela nezávisle tak, aby veškeré hodnoty základního souboru měly stejnou možnost být do výběru zahrnuty.

1.4.2 Pravděpodobnost

Jestliže chceme kvantitativně posoudit možnost nastoupení určitého náhodného jevu, můžeme n – krát realizovat příslušný pokus a určit, kolikrát sledovaný jev A nastal v dané sérii pokusů a určit takzvanou relativní četnost náhodného pokusu podle následujícího vztahu:

$$h(A) = \frac{n(A)}{n} \quad [--] \quad (1.1)$$

kde: $n(A)$ je počet výskytů jevů A v n pokusech. [--]

n počet pokusů [--]

1.4.3 Distribuční funkce

Distribuční funkce $F(x)$ představuje nejúplnější popis pravděpodobnostního chování diskrétní nebo spojité náhodné proměnné X . Distribuční funkce $F(x)$ lze definovat jako pravděpodobnost, že náhodná veličina (proměnná X) nabude hodnoty menší (popřípadě rovné) než určitá hodnota x .

1.4.4 Náhodná a diskrétní proměnná

Náhodnou proměnnou můžeme nazývat takovou proměnnou:

1. jejíž každá hodnota je jednoznačně určena výsledkem náhodného pokusu,

2. která může nabývat libovolné hodnoty z definovaného oboru hodnot, vždy však pouze s určitou pravděpodobností, kterou lze vyjádřit jistým zákonem rozdělení pravděpodobnosti (distribuční funkcí, hustotou pravděpodobnosti apod.).“

Každá náhodná proměnná je charakterizována především svou distribuční funkcí. Distribuční funkcí náhodné proměnné X v intervalu $(-\infty, \infty)$ rozumíme funkci $F(x)$ definovanou vztahem:

$$F(x) = P(X \leq x) \quad [--] \quad (1.2)$$

kde: $F(x)$ je distribuční funkce

X náhodná veličina (označuje např. počet vadných výrobků, počet studentů v aule) [--]

x konkrétní hodnota [--]

Diskrétní proměnná obsahuje konečný počet variant, nebo spočetný počet variant. Často se jedná o celá čísla. Diskrétní proměnná se vyznačuje tím, že lze vždy určit další a předchozí varianty.

1.4.5 Hustota pravděpodobnosti

Zákon rozdělení pravděpodobnosti spojitě náhodné proměnné může být také vyjádřen pomocí takzvané hustoty pravděpodobnosti, která nám charakterizuje tzv. rozdělení spojitěho typu. Náhodná proměnná X má rozdělení spojitěho typu, existuje-li nezáporná reálná funkce $f(x)$ taková, že pro všechna reálna x se dá distribuční funkce $F(x)$ vyjádřit ve tvaru:

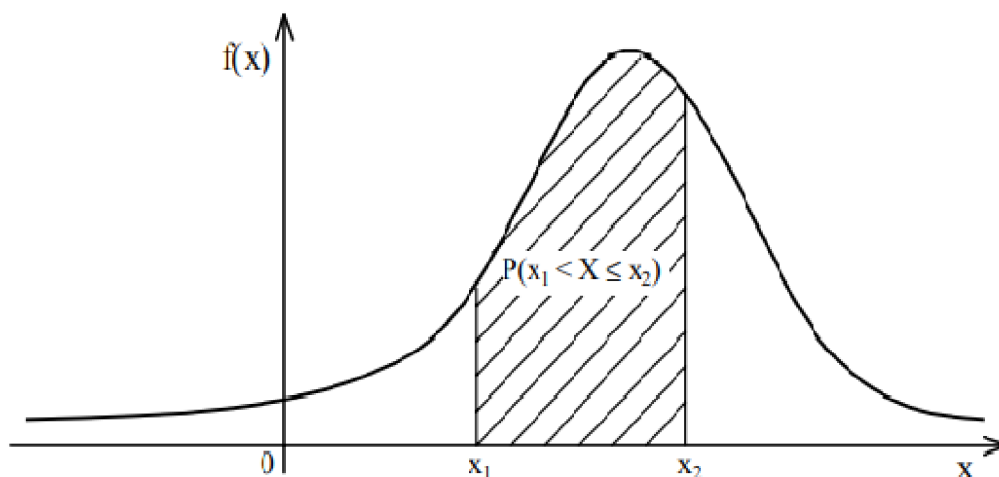
$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(u) \times du \quad [--] \quad (1.3)$$

kde: $F(x)$ distribuční funkce [--]

Kde funkci $f(x)$ nazýváme hustota pravděpodobnosti náhodné proměnné x . Tuto funkci je možno vyjádřit vztahem:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx} \quad [--] \quad (1.4)$$

kde: $f(x)$ hustota pravděpodobnosti náhodné proměnné x [--]



Obr. 1.3 Hustota pravděpodobnosti náhodné proměnné

Zdroj: [1]

[1, s. 47]. „Graf hustoty pravděpodobnosti nám poskytuje dobrou představu o tom, kterých hodnot náhodná proměnná může nabývat častěji (s vyšší pravděpodobností) a kterých méně častěji“.

1.4.6 Pravděpodobnost funkce

Pravděpodobnost funkce $P(x)$ charakterizuje rozdělení diskrétního typu.

Náhodná proměnná X má rozdělení diskrétního typu za předpokladu existuje-li konečná, nebo spočetná množina reálných čísel $\{x_1, x_2, x_3, \dots\}$ Taková, že pro každé x , z této množiny je roven 1:

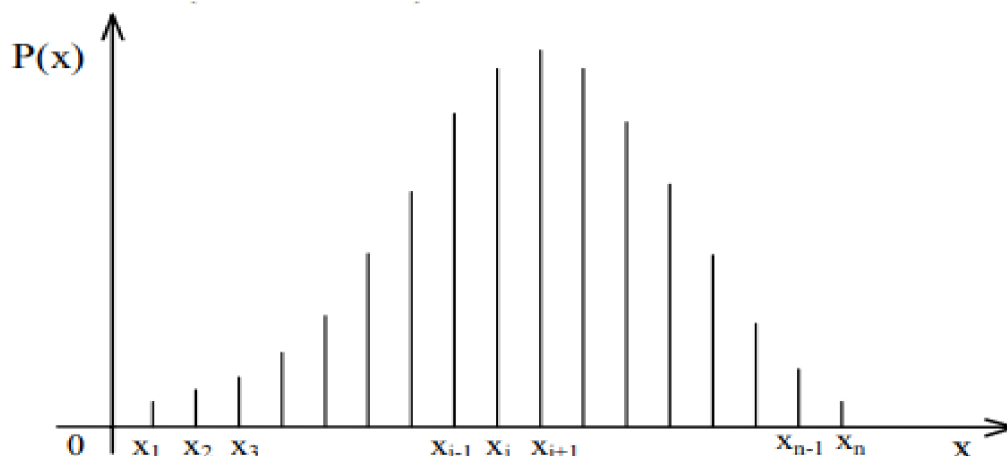
$$\sum_{x_i} P(X = x_i) = 1 \quad [--] \quad (1.5)$$

kde: Ppravděpodobnostní funkce [--]

Xnáhodná proměnná [--]

x_ispočetná množina reálných čísel [--]

Takto je rozdělení zadáno, je-li dána množina $\{x_1, x_2, x_3, \dots\}$ Možných hodnot náhodné proměnné a pravděpodobnosti pro všechny tyto hodnoty. Pravděpodobnost lze zadat vzorcem, tabulkou, grafem či jiným předpisem. Funkci $P(x) = P(X = x)$ nazýváme pravděpodobností funkcí náhodné proměnné X . Tato funkce je znázorněna viz Obr.1.4.



Obr. 1.4 Pravděpodobnost funkce diskrétní náhodné proměnné

Zdroj: [1]

Distribuční funkci diskrétní náhodné proměnné je možno s využitím pravděpodobnosti funkce vyjádřit vztahem:

$$F(x) = \sum_{x_1 < x} P(x_i) \quad [--] \quad (1.6)$$

kde: $F(x)$distribuční funkce [--]

Tato distribuční funkce je nespojitá a má skoky v bodech x_1, x_2, x_3, \dots . A je konstantní v intervalu $(x_i, x_{i+1}) = 1, 2, 3, \dots$. Přitom v bodě x_i je velikost skoku rovna hodnotě $P(x_i)$.

1.4.7 Rozdělení náhodné veličiny

Náhodná veličina představuje všechna data získaná z měření sledovaného statistického znaku v nějakém pozorování. Jako první krok při zpracování a vyhodnocení těchto dat je rozřídění a uspořádání naměřených hodnot do přehledné formy. Tyto formy mohou být zobrazeny pomocí:

1. variačních řad,
2. tabulky četnosti,
3. grafů.

Pojmem variační řada se rozumí označovaná řada všech hodnot (variant) náhodné veličiny, který jsou seřazeny vzestupně anebo sestupně. Při opakování výskytu některých hodnot ve variační řadě se používá pojem četnost varianty (frekvence a počet opakování dané hodnoty).

Přestože náhodná veličina nabývá různých hodnot vlivem náhodných činitelů, tak i přesto výskyt hodnot náhodné veličiny podléhá určitým zákonitostem. Zákonitost výskytu hodnot náhodné veličiny vyplývá z rozdělení hodnot náhodné veličiny.

Rozdělení hodnotné veličiny nám vyjadřuje výskyt (frekvenci a četnost) hodnot náhodné veličiny v závislosti na dané hodnotě náhodné veličiny. To je podstatné pro vytvoření představy, jak jsou různé hodnoty náhodné veličiny na číselné ose měřené veličiny rozmístěny. V opačném případě na základě znalostí rozdělení hodnot náhodné veličiny lze posléze předvídat výskyt určité hodnoty náhodné veličiny.

Samotné rozdělení četností se vyjadřuje rozdílným způsobem u diskrétních a spojitých veličin:

1. diskrétní (nespojité) náhodná veličina je taková, které může nabývat pouze jednotlivých hodnot (celých čísel) z konečného anebo nekonečného intervalu. To znamená, že se může měnit jen po skocích. Např. počet provozuschopných lokomotiv, počet neprovozuschopných lokomotiv, počet neopravitelných lokomotiv atd,
2. spojitá náhodná veličina je taková, která může nabývat všech hodnot z konečného nebo nekonečného intervalu, tzn., že se může měnit bez skoků. Jedná se například o hmotnost lokomotivy, provozní teplota lokomotivy či vlakové soupravy, množství pohonných hmot u dieselových lokomotiv, spotřeba pohonných hmotu u dieselových lokomotiv atd.

Spojité náhodná veličina, jak již bylo zmíněno, může nabývat všech hodnot v rámci určitého reálného intervalu. Pro lepší přehlednost a zjednodušení takové spojitě variační řady, se při grafickém vyjádření rozdělení spojitě náhodné veličiny hodnoty této veličiny rozdělují do tříd.

Třída znázorňuje přesně definovaný projev znaků. Přesně definuje intervaly hodnot náhodné veličiny, přičemž jednotlivé variační třídy v jednom souboru dat obsahují obvykle stejnou velikost.

Třída je obvykle reprezentována jedinou hodnotou středem třídy (nebo intervalem vymezující třídu) a počtem hodnot zjištěných pro danou třídu. Výskyt hodnoty náhodné veličiny v dané třídě se označuje pojmem četnost (frekvence) třídy. Je zjišťována tak, že se spočítá, kolik hodnot se v dané třídě vyskytuje a tento počet představuje četnost třídy.

Podle vyjádření četnosti se rozlišuje:

1. absolutní četnost, je hodnota, která vyjadřuje, kolik hodnot se v dané třídě vyskytuje,
2. relativní četnost, jedná se o hodnotu, která vyjadřuje poměr (%) výskytu hodnot v dané třídě k celkovému počtu hodnot ve všech třídách.

1.5 Pravděpodobnostní pojetí ukazatelů spolehlivosti

Terminologie definuje ukazatel jako funkci nebo číselnou hodnotu používanou pro popis náhodné proměnné nebo náhodného procesu. Z této definice vyplývá, že ukazatelé jsou ve spolehlivosti obecně chápány jako nástroje, které umožňují popis stochastických jevů a procesů a které charakterizují spolehlivost objektů.

S každou náhodnou proměnnou je spojeno určité pravidlo, které nám určuje, s jakou pravděpodobností lze při realizaci příslušného náhodného pokusu očekávat nastoupení daného jevu. Jedná se například, s jakou pravděpodobností lze očekávat, že u sledovaného objektu během určité doby provozu nastane porucha. Toto pravidlo se nazývá zákonem rozdělení pravděpodobnosti náhodné proměnné a může být u spojitě náhodné proměnné vyjádřen:

1. distribuční funkcí,
2. hustotou pravděpodobnosti,
3. intenzitou náhodného jevu,
4. kumulativní intenzitou náhodného jevu.“

U diskrétní náhodné proměnné může být zákon rozdělení vyjádřen:

1. distribuční funkcí,
2. pravděpodobnostní funkcí.“

Zákon rozdělení vyobrazuje o náhodné proměnné obraz sice úplný, avšak mnohdy nepřehledný, komplikovaný a občas i nepraktický. Proto při samotné aplikaci se často shrnují informace o náhodné proměnné do jednoho či několika čísel, které proměnou dobře charakterizují a jejichž způsob výpočtu je jednoznačně definován. Tato čísla se nazývají číselnými charakteristikami nebo statistikami.

Mezi nejdůležitější charakteristiky, které jsou používány v praxi a popisují hlavní vlastnosti každého rozdělení, polohu a variabilitu náhodné proměnné jsou:

1. střední hodnota (aritmetický průměr),
2. medián,
3. směrodatná odchylka,
4. variační koeficient.“

Mezi velice často využívanou charakteristiku náhodné proměnné je tzv. kvantil. Kvantil je hodnota náhodné proměnné, která rozděluje obor hodnot náhodné proměnné v určitém pravděpodobnostním poměru.

V diplomové práci jsem vytvořil tabulku se zpožděním jednotlivých železničních dopravců viz Tab. 3.1, 3.2, 3.3. Dle mého názoru, je zpoždění spojitou náhodnou veličinou. A to především že může nabývat libovolných hodnot v intervalu od 0 do nekonečna, to znamená např. 0 sek, 45 sek, 1,5 min, 10 min, 1 hod, atd.

1.5.1 Střední hodnota (aritmetický průměr)

Je funkce všech hodnot dané proměnné, kdy součet všech hodnot náhodné proměnné x_i je dělen jejich počtem n . Vypočítaný průměr udává, jaká stejná část z úhrnu hodnot sledované číselné proměnné připadá na jednu jednotku souboru.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad [--] \quad (1.7)$$

kde: n počet hodnot proměnné [--]

x_i jednotlivé hodnoty proměnné [--]

1.5.2 Medián

Medián je hodnota variační řady, která je uspořádána podle velikosti a ta rozděluje řadu na dvě stejně veliké části co do počtu hodnot, tak že hodnoty dané proměnné v první části jsou menší (nebo rovny) než medián a v druhé části, pak větší než medián. V případě lichého počtu hodnot v řadě se jedná o prostřední hodnotu variační řady. V případě sudého rozsahu se použijí dvě prostřední hodnoty variační řady a z těch je vypočítán aritmetický průměr.

1.5.3 Směrodatná odchylka

Určuje, do jaké míry jsou hodnoty rozptýleny či odchýleny od průměru hodnot. Jedná se o kladnou odmocninu z rozptylu. Směrodatná odchylka má stejné měrné jednotky jako sledovaná číselná proměnná ve statistickém souboru.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad [--] \quad (1.8)$$

kde s směrodatná odchylka [--]

x_i jednotlivé hodnoty proměnné [--]

\bar{x} aritmetický průměr [--]

n počet hodnot proměnné [--]

1.5.4 Variační koeficient

Variační koeficient se používá při vzájemném srovnávání variability 2 nebo více souborů s podstatně odlišnou úrovní hodnot. Směrodatná odchylka je dělena střední hodnotou, od které byly počítány odchylky pro součet čtverců, obvykle tedy při praktických výpočtech aritmetickým průměrem výběrového souboru. Jedná se o bezrozměrnou veličinu, která je udávána v %.

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1.9)$$

kde: V variační koeficient [%]

s směrodatná odchylka [--]

\bar{x} aritmetický průměr [--]

1.5.5 Odlehlá hodnota

Odlehlé hodnoty jsou specifická data, jež se svou numerickou hodnotou významně liší od ostatních dat v analyzovaném datovém souboru. Přítomnost odlehlých hodnot v datovém souboru, může být zapříčiněna mnoha příčinami. Tento výskyt může být důsledkem hrubých chyb (špatný zápis dat, chybná měření) popřípadě mohou být výsledkem specifického jevu (vliv počasí, uzavírka železniční tratě). Odlehlé hodnoty výrazně ovlivňují klasické odhady míry polohy, aritmetického průměru a směrodatné odchylky. [13]

Odlehle hodnoty lze nejčastěji identifikovat pomocí:

1. tzv. vnitřních hradeb,
2. z-souřadnice,
3. $x_{0,5}$ souřadnice (mediánová souřadnice).

1.6 Statistika v prostředí Microsoft Excel

Pro výpočet základních statistických funkcí není potřeba specializovaného softwaru. Veškeré základní funkce pro výpočet obsahuje MS Excel. V prostředí MS Excel lze nastavit práci se statistickými procedurami dvěma způsoby a to:

1. využití speciálních statistických funkcí,
2. pomocí modulu pro analýzu dat.

Veškeré hodnoty, které je třeba statisticky vypočítat jsou zapisovány do buněk (angl. cells). Tyto buňky jsou označeny dle řádku a dle sloupce písmen (A1, B24, H 48, atd.). Do těchto buněk se zapisují vzorce a odkazy na jiné buňky. Tímto způsobem lze např. sčítat, násobit a dělit.

Statistické funkce, které jsou implementovány v prostředí MS Excel lze rozdělit do několika kategorií a to:

1. funkce, počítající popisnou statistiku (průměr, medián, směrodatnou odchylku, variační koeficient, atd.),
2. funkce pro jednotlivé statistické testy (t-test, chí-kvadrát test),
3. funkce počítající kvantily různých statistických rozdělení (normálního, t-rozdělení atd.),
4. funkce pro regresní a korelační statistiku.

Pro potřeby diplomové práce jsou zapotřebí funkce, které počítají popisnou statistiku. Každá tato funkce má své klíčové slovo např. jestliže je zapotřebí vypočítat průměr, tak se do buňky napíše znaménko = a následně velkým písmem PRŮMĚR, přičemž se zobrazí závorka a do ní se zadá z čeho se má příslušná funkce počítat.

Funkce pro popisnou statistiku jsou vypočítány podle funkcí:

1. průměru =PRŮMĚR(vybraná data k výpočtu),
2. mediánu =MEDIAN(vybraná data k výpočtu),

3. průměrná odchylka =PRŮMODCHYLKA(vybraná data k výpočtu),
4. rozptyl =VAR.P(vybraná data k výpočtu)
5. směrodatné odchylky =SMODCH.P(vybraná data k výpočtu),
6. variační koeficient = $(\frac{\text{směrodatná odchylka}}{\text{průměr}}) \cdot 100$.

Další podstatnou funkcí je funkce četnost. Četností se rozumí počet prvků s hodnotami znaku patřícími do určitého intervalu (tříd). Ve viz. Tab. 1.1. je určena velikost tříd (rozpětí) po 3 min. a četnost která udává kolikrát je dané číslo obsaženo ve velikosti tříd.

Tab.1.1 Rozdělení četnosti

Velikost třídy [min]	Hranice	Četnost [--]
≤3	3	25
3-6	6	1
6-9	9	1
9-12	12	1
12-15	15	1
15-18	18	0
18-21	21	0
21-24	24	1
24-27	27	0

Zdroj: vlastní zpracování

Funkce četnost se zadává v prostředí MS Excel na horní liště pomocí karty VZORCE

⇨ DALŠÍ FUNKCE ⇨ STATISTICKÉ ⇨ ČETNOSTI. Po zadání ČETNOSTI se otevře tabulka, do které je zapotřebí doplnit položku data (oblast dat, které je potřeba počítat) a položka hodnoty (nastavení jednotlivých hranic). Pro zadání všech hodnot do sloupečku četnost je zapotřebí zadat tzv. maticový vzorec, který má zkratku CTRL, SHIFT a ENTER.

Následný vzorec vypadá následovně {=ČETNOSTI(vybraná data k výpočtu)}

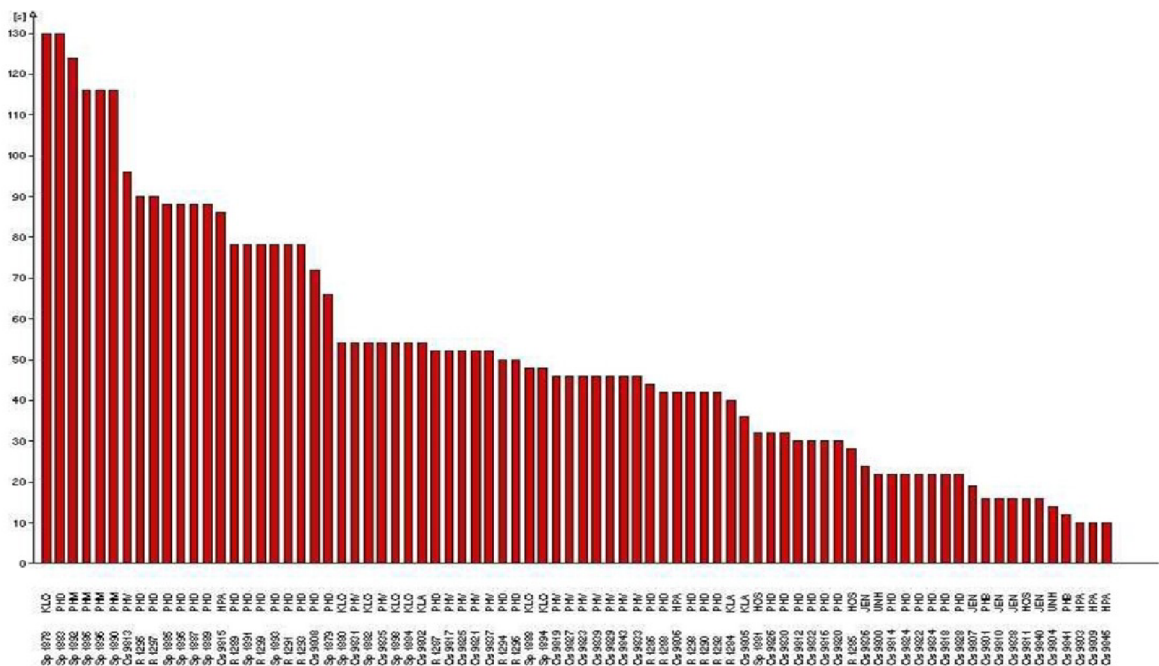
1.7 Histogram a Box-plot graf

Histogram se ve statistice používá ke grafickému vyjádření četnosti prvků. Presentuje se jako sloupový graf se sloupci o stejné šířce, kde výška sloupce představuje četnost prvků v množině. Histogram lze vyvářet v rozhraní MS Excel. Pomocí histogram

můžeme znázornit např. přehled max. zpoždění vlaků při využití 96 % výkonu viz. Obr.1.5.

Histogram lze v prostředí MS Excel vytvořit mnoha způsoby. Jako první věc kterou je zapotřebí vykonat je aktivace statistického rozšíření. Tato funkce se aktivuje klikem na Doplňky Excelu, zde se zaškrtnou možnosti a dále Analytické nástroje a následně se vše potvrdí v okénku OK. Po aktivaci statistického rozšíření v nabídce Analýza dat se vybere možnost Histogram a potvrdí se v okénku OK. Po potvrzení se otevře menu Histogramu a do něj se doplní:

1. vstupní oblast, je oblast, v které se nachází data, z kterých se graf vytváří,
2. hranice tříd, oblast dat, v kterých se nachází hodnoty pro ohrazení tříd,
3. zvolit výstup, kde se mají vypočítaná data a graf znázornit,
4. označení možnosti vytvořit graf.



Obr. 1.5 Přehled maximálního zpoždění vlaků při využití 96% výkonu

Zdroj: [12]

Histogram lze v prostředí MS Excel vytvořit mnoha způsoby. Jako první věc, kterou je zapotřebí vykonat je aktivace statistického rozšíření. Tato funkce se aktivuje klikem na Doplňky Excelu, zde se zaškrtnou možnosti a dále Analytické nástroje a následně se vše potvrdí v okénku OK. Po aktivaci statistického rozšíření v nabídce Analýza dat se vybere možnost Histogram a potvrdí se v okénku OK. Po potvrzení se otevře menu Histogramu a do něj se doplní:

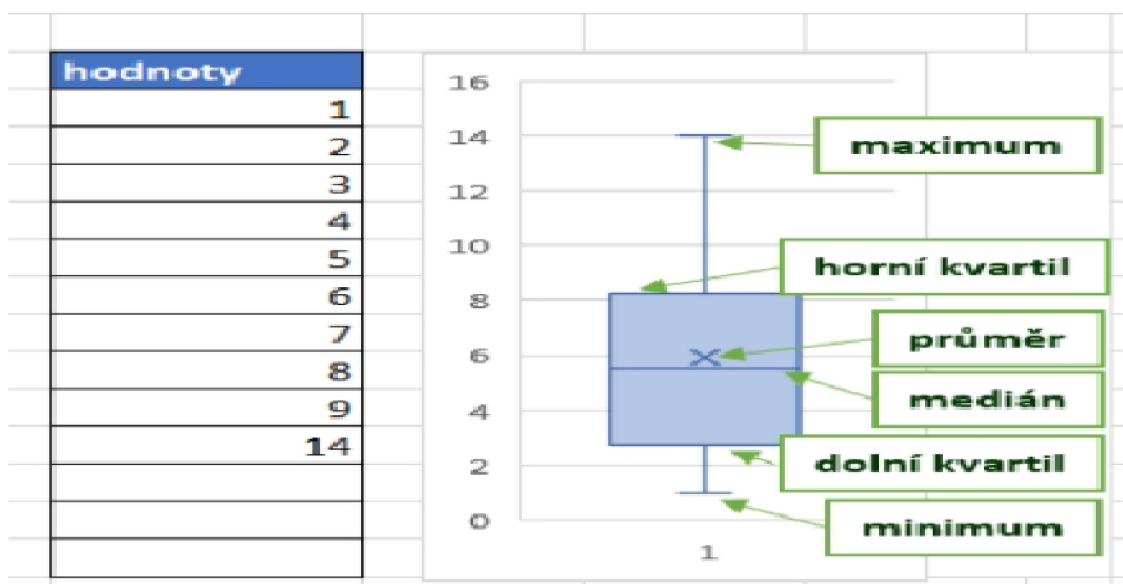
5. vstupní oblast, je oblast, v které se nachází data, z kterých se graf vytváří,
6. hranice tříd, oblast dat, v kterých se nachází hodnoty pro ohrazení tříd,
7. zvolit výstup, kde se mají vypočítaná data a graf znázornit,
8. označení možnosti vytvořit graf.

1.7.1 Box-plot graf

Box-plot znamená v anglickém jazyce krabicový graf anebo ho lze nazývat krabicovým diagramem. Jedná se v podstatě jen na pohled 3 statistických hodnot:

1. minimum,
2. kvartil první (25 %),
3. průměr,
4. medián,
5. kvartil třetí (75 %),
6. maximum.

Jestliže se vloží hodnoty do grafu, tak jsou podobné, jako viz Obr. 1.6. Minimum a maximum jsou okrajové čáry, kvartil jsou hrany obdélníku, medián je čára a průměr je křížek.



Obr. 1.6 Box-plot

Zdroj: [10]

Samotnou tvorbu Box-plot grafu lze realizovat v prostředí MS Excel. Před samotnou tvorbou grafu je potřeba disponovat daty. Tyto data se označí na kartě vložení a v sekci grafy se rozklikne ikona histogramu a vybere se položka krabicový graf potažmo boxplot (záleží na verzi MS Excel).

2 Obecné metody analýz

Analýza spolehlivosti systému je proces, jež má za cíl získávání, zkoumání a uspořádání informací specifických a významných pro daný systém a potřebný pro rozhodování o něm a o stanovených cílech. Dané zkoumání je prováděno obvykle na modelu systému. Konečný produkt tohoto procesu je souhrn informací o vlastnostech modelu systému. Daný model lze během průběhu analýzy modifikovat.

Z výše uvedeného textu vyplývá, že primárním cílem analýzy systému je získávání informací o něm. Analýza musí být provedena podle přesně stanovených pravidel a postupů, z důvodů možnosti opakovatelnosti analýzy a dosažení stejných výsledků tzn. dvě na sobě nezávislé analýzy nemohou dospět k rozdílným výsledkům.

Existují dva rozdílné metodologické postupy při provádění analýzy spolehlivosti systému a to:

1. induktivní postup, je založen na provádění analýzy od specifických a elementárních problémů až po obecnější a globální problémy. Tento postup je uplatňován např. u metody FMEA, kde jsou posuzovány důsledky poruch prvků na funkci nadřazených systémů.
2. deduktivní postup, je založen na provádění analýzy od globálních problémů až po problémy elementární. Od analýzy poruch systému na nejvyšší úrovni členění se postupuje k analýze jejich příčin a podílů poruch elementárních prvků na těchto poruchách.

Hlavní kroky a charakteristiky prediktivní analýzy spolehlivosti lze rozdělit do 4 etap a to:

1. funkční a technická analýza,
2. kvalitativní analýza,
3. kvantitativní analýza,
4. syntéza výsledků analýzy.

2.1 Analýza FMEA a FMECA

Zkratky jsou odvozené z anglických názvů a to:

1. FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), Analýza způsobů a důsledků poruch,
2. FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis), Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch.

Metoda FMEA je strukturovaná kvalitativní analýza, která slouží k identifikaci způsobů poruch systémů, jejich příčin a důsledků.

Metoda FMECA je logickým rozšířením metody FMEA. Toto rozšíření spočívá v tom, že jsou do ní zahrnuty prostředky pro klasifikaci závažností způsobů poruch.

Tyto metody jsou induktivní a umožňují provádět kvalitativní a kvantitativní analýzu bezpečnosti a spolehlivosti systému od nejnižší až po nejvyšší úrovně členění systému a zkoumá, jakým způsobem mohou objekty na nejnižších úrovních selhat a jaké důsledky mohou mít tato selhání pro vyšší úrovně systému.

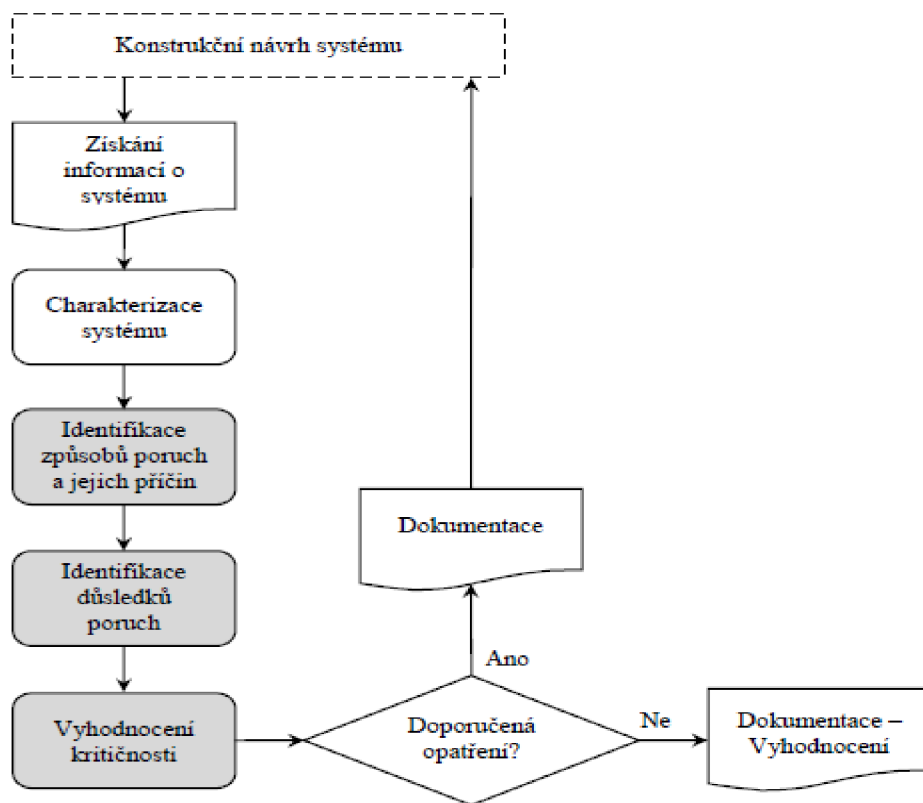
2.1.1 Postup provádění analýzy FMEA a FMECA

Postup provádění konstrukčních analýz lze rozdělit do třech základních částí. Jako první část se považuje přípravná část, slouží k shromažďování informací a podkladů potřebných pro provedení vlastní analýzy. Následuje vlastní FMEA a FMECA jednotlivých komponentů systémů. Při vlastní analýze se u každého komponentu systému realizují zejména: [3]

1. identifikace způsobů poruch prvku, jejich důsledků a pravděpodobných příčin,
2. identifikace metod a opatření k detekci a izolaci poruch,
3. kvalitativní posouzení významnosti poruch a alternativní opatření,
4. vyhodnocení pravděpodobnosti poruch,
5. určení kritičnosti poruch.

Vyhodnocení analýzy je poslední krok a musí směřovat k přijetí souboru účinných nápravných opatření, zaměřených na odstranění příčin nejzávažnějších typů poruch nebo na snížení stupně jejich závažnosti. [3]

Zjednodušený postup provádění analýz je znázorněn viz Obr. 2.1



Obr 2.1 Postup analýzy FMECA

Zdroj: [3]

2.2 Analýza ETA

Zkratka ETA je odvozena od anglických slov Event Tree Analysis a v českém jazyce se jedná o analýzu stromu událostí. Tato metoda se udává jako univerzální metoda posuzování spolehlivosti a lze ji také použít pro studie analýzy rizika bezpečnosti.

Analýza stromu událostí je induktivní postup, modelování možných výstupů, které by mohly vyplývat z dané iniciační události a stavu zmírňujících faktorů, jakož i postup identifikace a posouzení četnosti nebo pravděpodobnosti různých možných výstupů dané iniciační události. [3]

Začátkem iniciační události se analýza zabývá otázkou, co se stane když. Na základě této otázky začne analytik s konstrukcí stromu s různými možnými výstupy. Je velmi důležité, aby byl sestaven podrobný seznam iniciačních událostí a díky tomu bylo

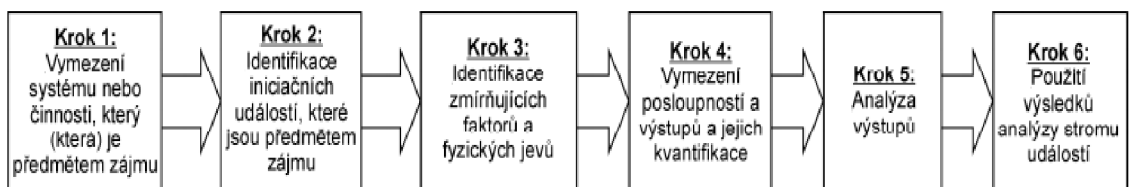
zajištěno, že dané stromy událostí řádně zobrazují všechny důležité posloupnosti událostí uvažovaného systému.

Analýza ETA pomáhá z kvalitativního hlediska identifikovat všechny potenciální scénáře nehod a potenciální slabiny návrhu popřípadě postupu. Dané větve úspěchů popřípadě poruch nebo selhání se rozvětvují jako strom. Větev úspěchů modeluje podmínky, že zmírňující faktor je funkční podle toho, jak je zamýšlen.

Hlavní kroky pro provedení analýzy ETA jsou: [3]

1. vymezení systému nebo činnosti, které jsou předmětem zájmu. Musí se jasně vymežit hranice systému nebo činnosti, pro které se mají provést analýzy ETA,
2. identifikace iniciačních událostí, které jsou předmětem zájmu. Provede se třídění, za účelem identifikace události, které jsou předmětem zájmu, nebo kategorie událostí na které se analýza zaměří,
3. identifikace zmírňujících faktorů a fyzických jevů. Identifikují se různé zmírňující faktory, které mohou ovlivnit průběh iniciační události k jejím výstupům. Zmírňující faktory zahrnují jak technické systémy, tak i lidské zásahy či lidské rozhodnutí. Identifikují se zde také fyzické jevy nebo nahodilé události,
4. vymezení posloupnosti, výstupů a jejich kvantifikace. Pro každou iniciační událost se přesně stanoví různé výstupy, které mohou nastat a provede se, aktuální kvantitativní analýza na základě zkonstruovaného stromu událostí,
5. analýza výstupů. Analyzují se různé výstupy s ohledem na jejich následky a jejich dopad na výsledky analýzy,
6. použití výsledků analýzy ETA. Veškeré kvalitativní a kvantitativní výsledky analýzy se převedou na nutné zásahy.

Hlavní kroky při provádění analýzy ETA jsou zobrazeny vis Obr. 2.2



Obr. 2.2 Proces rozvoje stromu událostí

Zdroj: [3]

Mezi hlavní přínosy analýzy ETA patří:

1. použitelnost pro všechny typy systémů,
2. poskytuje vizualizace řetězců událostí následující po iniciační události,
3. umožňuje posoudit více současně existujících poruchových stavů systému,
4. funguje současně v oblasti poruchy nebo selhání i úspěchu,
5. identifikují se při ní koncové události, které by jinak nemuseli být předvídaný,
6. identifikují se při ní jednobodové potenciální poruchy, oblasti zranitelnosti systému a protiopatření s malým přínosem,
7. poskytuje identifikaci a sledovanost cest šíření poruch v systému,
8. umožňuje provést rozklad velkých a složitých systémů na menší zvládnutelnější části jejich seskupením do menších funkčních jednotek nebo podsystémů.

Výhoda analýzy ETA oproti jiným technikám analýzy a technikami, které se týkají rizika, spočívá ve schopnosti modelace posloupnosti a interakce různých zmírňujících faktorů, které následují po výskytu iniciační události. Daný systém a jeho interakce se všemi zmírňujícími faktory ve scénáři nehody se stávají pro analytika viditelným pro další hodnocení rizika.

Mezi hlavní platná omezení analýzy ETA patří:

1. samotná analýza neodhalí iniciační události,
2. samotné sestavení seznamu možných provozních scénářů je úkol pracovníků zapojených do procesu,
3. skryté závislosti systému mohou být přehlédnuty a vedly by k nepřiměřenému optimistickému odhadu ukazatelů tykajících se spolehlivosti a rizika,
4. analytik musí mít praktické zkušenosti se zacházením s podmíněnými pravděpodobnostmi a závislými událostmi,
5. hledisko časově závislých vývoju, do kterých jsou zahrnuty dynamické situace, např. jestliže se kritéria úspěchu pro zmírňující faktory mění v závislosti na tom, jak působily předchozí zmírňující faktory,
6. situace kdy prodlévání v určitém stavu déle než po specifikovanou dobu, může vést k poruchovému stavu, např. pomalé ucházení vzduch z pneumatiky, se ve stromu událostí velice obtížně modeluju,
7. závislosti ve stromu událostí, např. v důsledku závislosti mezi iniciační událostí a zmírňujícími faktory, je nutné uvážit,

8. ačkoliv může být identifikováno několik posloupností vedoucích k poruše systému, nemusejí být různé závažnosti nehod sdružené s konkrétními výstupy rozlišené bez dodatečné analýzy. Tuto potřebu je ovšem si nutné uvědomit.

V samotné praxi se analýza ETA někdy provádí jako samostatná analýza a v jiných případech se provádí v kombinaci s analýzou FTA.

2.3 Analýza FTA

Zkratka FTA je odvozena z anglických slov Fault Tree Analysis a v českém jazyce znamená metodu analýzy stromu poruchových stavů. Metoda FTA je deduktivní metodou a svojí povahou patří mezi speciální orientované grafy. Strom poruch má podobu logického diagramu, který znázorňuje logické vztahy mezi potenciální vrcholovou událostí (jevem), zvaným kořenem stromu a mezi příčinami vzniku tohoto jevu. V provozních podmínkách mohou být příčiny v běžných očekávaných poruchách prvků systému, v chybách obsluhy, v náhodných diskrétních poruchách, v odchylkách provozních parametrů prvků apod. Správně zkonstruovaný strom poruch reprezentuje všechny rozumné kombinace poruch prvků a poruchových jevů, které mohou vést ke vzniku specifikovaného vrcholového jevu.

Hlavní výhodou techniky stromu poruch je že nutí tvůrce stromu (analytika poruchy) představit si a znázornit logiku rozvoje poruchy v systému, odhalit všechny kauzální vazby mezi prvky a poruchou a to až do zvolené úrovně složitosti systému. Díky tomu lze odhalit včas většinu slabých míst v systému a to především v etapě návrhu a vývoje systému. [3]

Strom poruch jak již bylo zmíněno, je deduktivní metoda. Rozvíjí je od vrcholové události k dalším jevům nižší úrovně a přitom se posuzují možné příčiny vzniku nadřazeného poruchového jevu. Posuzuje se, jaké by mohly být příčiny poruchového jevu. Popis příčin poruchového jevu na každé úrovni by mělo odpovídat na otázky:

1. co,
2. kde,
3. kdy,
4. proč.

Vlastní realizace metody představuje provedení jisté logicky na sebe navazující posloupnosti kroků, kterou lze rozdělit do 5 základních částí a to na:

1. přípravnou část,
2. tvorbu stromu poruchových stavů,
3. kvalitativní analýzu stromu poruchových stavů,
4. kvantitativní analýzu stromu poruchových stavů,
5. vyhodnocení analýzy.

2.3.1 Přípravná část

Předpoklad pro úspěšné provedení analýzy je naprosto dokonalá znalost systému, jeho funkcí a podmínek pro požití. Výchozím krokem je proto shromáždění všech nezbytných informací o systému, které umožní vlastní provedení analýzy. Nejdůležitější informace jsou především:

1. konstrukční uspořádání systému,
2. popis funkcí systému,
3. vymezení rozhraní, které systém odděluje od okolí a charakter interakcí systému s okolím,
4. předpokládané provozní režimy systému,
5. předpokládaný systém údržby,
6. vliv lidského faktoru na činnost systému.

2.3.2 Kvalitativní analýza stromu poruchových stavů

Cílem této analýzy u stromu poruch je nalezení množin všech minimálních kritických řezů. Kritickým řezem stromů poruchových stavů se rozumí taková konečná množina základních a dále nerozvíjených a jinde analyzovaných událostí, která nastane-li současně, vede ke vzniku vrcholové události. [3]

2.4 Markovova analýza

Markovova analýza se využívá k analýze bezporuchovosti, pohotovosti, udržovatelnosti, a bezpečnosti. Při Markovových technikách se využívá diagram přechodů mezi stavy, který je grafickým znázorněním chování systému z hlediska bezporuchovosti, pohotovosti, udržovatelnosti či bezpečnosti, u něhož se může

vypočítat ukazatel bezporuchovosti, pohotovosti, udržovatelnosti či bezpečnosti systému. Tento diagram modeluje chování systému v čase. [4]

Markovovy techniky se obzvláště dají uplatnit ke zkoumání systémů se zálohováním nebo u systémů u kterých porucha systému závisí na posloupnosti událostí, nebo systémů, které mají složité strategie údržby, např. u systémů obnovy. Analytik při provádění Markovovy analýzy musí zajistit, aby daný model přiměřeně odrážel provoz reálného systému s ohledem na dané strategie a politiky údržby.

Ačkoliv jsou teoreticky Markovovy techniky pružné a obecně všestranně použitelné, je potřeba při praktickém řešení potíží určitá opatrnost. Jako hlavní problém se jeví to, že počet stavů systému a možných přechodů rychle vzrůstá, s počtem prvků v systému tzn. čím je větší počet stavů a přechodů, tím je pravděpodobnější, že se v analýze objeví chyby a nesprávná znázornění. Pro snížení tohoto rizika se doporučuje při návrhu diagramu přechodu mezi stavy dodržovat určitá pravidla.

Před samotným zahájením dané analýzy systému se musí provést všeobecné úkoly a to:

1. stanovit cíl analýzy, jako první zásadní otázka, která musí být zodpovězena, je co má být cílem analýzy. Tímto cílem by mohlo být stanovení odhadu jednoho nebo více ukazatelů jako např. četnost nebezpečných událostí či jiných ukazatelů, které je nutné specifikovat,
2. vymezí se znaky systému a hraniční podmínky analýzy, zde je potřeba odpovědět na otázky typu. Jaké jsou důležité vyznačené vlastnosti systému, které je zapotřebí modelovat? Či je nutné popsat časově závislé chování?
3. potřeba se ujistit že Markovova technika je nejvhodnější technikou pro daný úkol
4. model a vstupní data by měli přezkoumat odborníci se zkušenostmi z daného provozu, jelikož, by chyby popřípadě nepřesnosti v modelu nebo datech mohli vést ke špatnému výsledku analýzy.

2.5 Použitá metoda analýzy T-spolehlivosti

Metoda pro stanovení T-spolehlivosti je stanovena mnou pro účel diplomové práce. Veškerý počátek začíná náhodným sběrem dat. Data jsou sbírána pomocí aplikace Grapp, Správy železnice a osobních návštěv Olomouckého hlavního nádraží. Tato náhodná data, jsou měřena každý den po danou dobu. Během těchto dnů, je sbíráno

velké množství údajů o zpoždění. Tyto údaje se upraví a rozdělí do třech tabulek podle dopravce. Z každé této tabulky se náhodně vybere určité množství údajů o zpoždění a tyto údaje se následně opět roztrídí do tabulek podle dopravce. Tímto způsobem třídění vznikne tzv. výběrový soubor dat. Data v tabulkách obsahují kromě zpoždění i další údaje a to:

1. číslo vlaku,
2. společnost,
3. cílovou stanicí,
4. datum.

Následně je proveden výpočet základních popisných statistických charakteristik pomocí programu MS Excel. Jedná se o:

1. aritmetický průměr,
2. medián,
3. průměrnou odchylku,
4. rozptyl,
5. směrodatná odchylka,
6. variační koeficient.

Veškeré výsledky jsou vloženy do tabulek. Z dat obsažených v tabulkách s výběrovými soubory dat se následně vytvoří statistické grafy (krabicový graf, histogram). Ke grafickému porovnání všech skupin vlaků a odhalení odlehlých hodnot je použit krabicový graf. Samotný krabicový graf je sestrojen v prostředí MS Excel. Pro sestavení tohoto grafu je třeba určit a vypočítat hodnoty kvartilu (25 %), kvartilu (50 %) a kvartilu (75 %). Dále je třeba vypočítat kvartilové rozpětí a určit konce paprsků. Kvartilové rozpětí se vypočítá následovně:

$$QR = X_{75} - X_{25} \quad [--] \quad (2.1)$$

kde: QR kvartilové rozpětí [--]

X_{75} kvartil (75 %) [--]

X_{25} kvartil (25 %) [--]

Vypočítané kvartilové rozpětí je potřeba k určení koncových bodů paprsků. Tyto koncové body jsou označeny A a B a určí se následovně:

$$A = X_{25} - 1,5 \cdot R \quad [--] \quad (2.2)$$

$$B = X_{75} + 1,5 \cdot R \quad [--] \quad (2.3)$$

kde: A koncový bod [--]

X_{25} kvartil (25 %) [--]

R kvartilové rozpětí [--]

B koncový bod [--]

X_{75} kvartil (75 %) [--]

Dalším použitým statistickým grafem je histogram. V tomto grafu je zapotřebí určit rozsah tříd. Po určení rozsahu tříd a doplnění daty z tabulek s výběrovými soubory, tento graf zobrazuje četnosti zpoždění jednotlivých dopravců a odlehlé hodnoty.

3 Sběr a analýza dat

Sběr dat na tratích probíhá na území celé České republiky. Vlastníkem většiny tratí je stát, který je zastoupený Správou železnic, státní organizací. Celkový stav železniční sítě ke dni 31. 12.2020 byl:

- 1) celková délka tratí 9 377 [km],
- 2) délka jednokolejových tratí 7 337 [km],
- 3) délka dvojkolejných tratí 1 981 [km],
- 4) délka vícekolejných tratí 58 [km],
- 5) počet železničních stanic 1082 [ks],
- 6) počet zastávek 1 530 [ks],

Tyto tratě správa železnic provozuje, zajišťuje modernizaci, rozvoj a následně přiděluje kapacity celostátních a regionálních tratí.

Tento sběr dat v rámci železniční sítě v České republice je prováděn v období od 28. 10. 2020 do 18. 1. 2021 a to pomocí aplikace Grapp, správy železnic a osobních návštěv hlavních nádraží. Objem všech naměřených dat během tohoto období je 560 a obsahují základní informace jako: č. vlaku, společnost (dopravce), cílovou stanicí, zpoždění a datum. Veškerá tyto data jsou měřena během celého dne a to zcela nahodile. Data jsou měřena u tří vybraných železničních dopravců a to:

1. ARRIVA vlaky s.r.o.
2. České dráhy, a.s.
3. Leo Express Tenders s.r.o.

U těchto vybraných dopravců jsou měřeny výhradně data u osobních a spěšných vlaků. Tyto základní údaje o základním souboru se následně roztřídí podle data chronologicky, od nejnižšího až po nejvyšší tzn. od 28. 10. 2020 do 18. 1. 2021 a následně se podle jednotlivých dopravců vloží do upravených tabulek. Z těchto tabulek, které obsahují základní soubory, je proveden náhodný výběr souborů dat a to u každého dopravce zvlášť. Tento náhodný výběr souborů dat se zúží z původních základních 560 souborů na 30 vybraných výběrových souborů pro každého dopravce zvlášť. Díky tomu se vyselektuje z původních 560 naměřených základních souborů dat, 30 výběrových pro každého dopravce tzn. 3 tabulky s výběrovými soubory, z nichž každá obsahuje 30 údajů viz. Tab. 3.1, 3.2, 3.3.

Z veškerých tabulek, které obsahují výběrové soubory, jsou vypočítány základní statistické funkce v prostředí MS Excel a výsledky jsou následně zaznamenány do tabulek k jednotlivým dopravcům. Dále se z tabulek, které obsahují výběrové soubory s daty, určí míry četnosti zpoždění a stanoví se velikost třídy po 3 min. Tato velikost třídy, je pro všechny dopravce stejná a je využita k sestrojení statistického grafu (histogramu).

Velikost třídy která je stanovena po 3 min, je zvolena z důvodu rovnoměrného rozložení naměřených údajů ve statistickém grafu histogram. Díky tomuto rozpětí je histogram přehledný a četnosti které jsou v tomto grafu obsaženy se nijak nepřekrývají a jsou čitelné. Další důvodem zvolení velikosti třídy po 3 min. jsou velké rozdíly naměřených hodnot, které je třeba utřídit pro lepší orientaci a znázornění odlehlých hodnot.

Histogram je využit ke grafickému znázornění četností jednotlivých zpoždění. Tyto četnosti, které jsou znázorněny pomocí sloupců, jsou od sebe rozlišeny odlišnými barvami pro lepší přehlednost a orientaci. Díky tomuto statistickému grafu, se jednoduše graficky znázorní nejčastější četnost zpoždění daného dopravce a lze z nich také vyčíst odlehlé hodnoty.

Dalším obsaženým statistickým grafem v mé práci, který je využit je krabicový graf (Box-plot). Krabicový graf přehledně graficky zobrazí odlehlé hodnoty. Tyto odlehlé hodnoty jsou znázorněny v podobě koleček v grafu, dále aritmetický průměr, který je zobrazen křížkem a medián je zobrazen vodorovnou čarou. Tento graf také zobrazí min. a max. hodnoty a rozdíly mezi horním a spodním kvartilem.

Po vypočtení veškerých statistických údajů a vytvoření statistických grafů u všech dopravců zvláště, se statisticky porovnají společně všichni měření dopravci a vytvoří se příslušné grafy, které se společně se statistickými výpočty vyhodnotí a určí se dopravce s nejlepší T-spolehlivostí.

Pro ověření správnosti určení odlehlých hodnot z výběrových souborů, je použit software Statgraphics. Pomocí tohoto softwaru se určí odlehlé hodnoty metodou z-souřadnice. Software je vybaven speciálním grafem tzv. Outlier Plot with Sigma Limits. Graf pracuje na stanovení násobků směrodatné odchylky datového souboru. Jestliže je některá hodnota datového souboru vyšší než aritmetický průměr plus, minus trojnásobek směrodatné odchylky může se považovat za odlehlou hodnotu.

Pro další statistické srovnání jsou zapotřebí výběrová data expresních vlaků společnosti Leo Express viz. Tab. 3.4. Tato výběrová data se měří ve stejném období jako osobní a spěšné vlaky vybraných tří dopravců. Tyto výběrová data jsou zpracována a porovnána s výběrovými daty osobních a spěšných vlaků.

Následné srovnání zpoždění za rok 2019 s vymezeným obdobím roku 2020/2021 porovnává, jestli je mezi těmito roky procentuální rozdíl ve zpoždění. Toto procentuální porovnání je vypočítáno z celkového počtu všech uskutečněných vypravených vlaků daných tří dopravců za rok 2019 a náhodně vybraných souborů dat vlaků za období od 28. 10. 2020 do 18. 1. 2021.

Posledním srovnáním je zpoždění osobních a spěšných vlaků vybraných dopravců za období od 1.9.2019 do 31.12.2019. Toto období je vybráno záměrně a to z důvodu porovnání s téměř stejným obdobím jen následujícího roku, kdy je proveden sběr dat tzn. od 28. 10. 2020 do 18. 1. 2021. Data za rok 2019 mi poskytla Správa železnic. Veškerá porovnávaná data se pro danou potřebu upraví do požadované velikosti třídy a následovně je stanoven procentuální rozdíl mezi těmito obdobími za roky 2019 a 2020/2021.

Tab. 3.1 Zatříděná data ARRIVA vlaky s.r.o.

P. číslo	č. vlaku	Společnost	Cílová stanice	Zpoždění [min]	Datum
1	Os 5413	ARRIVA vlaky s.r.o.	Železný Brod	1	28.10.2020
2	Os 4305	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherské Hradiště	5	31.10.2020
3	Os 16003	ARRIVA vlaky s.r.o.	Česká Lípa hl.n.	7	1.11.2020
4	Os 13257	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hovězí	0	2.11.2020
5	Os 5414	ARRIVA vlaky s.r.o.	Lomnice n/P	0	6.11.2020
6	Os 28103	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Hostivař	0	11.11.2020
7	Os 95745	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherský Brod	6	13.11.2020
8	Os 13269	ARRIVA vlaky s.r.o.	Velké Karlovice	2	14.11.2020
9	Os 28116	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha.-Holeš.	0	17.11.2020
10	Os 5415	ARRIVA vlaky s.r.o.	Železný Brod	0	18.11.2020
11	Os 16001	ARRIVA vlaky s.r.o.	Svor	1	19.11.2020
12	Os 12211	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherské Hradiště	5	20.11.2020
13	Os 5406	ARRIVA vlaky s.r.o.	Železný Brod	1	25.11.2020
14	Os 28145	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Malešice	1	26.11.2020
15	Sp 1279	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bojkovice město	4	1.12.2020
16	Os 23218	ARRIVA vlaky s.r.o.	Horní Lideč	7	2.12.2020
17	Os 4314	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hradčovice	2	4.12.2020
18	Os 28128	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Libeň	2	6.12.2020

P. číslo	č. vlaku	Společnost	Cílová stanice	Zpoždění [min]	Datum
19	Os 5418	ARRIVA vlaky s.r.o.	Železný Brod	0	9.12.2020
20	Os 28157	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Libeň	0	12.12.2020
21	Os 12216	ARRIVA vlaky s.r.o.	Ostrožská Nová Ves	0	17.12.2021
22	Os 12221	ARRIVA vlaky s.r.o.	Kunovice výh.č.20	1	19.12.2021
23	Os 4344	ARRIVA vlaky s.r.o.	Pitín zastávka z	0	21.12.2021
24	Os 28131	ARRIVA vlaky s.r.o.	Roztoky u Prahy	0	23.12.2021
25	Os 4368	ARRIVA vlaky s.r.o.	Nezdanice	2	2.1.2021
26	Os 12214	ARRIVA vlaky s.r.o.	Veselí nad Moravou	2	5.1.2021
27	Os 5419	ARRIVA vlaky s.r.o.	Liberec	0	7.1.2021
28	Os 23226	ARRIVA vlaky s.r.o.	Valašské Klobouky	0	9.1.2021
29	Os 12212	ARRIVA vlaky s.r.o.	Ostrožská Nová Ves	1	14.1.2021
30	Os 28128	ARRIVA vlaky s.r.o.	Vých Praha Bubeneč	0	16.1.2021

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 3.2 Zatříděná data České dráhy, a.s.

P. číslo	č. vlaku	Společnost	Cílová stanice	Zpoždění [min]	Datum
1	Os 17446	České dráhy, a.s.	Holýšov	2	28.10.2020
2	Os 6602	České dráhy, a.s.	Horní Police	0	01.11.2020
3	Sp 1430	České dráhy, a.s.	Olomouc hl.n.	1	03.11.2020
4	Sp 1904	České dráhy, a.s.	Telč	0	08.11.2020
5	Os 14877	České dráhy, a.s.	Havlíčkův Brod	16	10.11.2020
6	Os 24802	České dráhy, a.s.	Grešlové Mýto	2	11.11.2020
7	Os 22214	České dráhy, a.s.	Ratboř	1	14.11.2020
8	Os 8870	České dráhy, a.s.	Dobříchovice	3	16.11.2020
9	Os 26306	České dráhy, a.s.	Josefův Důl	0	17.11.2020
10	Os 25905	České dráhy, a.s.	Hostašovice	4	18.11.2020
11	Os 9952	České dráhy, a.s.	Řevnice	5	20.11.2020
12	Os 11508	České dráhy, a.s.	Moravské Bránice	0	22.11.2020
13	Os 28400	České dráhy, a.s.	Bechyně	0	25.11.2020
14	Sp 1559	České dráhy, a.s.	Vých Bezděčín	18	27.11.2020
15	Sp 1897	České dráhy, a.s.	Starkoš	3	30.11.2020
16	Os 6654	České dráhy, a.s.	Markvatice	1	01.12.2020
17	Sp 1502	České dráhy, a.s.	Kolín seř.n.	23	08.12.2020
18	Os 6307	České dráhy, a.s.	Frydlant v Čechách	0	12.12.2020
19	Os 17842	České dráhy, a.s.	Chrást u Plzně zast.	2	18.12.2020
20	Sp 1799	České dráhy, a.s.	Týniště nad Orlicí	2	19.12.2020
21	Os 2654	České dráhy, a.s.	Smržovka	0	21.12.2020
22	Os 18409	České dráhy, a.s.	Nová Cerekev	26	22.12.2020
23	Os 6609	České dráhy, a.s.	Rynoltice	0	23.12.2020
24	Os 17117	České dráhy, a.s.	Nové Hamry	0	31.12.2020
25	Os 3876	České dráhy, a.s.	Věžky	2	01.01.2021

P. číslo	č. vlaku	Společnost	Cílová stanice	Zpoždění [min]	Datum
26	Sp 1527	České dráhy, a.s.	Kolín zastávka z	7	05.01.2021
27	Os 8509	České dráhy, a.s.	Dolní Bousov	0	06.01.2021
28	Sp 1898	České dráhy, a.s.	Česká Skalice	1	09.01.2021
29	Os 4107	České dráhy, a.s.	Bučovice	0	17.01.2021
30	Sp 1878	České dráhy, a.s.	Náchod	1	18.01.2021

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 3.3 Zatříděná data Leo Express Tenders s.r.o.

P. číslo	č. vlaku	Společnost	Cílová stanice	Zpoždění [min]	Datum
1	Os 7173	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	1	28.10.2020
2	Os 7178	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	4	29.10.2020
3	Os 6281	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	8	01.11.2020
4	Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	0	03.11.2020
5	Os 7184	Leo Express Tenders s.r.o.	Červená Voda	0	05.11.2020
6	Os 7170	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	08.11.2020
7	Os 7145	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	09.11.2020
8	Os 7171	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	1	10.11.2020
9	Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchotín	0	16.11.2020
10	Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Červená voda	15	22.11.2020
11	Os 7190	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	26.11.2020
12	Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Červená Voda	0	27.11.2021
13	Os 7158	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	28.11.2020
14	Os 7178	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	04.12.2020
15	Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	05.12.2020
16	Os 7173	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	23	07.12.2020
17	Os 7185	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	09.12.2020
18	Os 7174	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	10.12.2020
19	Os 6283	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	12	13.12.2020
20	Os 7154	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	16.12.2020
21	Os 7167	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablónné nad Orlicí	0	22.12.2020
22	Os 7160	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	23.12.2020
23	Os 7164	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	29.12.2020
24	Os 7173	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablónné nad Orlicí	0	30.12.2020
25	Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchonín	1	31.12.2020
26	Os 7176	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	03.01.2021
27	Os 7156	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	07.01.2021
28	Os 7156	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	14.01.2021
29	Os 7181	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	15.01.2021
30	Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	17.01.2021

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 3.4 Zatříděná data expresních vlaků Leo Express s.r.o.

P. číslo	č. vlaku	Společnost	Cílová stanice	Zpoždění [min]	Datum
1	Ex 1232	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n	6	01.10.2020
2	Ex 410	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n	9	02.10.2020
3	Ex 11797	Leo Express s.r.o.	Karviná hl.n	23	05.10.2020
4	Ex 410	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	1	08.10.2020
5	Ex 1257	Leo Express s.r.o.	Bohumín os.n.	0	08.10.2020
6	Ex 11993	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	14	15.10.2020
7	Ex 1260	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	1	23.10.2020
8	Ex 1232	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	0	27.10.2020
9	Ex 1241	Leo Express s.r.o.	Staré Město u U.H.	1	29.10.2020
10	Ex 1235	Leo Express s.r.o.	Staré Město u U.H.	1	01.11.2020
11	Ex 1224	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	17	01.11.2020
12	Ex 1254	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	9	06.11.2020
13	Ex 1257	Leo Express s.r.o.	Bohumín os.n.	1	13.11.2020
14	Ex 1232	Leo Express s.r.o.	Staré Město u U	0	18.11.2020
15	Ex 413	Leo Express s.r.o.	Bohumín os.n.	0	20.11.2020
16	Ex 1232	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	2	27.11.2020
17	Ex 1251	Leo Express s.r.o.	Bohumín os.n.	24	28.11.2020
18	Ex 1260	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	8	29.11.2020
19	Ex 1251	Leo Express s.r.o.	Bohumín os.n.	0	30.11.2020
20	Ex1257	Leo Express s.r.o.	Bohumín os.n.	3	30.11.2020
21	Ex 1254	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	26	01.12.2020
22	Ex 1251	Leo Express s.r.o.	Karviná hl.n.	0	03.12.2020
23	Ex 410	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	0	04.12.2020
24	Ex 1243	Leo Express s.r.o.	Staré Město u U.H.	0	05.12.2020
25	Ex 1230	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	0	13.12.2020
26	Ex 1240	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	0	02.01.2021
27	Ex 410	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	5	07.01.2021
28	Ex 1257	Leo Express s.r.o.	Praha hl.n.	11	08.01.2021
29	Ex 1257	Leo Express s.r.o.	Bohumín os.n.	10	14.01.2021
30	Ex 411	Leo Express s.r.o.	Bohumín os.n.	0	15.01.2021

Zdroj: vlastní zpracování

4 Vyhodnocení spolehlivosti železničních dopravců

Vyhodnocení spolehlivost začínám u dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. Z náhodně vybraných dat viz Tab. 4.1 jsem postupně vypočítal aritmetický průměr, medián, průměrnou odchylku, rozptyl, směrodatnou odchylku a variační koeficient viz Tab. 4.1.

Tab. 4.1 Vypočítané statistické údaje ARRIVA vlaky s.r.o.

Druh statistického výpočtu	Výsledek
Aritmetický průměr	1,7 [min]
Medián	1 [min]
Průměrná odchylka	1,7 [--]
Rozptyl	4,8 [--]
Směrodatná odchylka	2,2 [--]
Variační koeficient	131 %

Zdroj: vlastní zpracování

Nejpodstatnější obsažené údaje pro vyhodnocení spolehlivosti jsou aritmetický průměr, medián a variační koeficient. Z této tabulky vyplývá, že aritmetický průměr dopravce je 1.7 min., medián je roven 1 min. a variační koeficient je 131 %.

Vysoký variační koeficient je zapříčiněn vysokými nesouměrnými naměřenými hodnotami. Zatímco aritmetický průměr je malý, protože je zastoupen vysokým množstvím nulových hodnot zpoždění, tak směrodatná odchylka, jakožto průměrná odchylka od průměru se těmito vysokými hodnotami výrazně zvětšuje a tím i samotný variační koeficient.

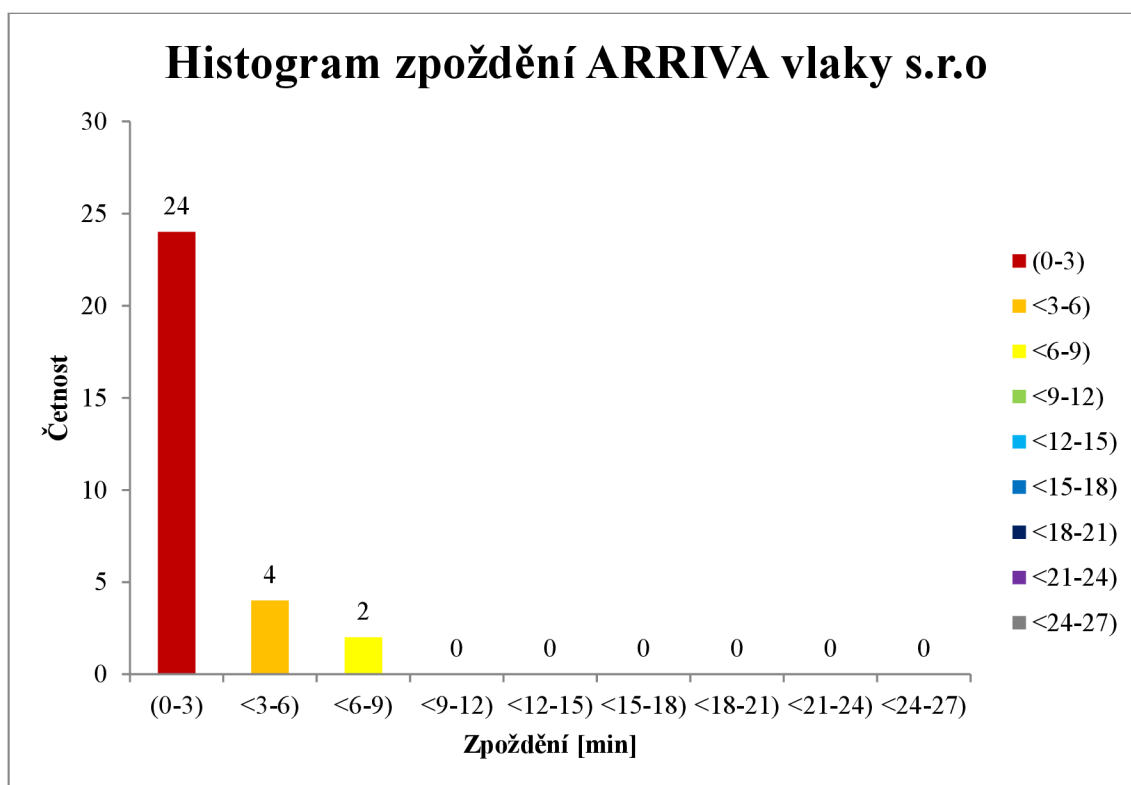
Následně jsem si určil velikost třídy po 3 min. a vytvořil, tabulku s četnostmi zpoždění viz Tab. 4.2. Díky velikosti třídy po 3 min jsem pokryl přehledně časové rozpětí od 0 do 27 min. Z této tabulky je patrné, že nejčastější zastoupené zpoždění je v intervalu 0 až 3 min. a to 24krát, následuje zpoždění, v intervalu 3 až 6 min. to je zastoupeno 4krát a poslední zpoždění je v intervalu 6 až 9 min. a to 2krát. Na základě tabulky četnosti viz

Tab. 4.2 jsem vytvořil histogram viz graf. 4.1. Tento graf mi posloužil pro přehledné grafické znázornění četností zpoždění dopravce.

Tab. 4.2 Četnost zpoždění ARRIVA vlaky s.r.o.

Velikost třídy [min]	Hranice	Četnost [--]
(0-3)	3	24
<3-6)	6	4
<6-9)	9	2
<9-12)	12	0
<12-15)	15	0
<15-18)	18	0
<18-21)	21	0
<21-24)	24	0
<24-27)	27	0

Zdroj: vlastní zpracování

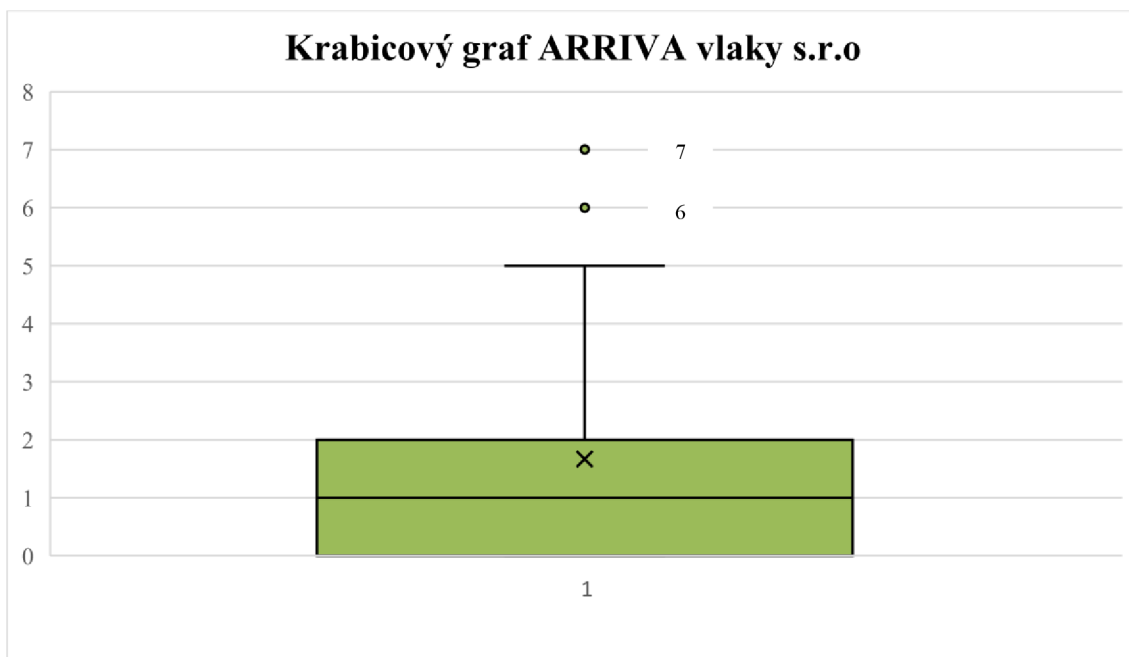


Graf. 4.1 Histogram zpoždění ARRIVA vlaky s.r.o.

Zdroj: Vlastní zpracování

Jako poslední statistický graf jsem použil krabicový graf. Tento graf jsem vytvořil z tabulky viz Tab. 3.1 tabulka zpoždění ARRIVA vlaky s.r.o. Pomocí tohoto grafu jsem graficky odhalil extrémní odlehlé hodnoty, které jsou 7 min. a 6 min. Dále je zde

znázorněna max. hodnota v podobě tzv. horního vousu a činí 5 min. Patrný je i rozdíl mezi max. hodnotou a horním kvartilem, který je 3 min. Dále je zde uvedena také min. hodnota, která činí 0 min. Jsou zde zakresleny i statistické hodnoty v podobě průměru, 1,7 min., který je znázorněn křížkem a mediánu 1 min. znázorněn vodorovnou čarou.



Graf. 4.2 Krabicový graf ARRIVA vlaky s.r.o.

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.3 Hodnoty Krabicového grafu ARRIVA vlaky s.r.o.

Statistické funkce	Výsledek [min]
min.	0
kvartil 25 %	0
průměr.	1,7
medián.	1
kvartil 75 %	2
max. odlehlá hodnota	7

Zdroj: vlastní zpracování

4.1 České dráhy a.s.

Druhý vybraný dopravce jsou České dráhy a.s. Jako u předchozího dopravce, jsem ke statistickým výpočtům použil náhodně vybraná data, které jsem vložil do Tab. 3.2. Zde jsem postupně počítal aritmetický průměr, medián, průměrná odchylka, rozptyl, směrodatnou odchylku a variační koeficient. Veškeré výsledky jsem zapracoval do viz Tab. 4.4.

Tab. 4.4 Vypočítané statistické údaje České dráhy a.s.

Druh statistického výpočtu	Výsledek
Aritmetický průměr	4 [min]
Medián	1 [min]
Průměrná odchylka	4,7 [--]
Rozptyl	47,9 [--]
Směrodatná odchylka	6,9 [--]
Variační koeficient	173 %

Zdroj: vlastní zpracování

Nejdůležitější statistické hodnoty jsou opět aritmetický průměr, který činí u tohoto dopravce 4 min., dále medián 1 min. a variační koeficient, který je 173 %.

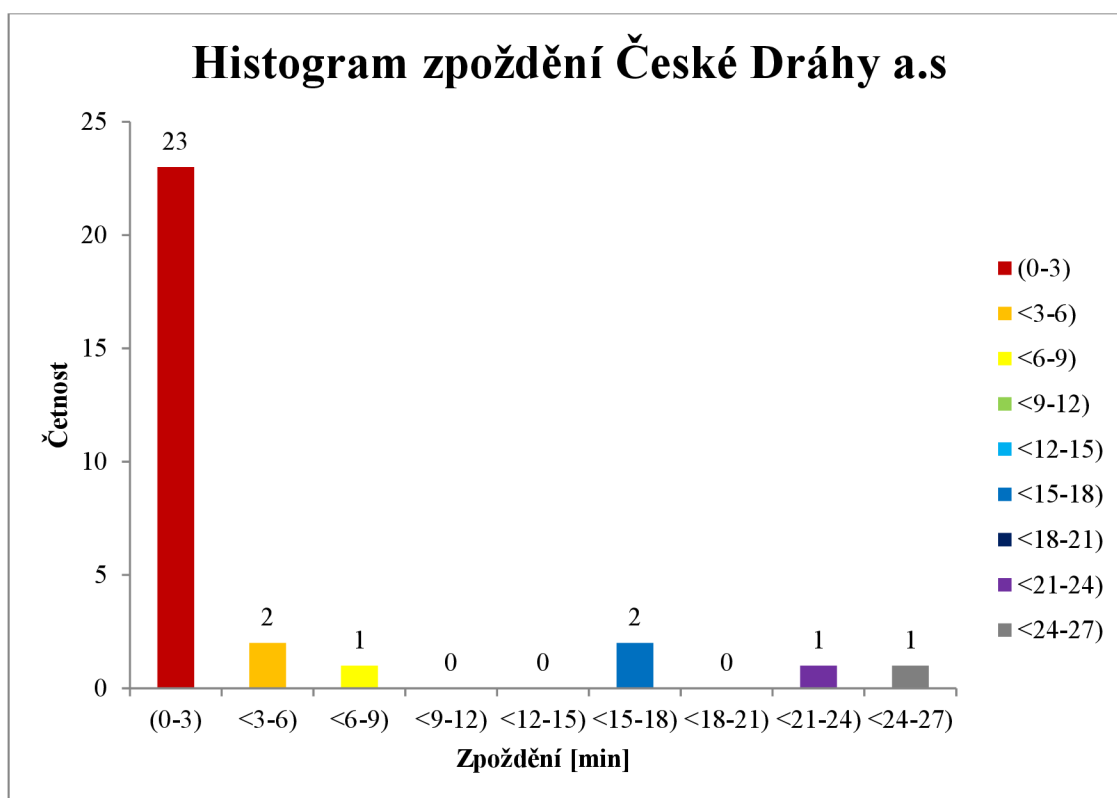
Variační koeficient je v tomto případě vyšší než u předchozího dopravce. Je to zapříčiněno vyšším množstvím naměřených odlehlých hodnot, které jsou znázorněné ve viz Graf. 4.4 krabicový graf České dráhy a.s.

Časová velikost třídy činní opět 3 min. a pokrývá zpoždění od 0 do 27 min. Z tab. 4.5 vyplývá, že nejčastěji udávaná hodnota je od 0 až 3 min. a to 23krát, dále 3 až 6 min. 2krát, 6 až 9 min. 1krát, 15 až 18 min. 2krát, 21 až 24 min. 1krát a poslední 24 až 27 min. 1krát. Na základě těchto měření jsem vytvořil histogram, pro grafické znázornění četností zpoždění dopravce.

Tab. 4.5 Četnost zpoždění České dráhy a.s.

Velikost Třídy [min]	Hranice	Četnost [--]
(0-3)	3	23
<3-6)	6	2
<6-9)	9	1
<9-12)	12	0
<12-15)	15	0
<15-18)	18	2
<18-21)	21	0
<21-24)	24	1
<24-27)	27	1

Zdroj: vlastní zpracování

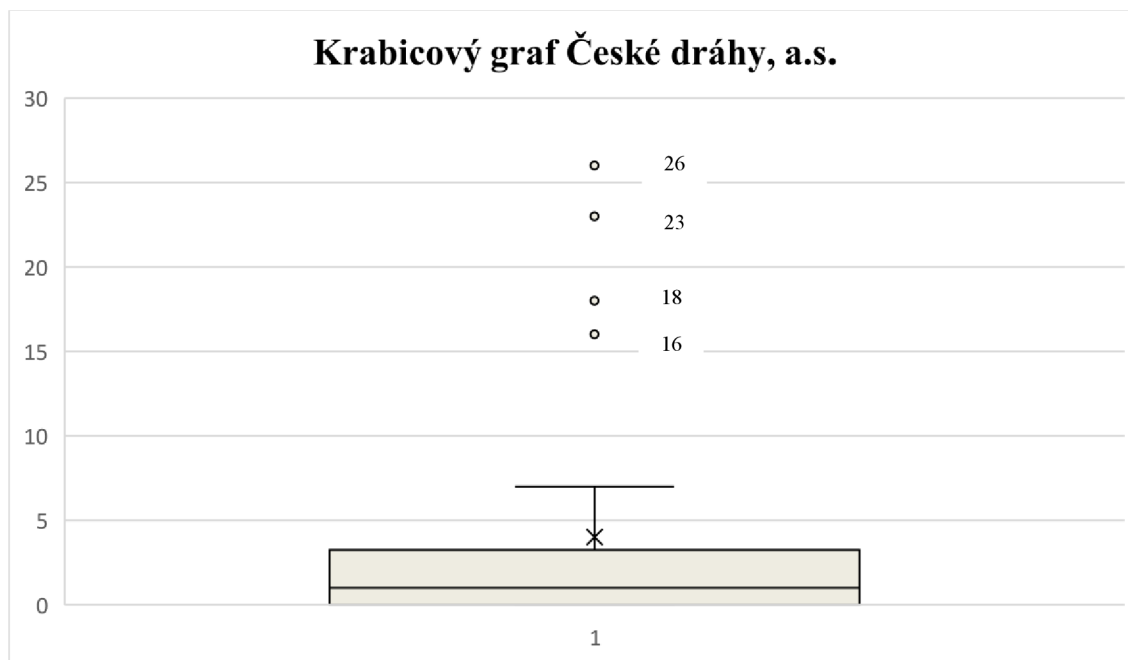


Graf 4.3 Histogram zpoždění České dráhy a.s.

Zdroj: vlastní zpracování

Krabicový graf jsem vytvořil z tabulky viz Tab. 3.2 tabulka zpoždění České dráhy a.s. Pomocí tohoto grafu jsem graficky odhalil extrémní odlehlé hodnoty, které jsou 26 min., 23 min., 18 min. a 16 min. Dále je zde znázorněna max. hodnota v podobě tzv. horního vousu a činní 7 min. Rozdíl mezi max. hodnotou a horním kvartilem je 3,7 min.

Dále je zde uvedena také min. hodnota, která je 0 min. Jsou zde také zakresleny statistické hodnoty v podobě průměru 4 min. a mediánu 1 min.



Graf. 4.4 Krabicový graf České dráhy a.s.

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.6 Hodnoty Krabicového grafu České dráhy a.s.

Statistické funkce	Výsledek [min]
min.	0
kvartil 25 %	0
průměr.	4
medián.	1
kvartil 75 %	3,3
max. odlehlá hodnota	26

Zdroj: vlastní zpracování

4.2 Leo Express Tenders s.r.o.

Posledním sledovaným dopravcem je Leo Express Tenders s.r.o. Stejně jako u předchozích dopravců jsem spočítal aritmetický průměr, medián průměrnou odchylku,

rozptyl směrodatnou odchylku a variační koeficient viz Tab. 4.7. Aritmetický průměr má hodnotu 2,2 min., medián je 0 min. a variační koeficient je 244 %.

Tab. 4.7 Vypočítané statistické údaje Leo Express Tenders s.r.o

Druh statistického výpočtu	Výsledek
Aritmetický průměr	2,2 [min]
Medián	0 [min]
Průměrná odchylka	3,4 [--]
Rozptyl	28 [--]
Směrodatná odchylka	5,3 [--]
Variační koeficient	244 %

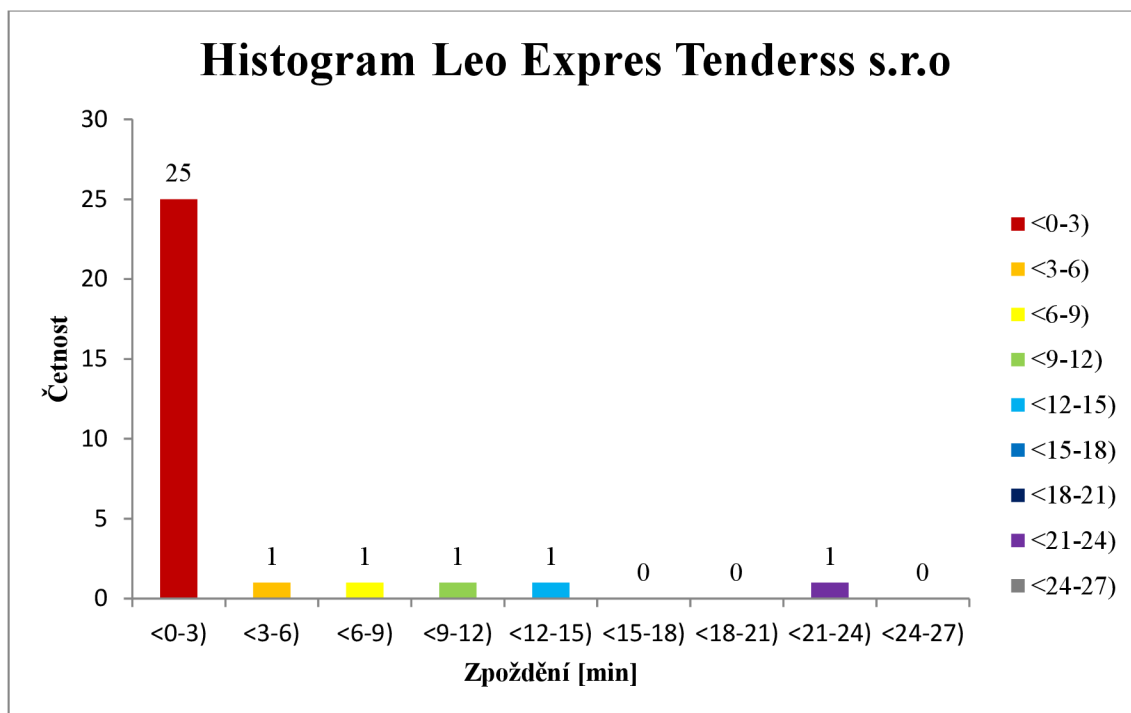
Zdroj: vlastní zpracování

Časová velikost třídy je stejné jako u předchozích dopravců a to 3 min. a pokrývá zpoždění od 0 do 27 min. Z tab. 4.8 vyplývá, že nejčastěji udávaná hodnota je 0 až 3 min. a to 25krát, dále 3 až 6 min. 1krát, 6 až 9 min. 1krát, 9 až 12 min. 1krát, 12 až 15 min. 1krát, 21 až 24 min. 1krát. Na základě těchto měření jsem vytvořil histogram, pro grafické znázornění četností zpoždění dopravce viz. Graf 4.5.

Tab. 4.8 Četnost zpoždění Leo Express Tenderss s.r.o.

Velikost třídy [min]	Hranice	Četnost [--]
(0-3)	3	25
<3-6)	6	1
<6-9)	9	1
<9-12)	12	1
<12-15)	15	1
<15-18)	18	0
<18-21)	21	0
<21-24)	24	1
<24-27)	27	0

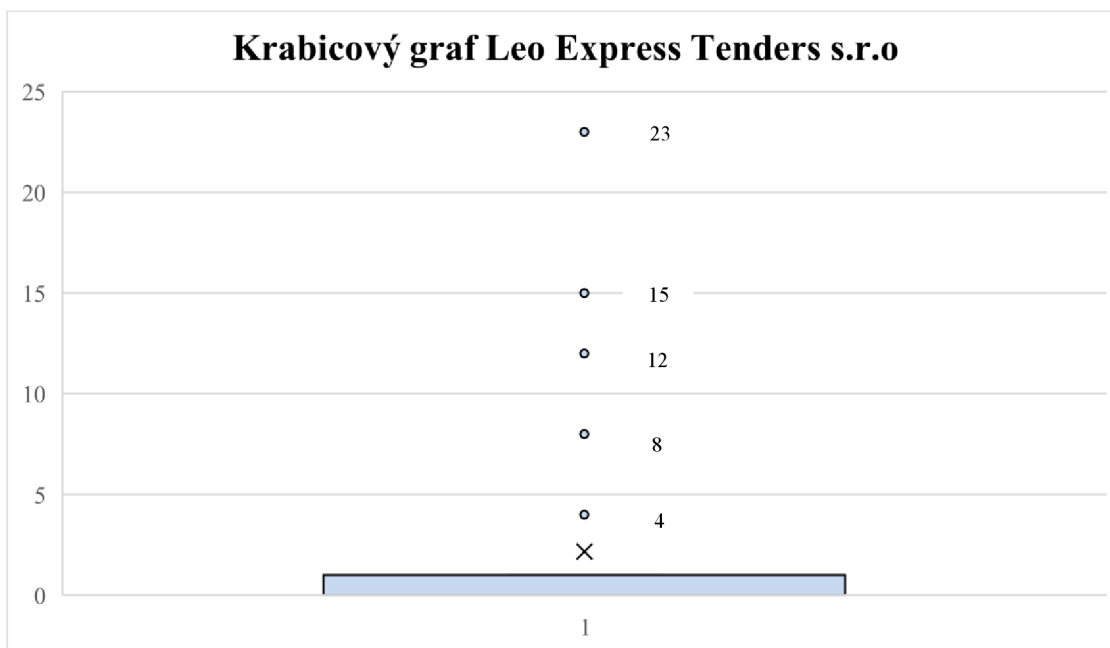
Zdroj: vlastní zpracování



Graf 4.5 Histogram zpoždění Leo Express Tenders s.r.o.

Zdroj: vlastní zpracování

Krabicový graf jsem vytvořil z tabulky viz Tab. 3.3 tabulka zpoždění Leo Express Tenders s.r.o. Pomocí tohoto grafu jsem odhalil extrémní odlehlé hodnoty, které jsou 23 min., 15 min., 12 min. 8 min. a 4 min. Dále je zde znázorněna max. hodnota v podobě tzv. horního vousu a činní 1 min. Dále je zde uvedena také min. hodnota, která je 0 min. Jsou zde také zakresleny statistické hodnoty v podobě průměru 2.2 min. a mediánu 0 min.



Graf 4.6 Krabicový graf Leo Express Tenders s.r.o.

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.9 Hodnoty krabicového grafu

Statistické funkce	Výsledek [min]
min.	0
kvartil 25 %	0
průměr.	2.2
medián.	0
kvartil 75 %	1
max. odlehlá hodnota	23

Zdroj: vlastní zpracování

4.3 Statistické porovnání všech dopravců

Vypočítané hodnoty všech tří dopravců jsem umístil do viz Tab. 4.10. Z této tabulky vyplývá, že nejmenší aritmetický průměr má dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. s hodnotou 1,7 min. následuje Leo Express Tenders s.r.o. s 2,2 min. a poslední je dopravce České dráhy a.s. se 4 min. Podstatnější hodnotou je medián, který lépe vypovídá o časech zpoždění. V tomto případě je na tom nejlépe dopravce Leo Express Tenders s.r.o. s mediánem 0 min. a naprosto totožné hodnoty mediánu 1 min. mají

shodně ARRIVA vlaky s.r.o. a České dráhy a.s. Jestliže aritmetický průměr a medián byl u všech dopravců zanedbatelný, tak u variačního koeficientu je tomu jinak. Nejlépe dopadl dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. s variačním koeficientem 131 %, následují České dráhy a.s. 173 % a poslední je Leo Express Tenders s.r.o. s 244 %. Je patrné, že kolísání okolo aritmetického průměru je u dopravce Leo Express Tenders skoro dvojnásobné oproti dopravci ARRIVA vlaky s.r.o. Celkově všechny tři naměřené variační koeficienty u dopravců, jsou velké a vypovídají, že je v měřených hodnotách velké množství odlehlých hodnot, které variační koeficient zvyšují. Vysoký variační koeficient je zapříčiněn vysokými nesouměrnými naměřenými hodnotami. Zatímco aritmetický průměr je malý, protože je zastoupen vysokým množstvím nulových hodnot zpoždění, tak směrodatná odchylka, jakožto průměrná odchylka od průměru se těmito vysokými hodnotami výrazně zvětšuje a tím i samotný variační koeficient.

Tab. 4.10 Vypočítané hodnoty všech dopravců

Druh statistického výpočtu	ARRIVA	České dráhy	Leo Express
Aritmetický průměr	1,7 [min]	4 [min]	2,2 [min]
Medián	1 [min]	1 [min]	0 [min]
Průměrná odchylka	1,7 [--]	4,7 [--]	3,4 [--]
Rozptyl	4,8 [--]	47,9 [--]	28 [--]
Směrodatná odchylka	2,2 [--]	6,9 [--]	5,3 [--]
Variační koeficient	131 %	173 %	244 %

Zdroj: vlastní zpracování

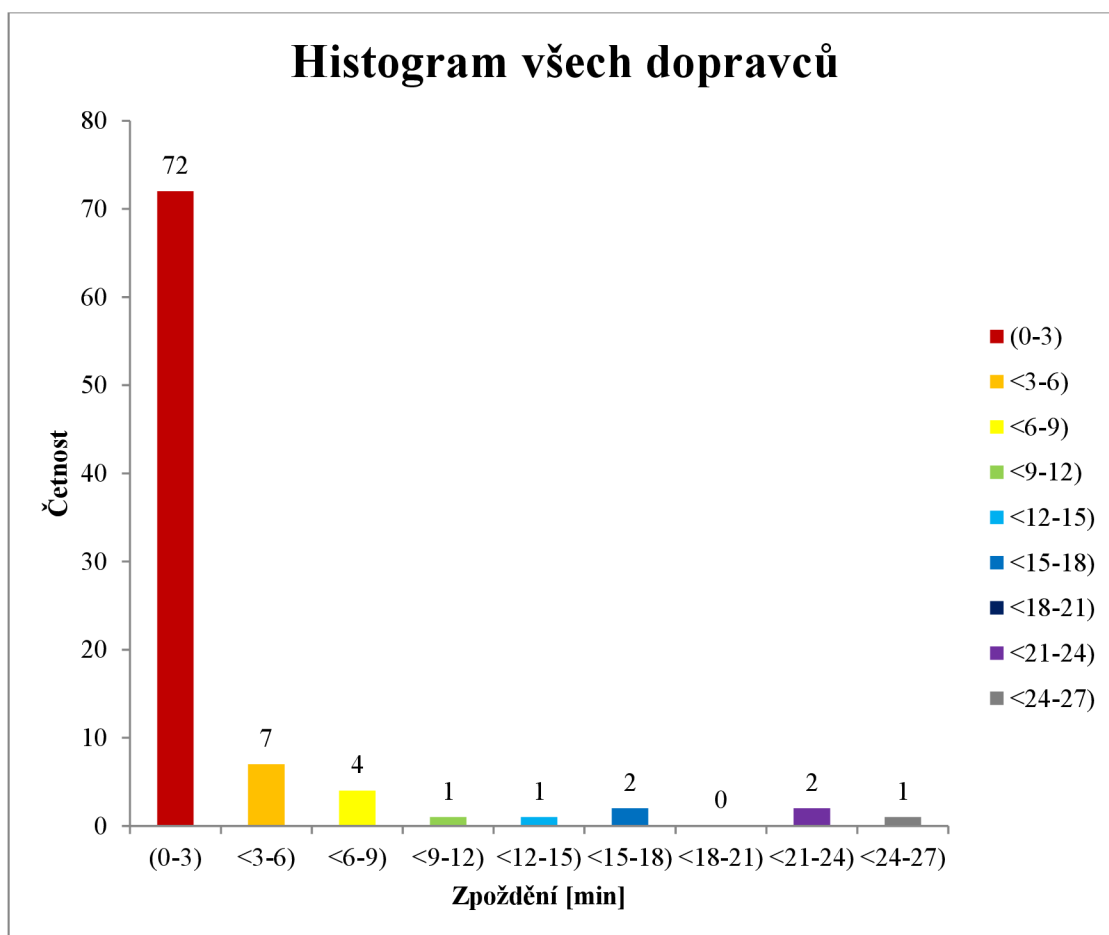
Co se týče četnosti zpoždění všech dopravců z viz Tab. 4.11, tak lze vyčíst, že z celkového objemu 90 měřených výběrových souborů s údaji je celých 72 údajů v rozpětí $0 < 3$ min. To je 64,8 % veškerých hodnot. Pokud k tomuto zpoždění přičtu ještě rozpětí $< 3-6$) [min], které je v tabulce obsaženo celkově sedmi údaji, tak vyjde hodnota 71,1 %. Naproti tomu, nejvyšší rozpětí zpoždění $< 21-24$) min., které je zastoupeno 2krát a $< 24-27$) min. je zastoupeno 1krát a jsou brány jako odlehlé hodnoty, mají zastoupení pouze v 2,7 % případů. Z těchto údajů je jasně patrné, že většina zpoždění všech spojů je orientována do rozpětí $< 0-6$) [min] a to 71,1 %.

Tab. 4.11 Četnost zpoždění všech dopravců

Velikost třídy [min]	Hranice	Četnost [--]
(0-3)	3	72
<3-6)	6	7
<6-9)	9	4
<9-12)	12	1
<12-15)	15	1
<15-18)	18	2
<18-21)	21	0
<21-24)	24	2
<24-27)	27	1

Zdroj: vlastní zpracování

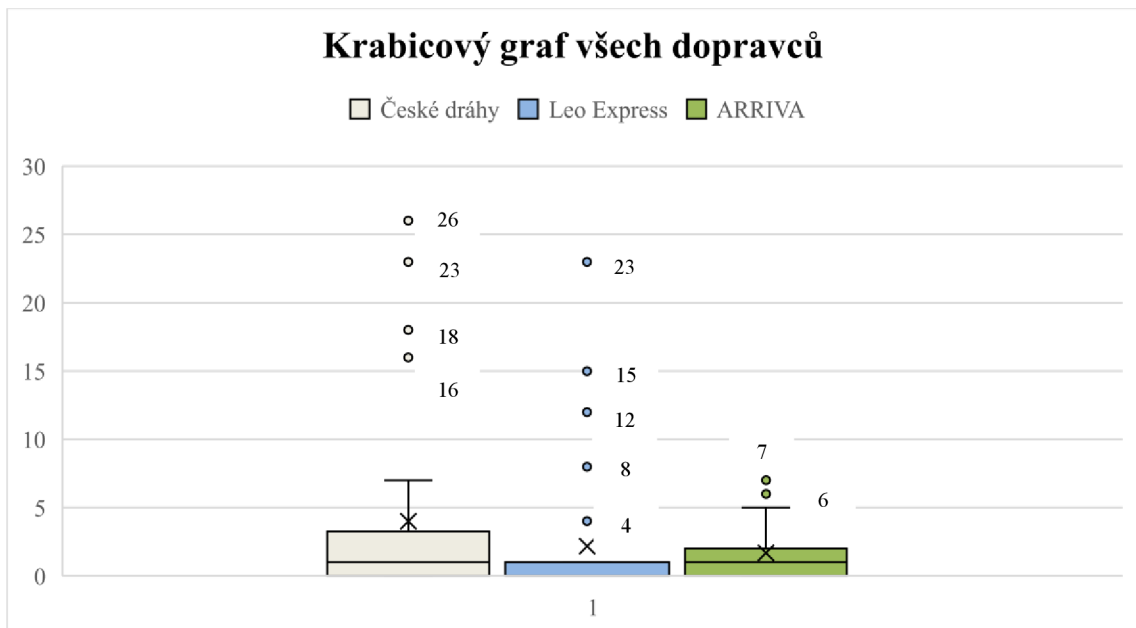
Veškeré zpoždění všech dopravců je znázorněno viz. Graf. 4.7



Graf 4.7 Histogram všech dopravců

Zdroj: vlastní zpracování

Pro grafické porovnání statistických údajů jsem vytvořil krabicový graf, viz Graf 4.8. Z tohoto grafu jsou vidět odlehlé hodnoty všech dopravců a je zde patrně vidět, že nejmenší odlehlé hodnoty má dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. Naproti tomu největší hodnotu odlehlé má dopravce České dráhy a.s. Díky tomuto grafu jsem znázornil tyto odlehlé hodnoty, kterých je celkově 11. Těchto 11 odlehlých hodnot, dělá z 90 celkově naměřených hodnot 9,9 % Proto by se dalo statisticky říci, že skoro každý 9 vlak může mít extrémnější zpoždění. Nejlépe v tomto porovnání dopadl dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. Z grafu jde poznat, že průměr i medián jsou k sobě nejbližší a max. hodnota činní 5 min k hornímu kvartilu, který je 2 min. Leo Express Tenders s.r.o., má průměr i medián také velice blízko avšak disponuje větším množstvím odlehlých hodnot. České dráhy a.s. mají největší rozptyl zpoždění, avšak medián se od průměru také příliš nevzdálil a max. hodnota 7 min. k hornímu kvartilu 3,7 min. není také vysoké číslo. Z grafu lze také poznat, že nejlépe normální rozdělení tzn. že čára mediánu leží co nejbližší středu v krabici grafu má dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. Následuje Leo Express Tenders s.r.o., který má minimální odchylku k dolnímu kvartilu. Poslední v tomto grafickém porovnání jsou České dráhy s.r.o. s opět mírnou tendencí kolísání k dolnímu kvartilu. Dále lze také vyčíst z výšky jednotlivých grafů, které udávají rozptyl, ale v kterém nejsou zahrnuty odlehlé hodnoty, že nejlépe dopadl dopravce Leo Express Tenders s.r.o., následuje ARRIVA vlaky s.r.o. a České dráhy a.s.



Graf 4.8 Krabicový graf všech dopravců

Zdroj: vlastní zpracování

Další statistické údaje ze společného krabicového grafu jsou obsaženy viz Tab. 4.12.

Tab. 4.12 Hodnoty krabicového grafu

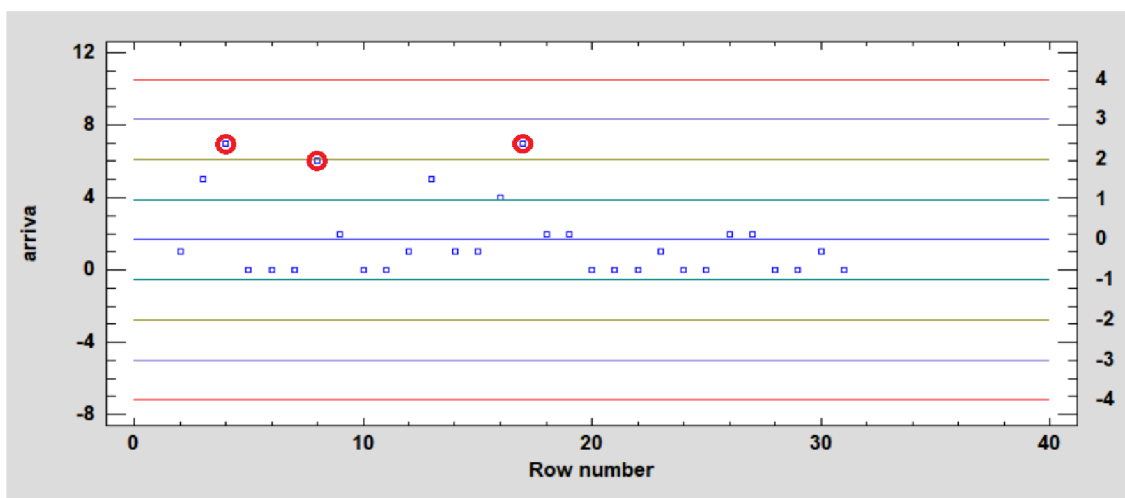
Statistické funkce	Výsledek u všech dopravců dohromady [min]
min.	0
kvartil 25 %	0
průměr.	2,6
medián.	0
kvartil 75 %	2
max. odlehlá hodnota	26

Zdroj: vlastní zpracování

Po vyhodnocení veškerých naměřených dat dopravců, lze říci že z pohledu matematické statistiky nejsou tyto výsledky významněji statisticky rozdílné tzn. že zpoždění u všech měřených dopravců je velmi podobné.

4.3.1 Kontrola určení odlehlých hodnot

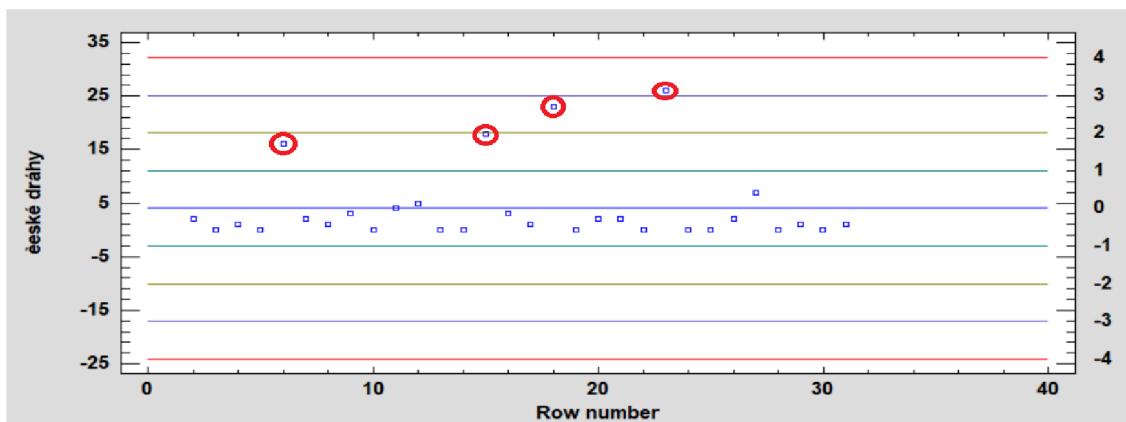
Pro ověření správnosti určení odlehlých hodnot jsem vytvořil na základě dat použitých z výběrových souborů od každého dopravce zvlášť tzv. grafy Outlier Plot with Sigma Limits. V těchto grafech jsem zvýraznil odlehlé hodnoty pro lepší orientaci červenými kolečky. Ve viz Graf. 4.9 jsou znázorněny odlehlé hodnoty dopravce ARRIVA vlaky s.r.o., které jsou totožné jako u krabicového grafu tohoto dopravce.



Graf 4.9 Kontrolní měření odlehlých hodnot ARRIVA vlaky s.r.o.

Zdroj: vlastní zpracování

Další kontrola je provedena u dopravce České dráhy a.s. Ve viz Graf. 4.10 jsou znázorněné odlehlé hodnoty, které jsou totožné s odlehlými hodnotami krabicového grafu tohoto dopravce.



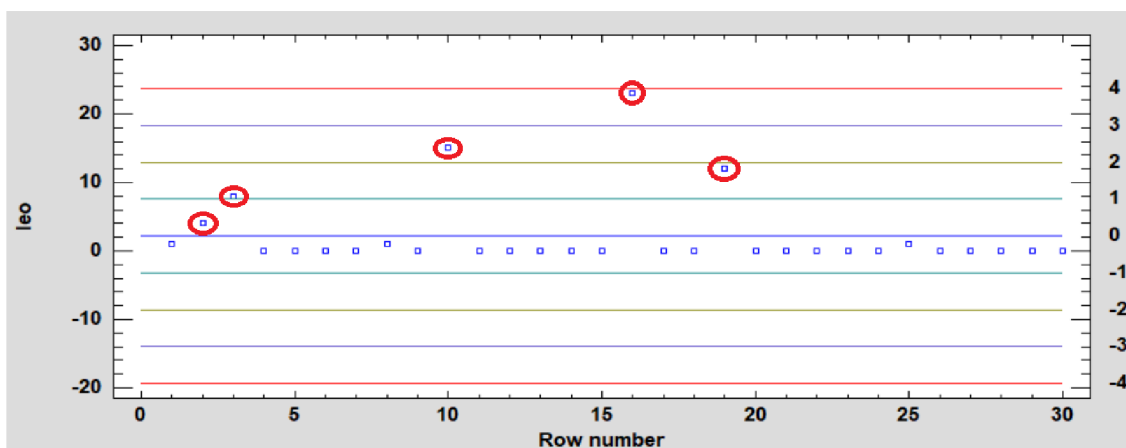
Graf 4.10 Kontrolní měření odlehlých hodnot České dráhy a.s.

Zdroj: vlastní zpracování

Poslední kontrolovaný dopravce je Leo Express Tenders s.r.o. Ve viz Graf 4.11 jsou znázorněny odlehlé hodnoty, které v tomto grafu kromě nejvyšší hodnoty nesplňují podmínku odlehlých hodnot tzn. že hodnoty datových souborů nejsou vyšší než aritmetický průměr plus, minus trojnásobek směrodatné odchylky. Z tohoto důvodu jsem provedl kontrolu tzv. vnitřních hradeb a to vzorcem:

$$BH = x_{0,75} + (1,5 \cdot x_{0,75}) \quad [\text{min}] \quad (4.1)$$

Po dosazení hodnot mi vyšla hodnota 2,5 min. tzn. že veškeré hodnoty, které jsou vyšší jako 2,5 min., jsou odlehlé hodnoty a proto jsou naměřené odlehlé hodnoty správné.



Graf 4.11 Kontrolní měření odlehlých hodnot Leo Express Tenders s.r.o.

Zdroj: vlastní zpracování

4.4 Porovnání dat osobních a spěšných vlaků s daty rychlíků

Sekundárně se sběrem dat o osobních a spěšných vlaků vybraných třech dopravců, jsem získal od dopravce Leo Express data o zpoždění expresních vlaků. Proto jsem se rozhodl porovnat, jestli existuje nějaký markantní rozdíl mezi zpožděním osobních, spěšných vlaků a expresních vlaků dopravce Leo Express. Jako v předchozích příkladech jsem vytvořil výběrové soubory, které jsem umístil do viz Tab. 3.4.

Pro lepší orientaci s výsledky jsem vytvořil viz Tab. 4.13.

Tab. 4.13 Porovnání statistických výsledků

Druh statistického výpočtu	ARRIVA	České dráhy	Leo Express Tenders	Leo Express (Expresní vlaky)
Aritmetický průměr	1,7 [min]	4 [min]	2,2 [min]	5,7 [min]
Medián	1 [min]	1 [min]	0 [min]	1 [min]
Průměrná odchylka	1,7 [--]	4,7 [--]	3,4 [--]	6,3 [--]
Rozptyl	4,8 [--]	47,9 [--]	28 [--]	60,2 [--]
Směrodatná odchylka	2,2 [--]	6,9 [--]	5,3 [--]	7,8 [--]
Variační koeficient	131 %	173 %	244 %	137 %

Zdroj: vlastní zpracování

Z těchto naměřených hodnot je patrné, že aritmetický průměr je u expresních vlaků vyšší o 4 min. než u ARRIVA vlaky s.r.o. a o 1,7 min. než u České dráhy a.s. které, mají nejvyšší naměřený průměr z osobních a spěšných vlaků. Jestliže se podívám na medián, tak ten je totožný jako u dvou dopravců. Pouze Leo Express Tenders s.r.o. má medián 0 [min]. Poslední důležitým ukazatelem je Variační koeficient a ten činí 137 %, to je lepší výsledek jako u osobních vlaků Leo Express Tenders s.r.o., tak i Českých drah a.s.

Ve viz. Tab. 4.14 jsou uvedeny četnosti expresních vlaků. Z této tabulky je patrné, že rozptyl je větší než u jednotlivých dopravců u osobních a spěšných vlaků. Díky tomu expresní vlaky nemají tolik extrémních odlehlých hodnot a tím pádem je variační koeficient s hodnotou 137 %, velmi podobný jako u dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. s hodnotou 131 %. Nejodlehlejší hodnota, která je v rozmezí <24-27), byla naměřena

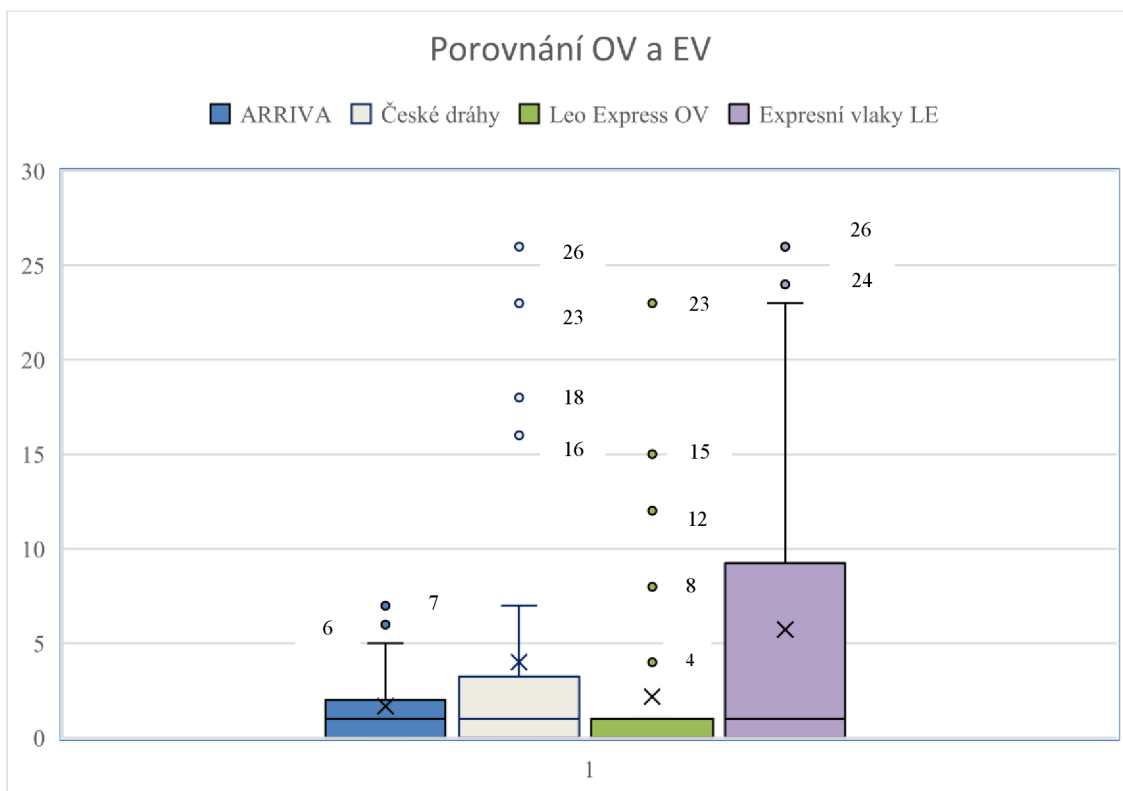
i u dopravce České dráhy a.s. a z tohoto hlediska, nijak nevybočuje od naměřeného zpoždění u osobních a spěšných vlaků.

Tab.4.14 Četnost zpoždění expresních vlaků

Velikost třídy [min]	Hranice	Četnost [--]
(0-3)	3	18
<3-6)	6	2
<6-9)	9	3
<9-12)	12	2
<12-15)	15	1
<15-18)	18	1
<18-21)	21	0
<21-24)	24	2
<24-27)	27	1

Zdroj: vlastní zpracování

Jako poslední jsem vytvořil krabicový graf všech 4 měřených hodnot dopravců. Z něj vyplývá, že expresní vlaky mají dvě odlehlé hodnoty a to 26 min. a 24 min. Max. hodnota u expresních vlaků činí 23 min. což je u všech osobních a spěšných vlaků odlehlá hodnota. Je zde také patrné, že zpoždění v cílové stanici je u expresních vlaků velice rozmanité a max hodnota je od horního kvartilu také vysoko, tzn. že zpoždění je velice různorodé.



Graf 4.12 Krabicový graf porovnání osobních a expresních vlaků

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.15 Hodnoty krabicového grafu

Statistické funkce	Výsledek Expresních vlaků [min]
min.	0
kvartil 25 %	0
průměr.	5,7
medián.	1
kvartil 75 %	9,25
max. odlehlá hodnota	26

Zdroj: vlastní zpracování

Z hlediska matematické statistiky, lze říci, že naměřené hodnoty nejsou nijak rozdílné oproti osobním a spěšným vlakům a to především v mediánu, který je totožný s dvěma dopravci a variačního koeficientu, který je druhý nejlepší z celého měření.

4.5 Srovnání spolehlivosti s rokem 2019

Následující srovnání, které jsem provedl, je srovnání zpoždění s rokem 2019. Ještě před samotným porovnáním je třeba zdůraznit, že období, kdy byly měřeny data v rámci mé diplomové práce, to znamená konec října a půlka ledna 2020/2021 probíhal v České republice omezený provoz z důvodu omezené poptávky po mobilitě zapříčiněné špatnou epidemickou situací v republice.

Pro porovnání údajů za roky 2019 a 2020/2021 jsem oslovil Správu železnic, která mi vyšla vstříc a poslala údaje o zpoždění osobních a spěšných vlaků za celý rok 2019. Tyto údaje jsem zapracoval do viz. Tab. 4.16

Tab. 4.16 Plnění jízdního řádu vlaků osobní dopravy na síti SŽDC 2019

Celkem vypravených osobních a spěšných vlaků vlaku.	Včas	%	Zpoždění	%
2 557 672 [ks]	2 304 474 [ks]	90,1	253 198 [ks]	9,9

Zdroj: [11]

K obsaženým údajům je třeba podotknout, že za včasný vlak se považuje ten, jehož zpoždění ve výchozí a konečné stanici nepřevyšuje 5 [min]. Proto jsem za účelem porovnání upravil mé naměřené hodnoty četností na 5 [min] viz. Tab. 4.17

Tab. 4.17 Četnost zpoždění osobních a spěšných vlaků 2020/2021

Velikost třídy [min]	Hranice	Četnost [--]
(0,5)	5	78
<5-10)	10	5
<10-15)	15	2
<15-20)	20	2
<20-25)	25	2
<25-30)	30	1

Zdroj: vlastní zpracování

Z Tab. 4.17 jsem podle četností procentuálně vypočítal včasné a zpožděné vlaky, které jsem zapracoval do viz. Tab. 4.18.

Tab. 4.18 Výběrové plnění jízdního řádu vlaků osobní dopravy 2020/2021

Celkový počet naměřených osobních a spěšných vlaků.	Včas	%	Zpoždění	%
90 [ks]	78 [ks]	86,7	12 [ks]	13,3

Zdroj: vlastní zpracování

Jestliže porovnáme má naměřená data s daty dodané správou železnic, tak zjistíme že procentuální rozdíl zpoždění je minimální. Správa železnic udává zpoždění za rok 2019 u 9,9 % a mé měření za určité období 13,3 % Proto se dá říci, že není markantnějšího rozdílu mezi vlaky vypravenými v roce 2019 a vlaky měřenými za období října až ledna 2020/2021.

4.5.1 Srovnání spolehlivosti ARRIVA vlaky s.r.o. s rokem 2019 za dané období

Posledním srovnáním je srovnání zpoždění osobních a spěšných vlaků vybraných dopravců za období od 1.9.2019 do 31.12.2019. Toto období je téměř totožné s obdobím, kdy jsem provedl sběr mých dat jen o rok později tzn. od 28. 10. 2020 do 18. 1. 2021. V tabulce 4.19 jsou obsaženy zpoždění podle třídění Správy železnic.

Tab. 4.19 Tabulka zpoždění za dané období roku 2019 ARRIVA vlaky s.r.o.

	Včas do 5 [min]	6-15[min] Zpoždění	16-30 [min] Zpoždění	31-60 [min] Zpoždění	61 [min] a více Zpoždění
Celkem	7 957	1 329	312	79	16
	Včas	Zpoždění			
Celkem	82 %	18 %			

Zdroj: [11]

Jako první je provedena úprava zařídění naměřených dat podle Správy železnic, aby bylo možné provést porovnání viz Tab. 4.20. Následně je proveden procentuální výpočet včasných a zpožděných vlaků. Tyto procentuální výsledky jsou obsaženy ve viz Tab. 4.19 a 4.20.

Tab. 4.20 Tabulka zpoždění za měřené období 2020/2021 ARRIVA vlaky s.r.o.

	Včas do 5 [min]	6-15[min] Zpoždění	16-30 [min] Zpoždění	31-60 [min] Zpoždění	61 [min] a více Zpoždění
Celkem	27	3	0	0	0
	Včas	Zpoždění			
Celkem	90 %	10 %			

Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledky, které jsou obsaženy ve viz Tab. 4.19 a 4.20 vyplývá že dané období roku 2019 mělo zpoždění u 18 % vlaků a za dané měřené období roku 2020/2021 to je u 10 % vlaků. Rozdíl je tedy 8 %.

4.5.2 Srovnání spolehlivosti České dráhy a.s. s rokem 2019 za dané období

Dalším dopravcem pro srovnání jsou České dráhy a.s. V tabulce 4.21 jsou obsaženy zpoždění podle třídění Správy železnic a následně jsou upravené do procentuálních výsledků.

Tab. 4.21 Tabulka zpoždění za dané období roku 2019 České dráhy a.s.

	Včas do 5 [min]	6-15[min] Zpoždění	16-30 [min] Zpoždění	31-60 [min] Zpoždění	61 [min] a více Zpoždění
Celkem	688 390	91 279	16 619	2 827	632
	Včas	Zpoždění			
Celkem	86 %	14 %			

Zdroj: [11]

Z výsledků, které jsou obsaženy ve viz Tab. 4.21 a 4.22 vyplývá že za dané měřené období roku 2019 je zpožděno u dopravce České dráhy a.s. 14 % vlaků a za dané měřené období roků 2020/2021 to je 17 %. Rozdíl je v pouhých 3 %.

Tab. 4.22 Tabulka zpoždění za měřené období 2020/2021 České dráhy a.s.

	Včas do 5 [min]	6-15[min] Zpoždění	16-30 [min] Zpoždění	31-60 [min] Zpoždění	61 [min] a více Zpoždění
Celkem	25	1	4	0	0
	Včas	Zpoždění			
Celkem	83 %	17 %			

Zdroj: Vlastní zpracování

4.5.3 Srovnání spolehlivosti Leo Express Tenders s.r.o. s rokem 2019 za dané období

Posledním dopravcem pro srovnání je Leo Express Tenders s.r.o. Ve viz Tab. 4.23 jsou obsaženy zpoždění podle třídění Správy železnic a následně upravené do procentuálních výsledků.

Tab. 4.23 Tabulka zpoždění za dané období roku 2019 Leo Express Tenders s.r.o.

	Včas do 5 [min]	6-15[min] Zpoždění	16-30 [min] Zpoždění	31-60 [min] Zpoždění	61 [min] a více Zpoždění
Celkem	669	140	46	16	6
	Včas	Zpoždění			
Celkem	76 %	24 %			

Zdroj: [11]

Z výsledků, které jsou obsaženy ve viz Tab. 4.23 a 4.24 vyplývá že za dané měřené období roku 2019, je zpožděno u dopravce Leo Express Tenders s.r.o. 24 % vlaků a za dané měřené období roků 2020/2021 to je 13 %. Rozdíl je tedy 11 % a je ze všech tří měřených dopravců nejvyšší.

Tab. 4.24 Tabulka zpoždění za měřené období 2020/2021 Leo Express Tenders s.r.o.

	Včas do 5 [min]	6-15[min] Zpoždění	16-30 [min] Zpoždění	31-60 [min] Zpoždění	61 [min] a více Zpoždění
Celkem	26	3	1	0	0
	Včas	Zpoždění			
Celkem	87 %	13 %			

Zdroj: Vlastní zpracování

Závěr

Cíl diplomové práce je zadán stanovení T-spolehlivosti vybraných železničních dopravců v osobní dopravě. Pro mou diplomovou práci, jsem zvolil tři dopravce a to: ARRIVA vlaky s.r.o, České dráhy a.s. a Leo Express Tenders s.r.o. U těchto dopravců jsem v daných termínech provedl sběr, který čítá na 560 naměřených dat. Z těchto dat jsem následně vytvořil tři výběrové soubory po 30 údajích ke každému dopravci zvlášť a dosadil je do příslušných tabulek. Z těchto dat jsem posléze vypočítal nejdůležitější statistické výpočty ke každému dopravci zvlášť a to: aritmetický průměr, medián a variační koeficient. Po vypočítání všech statistických výpočtů jsem sestrojil statistické grafy pro lepší orientaci s údaji, ale také pro odhalení odlehlých hodnot. Následně jsem porovnal veškeré vypočítané hodnoty všech dopravců mezi sebou, abych zjistil, který dopravce má nejlepší údaje.

První měřený dopravce je ARRIVA vlaky s.r.o. U tohoto dopravce jsem naměřil aritmetický průměr 1,7 min., medián 1 min. a variační koeficient 131 %. Po sestrojení krabicového grafu jsem odhalil dvě odlehle hodnoty a to 7 min. a 6 min., dále max. hodnotu 5 min. a rozdíl mezi touto hodnotou a horním kvartilem 3 min. Tyto samotné hodnoty mi nic zásadního neřekli, protože je potřeba porovnávat s jinými vypočítanými hodnotami.

Druhý měřeným dopravcem jsou České dráhy a.s. Tento dopravce má aritmetický průměr 4 min., medián 1 min. a variační koeficient 173 %. Tento dopravce už má více odlehlých hodnot a to celkem 4. Jedná se o 26 min., 23 min., 18 min. a 16 min. Max hodnota činí 7 min. a rozdíl mezi touto hodnotou a horním kvartilem činí 4,7 min.

Posledním měřeným dopravcem je Leo Express Tenders s.r.o. ten má aritmetický průměr 2,2 min., medián 0 min. a variační koeficient 244 %. Odlehlých hodnot má celkově 5 a to: 23 min., 15 min, 12 min, 8 min. a 4 min. Max hodnota je 1 min. a rozdíl mezi horním kvartilem je 0 min.

Z těchto vypočítaných údajů vyplývá, že nejmenší aritmetický průměr zpoždění má dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. a to 1,7 [min]. Aritmetický průměr může díky vysokým odlehlým hodnotám zkreslovat celkový výsledek, proto jsem vypočítal medián, který ukazuje přesněji stav zpoždění. V tomto případě je na tom nejlépe dopravce Leo Express Tenders s.r.o. s mediánem 0 [min]. Poslední statistický výpočet je variační

koeficient, který mi ukázal z kolika procent se podílí směrodatná odchylka od aritmetického průměru. V tomto případě má nejlepší hodnotu dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. a to 131 %. Vysoké variační koeficienty jsou způsobeny vysokým výskytem odlehlých hodnot a silnou nesouměrností naměřených hodnot.

Po vytvoření statistického grafu box-plot, jsem odhalil odlehlé hodnoty zpoždění a zároveň je porovnal. Nejméně odlehlých hodnot má dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. a to 2. Celkový pohled na všechny tři krabicové grafy odhalil nejmenší odchylku aritmetického průměru od mediánu a to, u dopravce ARRIVA vlaky s.r.o. Tento dopravce má podle znázorněného grafu i téměř normální rozdělení tzn. čára mediánu je uprostřed krabice grafu. Co se týče nejmenšího rozptylu bez odlehlých hodnot, tak je na tom nejlépe dopravce Leo Express Tenders s.r.o. V celkovém porovnání vypočítaných statistických hodnot a grafů všech dopravců, lze říci, že nejlepší spolehlivost vykazuje dopravce ARRIVA vlaky s.r.o., následuje Leo Express Tenders s.r.o. a České dráhy a.s. Vzhledem k tomu, že naměřené a vypočítané hodnoty nevykazují žádné extrémní rozdíly, tak lze z pohledu matematické statistiky konstatovat, že rozdíly mezi dopravci jsou minimální.

Na závěr mé práce jsem vytvořil sekundární porovnání mých naměřených dat s daty expresních vlaků dopravce Leo express, které byly měřeny za stejné období a také porovnání zpoždění osobních a spěšných vlaků za celý rok 2019 s mými naměřenými hodnotami z roků 2020/2021. Z výpočtů vyplývá, že aritmetický průměr činí 5,7 min., medián je 1 min. a variační koeficient s hodnotou 137 %. Z tohoto hlediska, jsou hodnoty velice podobné hodnotám osobních a spěšných vlaků. Po vytvoření krabicového grafu je ovšem zřetelné, že max. hodnota činí 23 min, normální rozdělení je asymetrické tzn. čára, mediánu se blíží spodnímu kvartilu a rozptyl je ze všech znázorněných grafů největší. Z tohoto hlediska vykazují expresní vlaky dopravce Leo express více rozptýlených dat. Co se týče porovnání spolehlivosti osobních a spěšných vlaků za rok 2019 a mých dat za rok 2020/2021, tak je výsledek téměř totožný tzn. za rok 2019 bylo evidováno zpoždění u 9,9 % všech vypravených osobních a spěšných vlaků a z mých použitých dat za rok 2020/2021 to bylo 13,3 %. Poslední porovnání spolehlivosti je za dané období roku 2019 s mými použitými daty za rok 2020/2021. Zde vyplývá, že nejmenší procentuální rozdíl za dané období má ARRIVA vlaky s.r.o s rozdílem 3 %. Naopak největší rozdíl je u dopravce Leo Express Tenders s.r.o. a to 11 %.

Seznam zdrojů

- [1] HOLUB, Rudolf a Zdeněk VINTR. *Spolehlivost letadlové techniky* [online]. Brno: Vysoké učení technické, 2001. Dostupné také z: <https://docplayer.cz/7152741-Spolehlivost-letadlove-techniky.html>.
- [2] CHODOUNSKÝ, Jiří. *Spolehlivost služby* [online]. Praha: Česká společnost pro jakost, 2004. Dostupné také z: https://www.csq.cz › 14_Spolehlivost_sluzby.
- [3] VALIŠ, David. *Prediktivní analýzy spolehlivosti a možnosti jejich využití* [online]. Brno: Česká společnost pro jakost, 2015. Dostupné z: https://www.csq.cz › CSJ_OSS_SBORNIK_2015_final.
- [4] Vališ, David. *Prediktivní analýzy spolehlivosti a možnosti jejich využití II* [online]. Brno: Česká společnost pro jakost, 2016. Dostupné z: https://www.csq.cz › CSJ_OSS_Sbornik_2016_final.
- [5] ČERNÁ, Anna a Jan Černý. *Manažerské rozhodování o dopravních systémech*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-849-7.
- [6] FAMFULÍK, Jan. *Spolehlivost pozemní dopravy*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2017. ISBN 978-80-248-3266-1.
- [7] BEDÁŇKOVÁ, Iveta a Vladimír VEČEREK, *Základy statistiky* [online]. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2019. Dostupné také z: <https://cit.vfu.cz/stat/FVL/Skripta.pdf>.
- [8] KLADIVO, Petr. *Základy statistiky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci – Přírodovědecká fakulta, 2013. ISBN 978-80-244-3841-2.
- [9] ČAPKA, Alexander. *Dopravní systémy*. Přerov: Vysoká škola logistiky o.p.s, 2021. ISBN 978-80-87179-60-4.
- [10] LAŠÁK, Pavel. Krabicový graf – boxplot – Excel. In: *Jak na Excel* [online]. Praha: Jak na Excel, © 2004-2021 [2021-3-2] Dostupné z: <https://office.lasakovi.com/excel>.
- [11] SŽ. *Správa železnic* [Online]. Praha: SŽ, © 2003-2021 [2021-3.4]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/web/guest>.

- [12] OTRT. *Open Track Railway technology* [Online]. Curych: OTRT, © 2008 [2021-3.2]. Dostupné z: https://www.opentrack.cz/reference_cz.html.
- [13] DROZDOVÁ, Jarmila a Vladimír HOMOLA. *Statistika pro Geovědní a montánní turismus*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2017. ISBN 978-80-248-4066-6.

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Dílčí vlastnosti objektu.....	15
Obr. 1.2 Koncept jakosti služby	16
Obr. 1.3 Hustota pravděpodobnosti náhodné proměnné	20
Obr. 1.4 Pravděpodobnost funkce diskrétní náhodné proměnné	21
Obr. 1.5 Přehled maximálního zpoždění vlaků při 96 % výkonu	28
Obr. 1.6 Box-plot.....	29
Obr. 2.1 Postup analýzy FMECA.....	33
Obr. 2.2 Proces rozvoje stromu událostí	34

Seznam tabulek

Tab. 1.1 Rozdělení četnosti	27
Tab. 3.1 Zatříděná data ARRIVA vlaky s.r.o.	43
Tab. 3.2 Zatříděná data České dráhy, a.s.....	44
Tab. 3.3 Zatříděná data Leo Express Tenders s.r.o.....	45
Tab. 3.4 Zatříděná data expresních vlaků Leo Express s.r.o.	46
Tab. 4.1 Vypočítané statistické údaje ARRIVA vlaky s.r.o.	47
Tab. 4.2 Četnost zpoždění ARRIVA vlaky s.r.o.	48
Tab. 4.3 Hodnoty Krabicového grafu ARRIVA vlaky s.r.o.	49
Tab. 4.4 Vypočítané statistické údaje České dráhy a.s.	50
Tab. 4.5 Četnosti zpoždění České dráhy a.s,	51
Tab. 4.6 Hodnoty Krabicového grafu České dráhy a.s.....	52
Tab. 4.7 Vypočítané statistické údaje Leo Express Tenders s.r.o.	53
Tab. 4.8 Četnost zpoždění Leo Express Tenderss s.r.o.	53
Tab. 4.9 Hodnoty krabicového grafu.....	55
Tab. 4.10 Vypočítané hodnoty všech dopravců.....	56
Tab. 4.11 Četnost zpoždění všech dopravců.....	57
Tab. 4.12 Hodnoty krabicového grafu	59
Tab. 4.13 Porovnání statistických výsledků	61
Tab. 4.14 Četnost zpoždění expresních vlaků	62

Tab. 4.15	Hodnoty krabicového grafu	63
Tab. 4.16	Plnění jízdního řádu osobních dopravy na síti SŽDC 2019	64
Tab. 4.17	Četnosti zpoždění osobních a spěšných vlaků 2020/2021.....	64
Tab. 4.18	Výběrové plnění jízdního řádu vlaků osobní dopravy 2020/2021	65
Tab. 4.19	Tabulka zpoždění za dané období roku 2019 ARRIVA vlaky s.r.o.	65
Tab. 4.20	Tabulka zpoždění za měřené období 2020/2021 ARRIVA vlaky s.r.o.	66
Tab. 4.21	Tabulka zpoždění za dané období roku 2019 České dráhy a.s.	66
Tab. 4.22	Tabulka zpoždění za měřené období 2020/2021 České dráhy a.s.	67
Tab. 4.23	Tabulka zpoždění za dané období roku 2019 Leo Express Tenders	67
Tab. 4.24	Tabulka zpoždění za měřené období 2020/2021 Leo Express Tenders	68

Seznam grafů

Graf. 4.1	Histogram zpoždění ARRIVA vlaky s.r.o.	48
Graf. 4.2	Krabicový graf ARRIVA vlaky s.r.o.	49
Graf. 4.3	Histogram zpoždění České dráhy a.s.....	51
Graf. 4.4	Krabicový graf České dráhy a.s	52
Graf. 4.5	Histogram zpoždění Leo Express s.r.o.	54
Graf. 4.6	Krabicový graf Leo Express Tenders s.r.o.	55
Graf. 4.7	Histogram všech dopravců.....	57
Graf. 4.8	Krabicový graf všech dopravců všech dopravců.....	58
Graf. 4.9	Kontrola měření odlehlých hodnot ARRIVA vlaky s.r.o.	59
Graf. 4.10	Kontrola měření odlehlých hodnot České dráhy a.s.	60
Graf. 4.11	Kontrola měření odlehlých hodnot Leo Express Tenders s.r.o.	60
Graf. 4.12	Krabicový graf porovnání osobních a expresních vlaků.....	63

Seznam zkratk

ETA	Event Tree Analysis
FMECA	Failure Modes, Effects and Criticality Analysis
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
IEC	International Electrotechnical Commission

Seznam příloh

- Příloha A Plnění jízdního řádu osobní dopravy na síti SŽDC za období od 1.9.2019 do 31.12.2019
- Příloha B Plnění jízdního řádu osobní dopravy na síti SŽDC za rok 2019
- Příloha C Tabulka Zpoždění Leo Express Tenders s.r.o.
- Příloha D Tabulka Zpoždění ARRIVA vlaky s.r.o.
- Příloha E Tabulka Zpoždění České dráhy a.s.

Plnění jízdního řádu osobní dopravy na síti SŽDC 2019



Váš dopis zn.

Ze dne 29. března 2021
 Naše zn. 26666/2021-SŽ-GR-O25
 Listů/příloh 2/0

Vyřizuje Ing. Tomáš Drvota
 Telefon +420 972 235 775
 Mobil +420 725 345 959
 E-mail drvota@spravazeleznic.cz

Datum 15. dubna 2021

Vážený pan
 Marek Bradáč
 U Cukrovaru 617/34
 Olomouc
 779 00
 e-mailem: <Marek-bradac@email.cz>

**Poskytnutí informací podle § 14 odst. 5 písm. d) zákona č. 106/1999 Sb.,
 o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů**

Správa železnic, státní organizace, obdržela dne 29. března 2021 Vaši žádost podle zákona č. 106/1999 Sb. o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů (dále jen InfZ), týkající se poskytnutí informací:

- Zpoždění osobních vlaků za rok 2019 (ČD, ARRIVA, Leo Express Tenders).

Na základě výzvy u upřesnění žádosti jste dne 31. března 2021 upřesnil žádost a zůzil požadované údaje na:

- Zpoždění osobních a spěšných vlaků za období od 1. 9. 2019 do 30. 12. 2019 (ČD, ARRIVA, Leo Express Tenders).

Vaší žádosti o poskytnutí informace dle zákona č. 106/1999 Sb. **se vyhovuje**. Požadované informace poskytujeme formou níže uvedené tabulky.

Arriva vlaky, s.r.o.

Kategorie	Včas a do 5 min.	6 - 15 min.	16 - 30 min.	31 - 60 min.	61 min. a více
Sp	17	1	0	0	0
Os	7940	1328	312	79	16
Celkem	7957	1329	312	79	16

Leo Express Tenders, s.r.o.

Kategorie	Včas a do 5 min.	6 - 15 min.	16 - 30 min.	31 - 60 min.	61 min. a více
Sp	34	8	7	2	1
Os	635	132	39	14	5
Celkem	669	140	46	16	6

České dráhy, a.s.

Kategorie	Včas a do 5 min.	6 - 15 min.	16 - 30 min.	31 - 60 min.	61 min. a více
Sp	31689	6825	1530	264	73
Os	656701	84454	15089	2563	559
Celkem	688390	91279	16619	2827	632

POUČENÍ

Proti tomuto rozhodnutí, kterým bylo žádosti vyhověno, není odvolání přípustné.

Žadatel je oprávněn v souladu s § 16a InfZ podat stížnost na postup při vyřizování žádosti o informace, shledá-li důvody pro její podání vymezené v § 16a odst. 1 InfZ, a to u SŽ do 30 dnů ode dne uplynutí lhůty pro poskytnutí informace dle 14 odst. 5 písm. d) InfZ.

Mgr. František Chabičovský

Mgr. František Chabičovský
vedoucí oddělení drážního práva a legislativy

Příloha B

	mezistátní Ex,R			vnitrostátní Ex,R			osobní + spěšné vlaky			CELKOVĚ OSOBNÍ DOPRAVA		
	vlaků	včas	%	vlaků	včas	%	vlaků	včas	%	vlaků	včas	%
2019	54 876	34 479	62,83	180 242	145 820	80,90	2 557 672	2 304 474	90,10	2 792 795	2 484 780	88,97

Tabulka Zpoždění Leo Express Tenders s.r.o.

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 7173	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	1	28.10.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	2	28.10.2020
Os 7166	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	1	29.10.2020
Os 7178	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	4	29.10.2020
Os 7166	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	1	29.10.2020
Os 20502	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchonín	0	31.10.2020
Os 20503	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	1	01.11.2020
Os 6281	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	8	01.11.2020
Os 7165	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	7	01.11.2020
Os 7181	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	1	01.11.2020
Os 7152	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	02.11.2020
Os 7159	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	1	02.11.2020
Os 7156	Leo Express Tenders s.r.o.	Červená Voda	0	03.11.2020
Os 7154	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	03.11.2020
Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	0	03.11.2020
Os 7159	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	1	04.11.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	04.11.2020
Os 7178	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablunné nad Orlicí	1	04.11.2020
Os 7163	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	05.11.2020
Os 7164	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	05.11.2020
Os 7177	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	0	05.11.2020
Os 7184	Leo Express Tenders s.r.o.	Červená Voda	0	05.11.2020
Os 7168	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	06.11.2020
Os 7165	Leo Express Tenders s.r.o.	Moravský Karlov nz	0	06.11.2020
Os 20504	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	0	08.11.2020
Os 7170	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	08.11.2020
Os 7146	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	-1	09.11.2020
Os 7145	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	09.11.2020
Os 7178	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	09.11.2020
Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Moravský Karlov nz	0	10.11.2020
Os 7171	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	1	10.11.2020
Os 7145	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	11.11.2020
Os7159	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	11.11.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablunné nad Orlicí	0	11.11.2020
Os 7173	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchotín	1	13.11.2020
Os 7154	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	-1	14.11.2020
Os 7161	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	0	14.11.2020
Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	14.11.2020
Os 20503	Leo Express Tenders s.r.o.	Hanušovice	4	15.11.2020
Os 7155	Leo Express Tenders s.r.o.	Moravský Karlov nz	0	00.01.1900
Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchotín	0	16.11.2020
Os 20503	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	17.11.2020

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 20504	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	0	17.11.2020
Os 20507	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	-1	17.11.2020
Os 7156	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	-2	18.11.2020
Os 7164	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	3	18.11.2020
Os 7172	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	18.11.2020
Os 7156	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	0	19.11.2020
Os 7163	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	19.11.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	0	19.11.2020
Os 7164	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichov	0	20.11.2020
Os 7168	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	20.11.2020
Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Moravský Karlov nz	0	20.11.2020
Os 7170	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchotín	0	21.11.2020
Os 20503	Leo Express Tenders s.r.o.	Hanušovice	1	22.11.2020
Os 7158	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	-1	22.11.2020
Os 7172	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	22.11.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Červená voda	15	22.11.2020
Os 7163	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	23.11.2020
Os 7167	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	0	23.11.2020
Os 7184	Leo Express Tenders s.r.o.	Moravský Karlov nz	0	23.11.2020
Os 7167	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchonín	0	24.11.2020
Os 7164	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchotín	0	25.11.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	2	25.11.2020
Os 7156	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	0	26.11.2020
Os 7190	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	26.11.2020
Os 7168	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	27.11.2020
Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Červená Voda	0	27.11.2020
Os 7158	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	28.11.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	28.11.2020
Os 7192	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	-1	29.11.2020
Os 7166	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	29.11.2020
Os 7165	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	0	29.11.2020
Os 7181	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	1	29.11.2020
Os 20531	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí n.Orl.město z	1	30.11.2020
Os 7190	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	30.11.2020
Os 7177	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	30.11.2020
Os 7161	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	0	01.12.2020
Os 7172	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	0	01.12.2020
Os 7185	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	01.12.2020
Os 7153	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	-1	02.12.2020
Os 7178	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	0	02.12.2020
Os 7164	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	-1	03.12.2020
Os 7190	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	-1	04.12.2020
Os 7178	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	04.12.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	05.12.2020
Os 20500	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	06.12.2020

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 205005	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	06.12.2020
Os 7167	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	0	06.12.2020
Os 7156	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	07.12.2020
Os 7173	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	23	07.12.2020
Os 7184	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	-1	07.12.2020
Os 7155	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	08.12.2020
Os 7166	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	-1	08.12.2020
Os 7171	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	08.12.2020
Os 7184	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	0	08.12.2020
Os 7197	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	09.12.2020
Os 7185	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	09.12.2020
Os 7174	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	10.12.2020
Os 7177	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	1	10.12.2020
Os 7167	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	0	12.12.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Červená Voda	0	12.12.2020
Os 6283	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	12	13.12.2020
Os 20507	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonec nad Orlicí	0	13.12.2020
Os 7146	Leo Express Tenders s.r.o.	Dlouhá Třebová	1	14.12.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	14.12.2020
Os 7186	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	-2	14.12.2020
Os 7174	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchotín	3	15.12.2020
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	7	15.12.2020
Os 7154	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	16.12.2020
Os 7177	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	1	16.12.2020
Os 7176	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	17.12.2020
Os 7158	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	18.12.2020
Os 7157	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	2	19.12.2020
Os 7178	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchonín	0	19.12.2020
Os 7177	Leo Express Tenders s.r.o.	Červená Voda	0	19.12.2020
Os 20515	Leo Express Tenders s.r.o.	Mlýnický Dvůr z	0	20.12.2020
Os 20507	Leo Express Tenders s.r.o.	Podlesí	0	20.12.2020
Os 7159	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	21.12.2020
Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchonín	0	21.12.2020
Os 7184	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	0	21.12.2020
Os 7183	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	21.12.2020
Os 7167	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	0	22.12.2020
Os 7160	Leo Express Tenders s.r.o.	Dolní Lipka	0	23.12.2020
Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchonín	0	23.12.2020
Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	25.12.2020
Os 7164	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	29.12.2020
Os 7173	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	0	30.12.2020
Os 7169	Leo Express Tenders s.r.o.	Těchonín	1	31.12.2020
Let 1293	Leo Express Tenders s.r.o.	Jablonné nad Orlicí	1	02.01.2021
Os 7176	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	03.01.2021
Os 7186	Leo Express Tenders s.r.o.	Lichkov	-1	05.01.2021

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 7156	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	07.01.2021
Os 7156	Leo Express Tenders s.r.o.	Lanšperk	0	14.01.2021
Os 7181	Leo Express Tenders s.r.o.	Králíky	0	15.01.2021
Os 7186	Leo Express Tenders s.r.o.	Ústí nad Orlicí	-2	16.01.2021
Os 7175	Leo Express Tenders s.r.o.	Letohrad	0	17.01.2021

Tabulka Zpoždění ARRIVA vlaky s.r.o.

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 5413	ARRIVA vlaky s.r.o.	Železný Brod	1	28.10.2020
Os 95814	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherský Brod	0	28.10.2020
Os 28130	ARRIVA vlaky s.r.o.	Roztoky u Prahy	3	29.10.2020
Sp 1279	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bylnice	6	29.10.2020
Os 28130	ARRIVA vlaky s.r.o.	Roztoky u Prahy	3	29.10.2020
Os 4305	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherské Hradiště	5	31.10.2020
Os 28116	ARRIVA vlaky s.r.o.	P.-Holeš.-Stromovka	3	01.11.2020
Os 13283	ARRIVA vlaky s.r.o.	Velké Karlovice	2	01.11.2020
Os 16003	ARRIVA vlaky s.r.o.	Česká Lípa hl.n.	7	01.11.2020
Os 13257	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hovězí	0	02.11.2020
Os 5407	ARRIVA vlaky s.r.o.	Sychrov	0	02.11.2020
Os 5406	ARRIVA vlaky s.r.o.	Železný Brod	0	03.11.2020
Os 23215	ARRIVA vlaky s.r.o.	Vsetín	0	03.11.2020
Os 28138	ARRIVA vlaky s.r.o.	Roztoky u Prahy	2	03.11.2020
Os 4340	ARRIVA vlaky s.r.o.	Staré Město u U.H.	0	03.11.2020
Os 5420	ARRIVA vlaky s.r.o.	Turnov	0	03.11.2020
Os 12221	ARRIVA vlaky s.r.o.	Staré Město u U.H.	4	03.11.2020
Os 95705	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bojkovice město z	0	04.11.2020
Os 16001	ARRIVA vlaky s.r.o.	Jedlová	0	04.11.2020
Os 5415	ARRIVA vlaky s.r.o.	Malá Skála	1	04.11.2020
Os 5407	ARRIVA vlaky s.r.o.	Lomnice nad Popelkou	0	05.11.2020
Os 13266	ARRIVA vlaky s.r.o.	Halenkov	0	05.11.2020
Os 16001	ARRIVA vlaky s.r.o.	Jestřebí	0	05.11.2020
Os 12216	ARRIVA vlaky s.r.o.	Veselí nad Moravou	4	05.11.2020
Os 5414	ARRIVA vlaky s.r.o.	Lomnice nad Popelkou	0	06.11.2020
Os 13270	ARRIVA vlaky s.r.o.	Karolinka	0	06.11.2020
Os 4355	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bojkovice město z	0	08.11.2020
Os 16004	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bakov nad Jizerou	0	08.11.2020
Os 4314	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherský Brod	2	08.11.2020
Os 13270	ARRIVA vlaky s.r.o.	Halenkov	0	08.11.2020
Sp 1286	ARRIVA vlaky s.r.o.	Malá Skála	2	09.11.2020
Os 5429	ARRIVA vlaky s.r.o.	Semily	3	09.11.2020
Os 5418	ARRIVA vlaky s.r.o.	Semily	0	09.11.2020
Os 23243	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bylnice	3	09.11.2020
Os 5411	ARRIVA vlaky s.r.o.	Stará Paka	0	10.11.2020
Os 13272	ARRIVA vlaky s.r.o.	Vsetín	0	10.11.2020
Os 28103	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Hostivař	0	11.11.2020
Sp 1286	ARRIVA vlaky s.r.o.	Turnov	0	11.11.2020
Os 4313	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bohuslavice n. Vlají	14	13.11.2020
Os 5406	ARRIVA vlaky s.r.o.	Turnov	0	13.11.2020
Os 95745	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherský Brod	6	13.11.2020
Os 23247	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bylnice	14	13.11.2020

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 14305	ARRIVA vlaky s.r.o.	Újezdec u Luhačovic	1	14.11.2020
Os 13269	ARRIVA vlaky s.r.o.	Velké Karlovice	2	14.11.2020
Os 5406	ARRIVA vlaky s.r.o.	Liberec	-2	15.11.2020
Os 5407	ARRIVA vlaky s.r.o.	Rychnov u Jabl.n.N.	1	15.11.2020
Os 5408	ARRIVA vlaky s.r.o.	Lomnice nad Popelkou	0	00.01.1900
Os 5418	ARRIVA vlaky s.r.o.	Košťálov	-1	16.11.2020
Os 95711	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bojkovice město z	10	16.11.2020
Os 28116	ARRIVA vlaky s.r.o.	P.-Holeš.-Stromovka	0	17.11.2020
Os 13262	ARRIVA vlaky s.r.o.	Halenkov	0	17.11.2020
Os 26214	ARRIVA vlaky s.r.o.	Tanvald	7	17.11.2020
Os 12206	ARRIVA vlaky s.r.o.	Veselí nad Moravou	0	18.11.2020
Os 23246	ARRIVA vlaky s.r.o.	Valašské Klobouky	10	18.11.2020
Os 5415	ARRIVA vlaky s.r.o.	Železný Brod	0	18.11.2020
Os 4305	ARRIVA vlaky s.r.o.	Kunovice	0	19.11.2020
Os 5411	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hodkovice n.Mohelkou	1	19.11.2020
Os 13276	ARRIVA vlaky s.r.o.	Vsetín	0	19.11.2020
Os 23243	ARRIVA vlaky s.r.o.	Horní Lideč	16	19.11.2020
Os 16001	ARRIVA vlaky s.r.o.	Svor	1	19.11.2020
Os 12211	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherské Hradiště	5	20.11.2020
Os 28137	ARRIVA vlaky s.r.o.	P. - Holeš. - Stromovka	0	20.11.2020
Os 4338	ARRIVA vlaky s.r.o.	Staré Město u U.H.	-1	21.11.2020
Os 28151	ARRIVA vlaky s.r.o.	P.-Holeš.-Stromovka	0	21.11.2020
Os 5408	ARRIVA vlaky s.r.o.	Turnov	-1	22.11.2020
Os 5416	ARRIVA vlaky s.r.o.	Stará Paka	0	22.11.2020
Os 5406	ARRIVA vlaky s.r.o.	Stará Paka	0	23.11.2020
Os 28133	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Libeň	1	23.11.2020
Os 4313	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bohuslavice n. Vlárí	8	23.11.2020
Os 5403	ARRIVA vlaky s.r.o.	Stará Paka	0	24.11.2020
Os 12215	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherský Ostrov	-1	24.11.2020
Os 5415	ARRIVA vlaky s.r.o.	Jeřmanice	0	24.11.2020
Os 28153	ARRIVA vlaky s.r.o.	P.-Holeš.-Rokytky	0	24.11.2020
Os 5406	ARRIVA vlaky s.r.o.	Železný Brod	1	25.11.2020
Os 28127	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Hostivař	3	25.11.2020
Os 12212	ARRIVA vlaky s.r.o.	Ostrožská Nová Ves	7	25.11.2020
Os 4318	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherské Hradiště	5	25.11.2020
Os 4314	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hradčovice	0	26.11.2020
Os 28145	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Malešice	1	26.11.2020
Os 28157	ARRIVA vlaky s.r.o.	Roztoky u Prahy	0	26.11.2020
Os 5412	ARRIVA vlaky s.r.o.	Košťálov	0	27.11.2020
Os 4340	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherský Brod	0	27.11.2020
Os 16001	ARRIVA vlaky s.r.o.	Nový Bor	1	28.11.2020
Os 95803	ARRIVA vlaky s.r.o.	Luhačovice	0	29.11.2020
Os 28124	ARRIVA vlaky s.r.o.	Roztoky u Prahy	9	29.11.2020
Os 5418	ARRIVA vlaky s.r.o.	Lomnice nad Popelkou	0	29.11.2020
Os 4361	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bojkovice město z	7	29.11.2020

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 4310	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherský Brod	5	30.11.2020
Os 5415	ARRIVA vlaky s.r.o.	Semily	-1	30.11.2020
Os 12256	ARRIVA vlaky s.r.o.	Staré Město u U.H.	0	30.11.2020
Os 5408	ARRIVA vlaky s.r.o.	Liberec	0	01.12.2020
Sp 1279	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bojkovice město	4	01.12.2020
Os 23218	ARRIVA vlaky s.r.o.	Horní Lideč	7	02.12.2020
Os 5410	ARRIVA vlaky s.r.o.	Lomnice nad Popelkou	0	02.12.2020
Os 5415	ARRIVA vlaky s.r.o.	Semily	10	02.12.2020
Os 13265	ARRIVA vlaky s.r.o.	Velké Karlovice	2	03.12.2020
Os 5415	ARRIVA vlaky s.r.o.	Turnov	0	03.12.2020
Os 4314	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hradčovice	2	04.12.2020
Os 23228	ARRIVA vlaky s.r.o.	Valašské Klobouky	4	05.12.2020
Os 23234	ARRIVA vlaky s.r.o.	Vsetín	0	05.12.2020
Os 95748	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bojkovice	0	05.12.2020
Os 4355	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bojkovice město z	0	06.12.2020
Os 28128	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Libeň	2	06.12.2020
Os 5416	ARRIVA vlaky s.r.o.	Železný Brod	0	06.12.2020
Os 12221	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherské Hradiště	0	06.12.2020
Os 4308	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hradčovice	1	07.12.2020
Os 26208	ARRIVA vlaky s.r.o.	Velké Hamry	1	07.12.2020
Os 95747	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherský Brod	1	07.12.2020
Os 5405	ARRIVA vlaky s.r.o.	Stará Paka	0	08.12.2020
Os 5412	ARRIVA vlaky s.r.o.	Stará Paka	-1	08.12.2020
Os 5410	ARRIVA vlaky s.r.o.	Lomnoce nad Popelkou	0	09.12.2020
Os 5418	ARRIVA vlaky s.r.o.	Železný Brod	0	09.12.2020
Os 26218	ARRIVA vlaky s.r.o.	Tanvald	1	09.12.2020
Os 5408	ARRIVA vlaky s.r.o.	Stará Paka	0	10.12.2020
Os 13272	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hovězí	7	10.12.2020
Sp 1279	ARRIVA vlaky s.r.o.	Staré Město u U.H.	1	10.12.2020
Os 23215	ARRIVA vlaky s.r.o.	Valašské Klobouky	0	12.12.2020
Os 16003	ARRIVA vlaky s.r.o.	Svor	1	12.12.2020
Os 28157	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Libeň	0	12.12.2020
Os 4361	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bojkovice město z	0	13.12.2020
Os 5410	ARRIVA vlaky s.r.o.	Stará Paka	16	13.12.2020
Sp 1285	ARRIVA vlaky s.r.o.	Kunovice	0	13.12.2020
Os 23251	ARRIVA vlaky s.r.o.	Horní Lideč	3	13.12.2020
Os 28150	ARRIVA vlaky s.r.o.	P.-Holeš.-Rokytko	5	14.12.2020
Os 28121	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Libeň	2	15.12.2020
Os 4305	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherský Brod	2	15.12.2020
Os 4313	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherský Brod	1	15.12.2020
Os 12210	ARRIVA vlaky s.r.o.	Veselí nad Moravou	2	16.12.2020
Os 12216	ARRIVA vlaky s.r.o.	Ostrožská Nová Ves	0	17.12.2020
Os 14321	ARRIVA vlaky s.r.o.	Újezdec u Luhačovic	0	17.12.2020
Os 28121	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Hostivař	2	18.12.2020
Os 4337	ARRIVA vlaky s.r.o.	Kunovice	1	19.12.2020

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 28125	ARRIVA vlaky s.r.o.	Roztoky u Prahy	0	19.12.2020
Os 12221	ARRIVA vlaky s.r.o.	Kunovice výh.č.20	1	19.12.2020
Os 4305	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hradčovice	3	20.12.2020
Os 28155	ARRIVA vlaky s.r.o.	P.-Holeš.-Stromovka	-1	20.12.2020
Os 4349	ARRIVA vlaky s.r.o.	Uherské Hradiště	0	20.12.2020
Os4337	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hradčovice	-1	21.12.2020
Os 5410	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hodkovice n.Mohelkou	1	21.12.2020
Os 4344	ARRIVA vlaky s.r.o.	Pitín zastávka z	0	21.12.2020
Os 28131	ARRIVA vlaky s.r.o.	Roztoky u Prahy	0	23.12.2020
Os 28152	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Hostivař	-1	25.12.2020
Os 4363	ARRIVA vlaky s.r.o.	Bohuslavice n. Vlárí	-1	27.12.2020
Os 4311	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hrodčovice	0	28.12.2020
Os 5413	ARRIVA vlaky s.r.o.	Hodkovice n.Mohelkou	1	29.12.2020
Os 28121	ARRIVA vlaky s.r.o.	P.-Holeš.-Rokytky	-1	30.12.2020
Os 5416	ARRIVA vlaky s.r.o.	Sychrov	5	30.12.2020
Os 4368	ARRIVA vlaky s.r.o.	Nezdanice	2	02.01.2021
Os 12214	ARRIVA vlaky s.r.o.	Veselí nad Moravou	2	05.01.2021
Os 5419	ARRIVA vlaky s.r.o.	Liberec	0	07.01.2021
Os 23226	ARRIVA vlaky s.r.o.	Valašské Klobouky	0	09.01.2021
Os 28139	ARRIVA vlaky s.r.o.	Praha-Libeň	1	10.01.2021
Os 12212	ARRIVA vlaky s.r.o.	Ostrožská Nová Ves	1	14.01.2021
Os 28128	ARRIVA vlaky s.r.o.	Výh Praha Bubeneč	0	16.01.2021

Tabulka Zpoždění České dráhy a.s.

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 17446	České dráhy, a.s.	Holýšov	2	28.10.2020
Os 23479	České dráhy, a.s.	Hradec nad Moravicí	0	28.10.2020
Os 5508	České dráhy, a.s.	Turnov	1	29.10.2020
Sp 1950	České dráhy, a.s.	Ostrov nad Ohří	0	29.10.2020
Os 5508	České dráhy, a.s.	Turnov	-1	29.10.2020
Os 8209	České dráhy, a.s.	Č.Budějovice os.n.	1	31.10.2020
Os 6602	České dráhy, a.s.	Horní Police	0	01.11.2020
Sp 1909	České dráhy, a.s.	Telč	0	01.11.2020
Os 7215	České dráhy, a.s.	Bor	2	01.11.2020
Os 5325	České dráhy, a.s.	Vých Cejřov	2	02.11.2020
Sp 1706	České dráhy, a.s.	Přeštice	0	02.11.2020
Sp 1889	České dráhy, a.s.	Malé Svatoňovice	0	03.11.2020
Sp 1430	České dráhy, a.s.	Olomouc hl.n.	1	03.11.2020
Os 3612	České dráhy, a.s.	Branná	1	03.11.2020
Os 7230	České dráhy, a.s.	Domažlice odb.v.401	1	03.11.2020
Os 6832	České dráhy, a.s.	Kadaň-Pruněrov	3	03.11.2020
Os 3453	České dráhy, a.s.	Štítina	1	03.11.2020
Os 27207	České dráhy, a.s.	Luby u Chebu	0	04.11.2020
Os 14868	České dráhy, a.s.	Ledeč nad Sázavou	0	04.11.2020
Os 17520	České dráhy, a.s.	Hrádek u Sušice	7	04.11.2020
Os 3431	České dráhy, a.s.	Opava-Komárov	0	04.11.2020
Os 7007	České dráhy, a.s.	Straž nad Ohří	0	05.11.2020
Os 15780	České dráhy, a.s.	Horní Adršpach z	0	05.11.2020
Sp 92650	České dráhy, a.s.	Dasnice	1	05.11.2020
Sp 1923	České dráhy, a.s.	Rantířov	0	05.11.2020
Os 12302	České dráhy, a.s.	Straškov	0	06.11.2020
Os 2866	České dráhy, a.s.	Ostrava-Svinov	1	06.11.2020
Sp 1904	České dráhy, a.s.	Telč	0	08.11.2020
Sp 1887	České dráhy, a.s.	Smiřice	1	08.11.2020
Os 17102	České dráhy, a.s.	Pernink	0	08.11.2020
Os 7953	České dráhy, a.s.	Čimelice	1	08.11.2020
Os 16131	České dráhy, a.s.	Radejčín z	0	08.11.2020
Os 13671	České dráhy, a.s.	Staré Město p.Sněž.	0	08.11.2020
Os 8704	České dráhy, a.s.	Majdalena	0	09.11.2020
Os 7371	České dráhy, a.s.	Lázně Kynžvart	2	09.11.2020
Os 24921	České dráhy, a.s.	Budišov u Třebíče	0	09.11.2020
Os 7433	České dráhy, a.s.	Staňkov	8	09.11.2020
Os 5751	České dráhy, a.s.	Kunčice nad Labem	0	09.11.2020
Os 3615	České dráhy, a.s.	Lipová Lázně	0	09.11.2020
Os 14877	České dráhy, a.s.	Havlíčkův Brod	16	10.11.2020
Os 7956	České dráhy, a.s.	Vráž u Písku	0	10.11.2020
Os 6147	České dráhy, a.s.	Lovosice	-1	10.11.2020

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 24753	České dráhy, a.s.	Mladějov na Moravě	8	11.11.2020
Os 24802	České dráhy, a.s.	Grešlové Mýto	2	11.11.2020
Sp 1505	České dráhy, a.s.	Čerčany	2	11.11.2020
Os 7234	České dráhy, a.s.	Domažlice	0	11.11.2020
Os 6616	České dráhy, a.s.	Brniště	0	11.11.2020
Os 15965	České dráhy, a.s.	Lípa	0	12.11.2020
Os 23136	České dráhy, a.s.	Štramberk	0	12.11.2020
Os 5130	České dráhy, a.s.	Náchod	-3	13.11.2020
Os 15865	České dráhy, a.s.	Poříčany	6	13.11.2020
Os 11481	České dráhy, a.s.	Sklené nad Oslavou	1	13.11.2020
Os 4932	České dráhy, a.s.	Hrušovany u Brna	0	13.11.2020
Os 2716	České dráhy, a.s.	Ahr Lopov nz	0	13.11.2020
Os 9249	České dráhy, a.s.	Sázava	-1	12.11.2020
Os 2511	České dráhy, a.s.	Senohrady	0	14.11.2020
Os 9504	České dráhy, a.s.	Chotětov	3	14.11.2020
Os 15917	České dráhy, a.s.	Žleby	0	14.11.2020
Os 22214	České dráhy, a.s.	Ratboř	1	14.11.2020
Os 9068	České dráhy, a.s.	Praha hl.n	25	14.11.2020
Os 9071	České dráhy, a.s.	Jílové u Prahy	-1	14.11.2020
Os 26110	České dráhy, a.s.	Olbramovice	4	15.11.2020
Os 1793	České dráhy, a.s.	Chlumec nad Cidlinou	0	16.11.2020
Os 14505	České dráhy, a.s.	Velké Pavlovice	0	16.11.2020
Os 3722	České dráhy, a.s.	Lukavice na Moravě	0	16.11.2020
Sp 1929	České dráhy, a.s.	Jihlava	0	16.11.2020
Os 14039	České dráhy, a.s.	Olomouc - Nová ulice	0	16.11.2020
Os 8870	České dráhy, a.s.	Dobřichovice	3	16.11.2020
Os 26306	České dráhy, a.s.	Josefův Důl	0	17.11.2020
Os 8517	České dráhy, a.s.	Mšeno	5	17.11.2020
Os 12304	České dráhy, a.s.	Bříza obec z	0	17.11.2020
Os 6619	České dráhy, a.s.	Karlov pod Ještědem	2	17.11.2020
Os 25905	České dráhy, a.s.	Hostašovice	4	18.11.2020
Os 16109	České dráhy, a.s.	Úpořiny	0	18.11.2020
Os 1566	České dráhy, a.s.	Kladno	0	18.11.2020
Os 13618	České dráhy, a.s.	Žulová	0	18.11.2020
Os 3612	České dráhy, a.s.	Jeseník	1	18.11.2020
Os 5006	České dráhy, a.s.	Ústí nad Orlicí	0	19.11.2020
Os 4919	České dráhy, a.s.	Brno-Horní Heršpice	0	19.11.2020
Sp 1763	České dráhy, a.s.	Bzenec	1	19.11.2020
Os 8716	České dráhy, a.s.	Nová Ves nad Lužnicí	1	19.11.2020
Os 2025	České dráhy, a.s.	Dobříš	0	19.11.2020
Os 6105	České dráhy, a.s.	Blíževedly	1	20.11.2020
Sp 1829	České dráhy, a.s.	Letohrad	0	20.11.2020
Os 9952	České dráhy, a.s.	Řevnice	5	20.11.2020
č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 8560	České dráhy, a.s.	Lhotka u Mělníka	1	20.11.2020

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Sp 1914	České dráhy, a.s.	Dačice	0	21.11.2020
Os 14818	České dráhy, a.s.	Krahulov	1	21.11.2020
Sp 1581	České dráhy, a.s.	Praha-Bubny	0	21.11.2020
Sp 1906	České dráhy, a.s.	Slavonice	0	22.11.2020
Os 27319	České dráhy, a.s.	Kokašice	0	22.11.2020
Os 11508	České dráhy, a.s.	Moravské Bránice	0	22.11.2020
Os 4727	České dráhy, a.s.	Brno hl.n.	-1	22.11.2020
Os 8316	České dráhy, a.s.	Vých Kamenný Malíkov	-1	00.01.1900
Os 7614	České dráhy, a.s.	Plasy	1	22.11.2020
Os 5153	České dráhy, a.s.	Týniště nad Orlicí	2	23.11.2020
Os 5604	České dráhy, a.s.	Újezd u Chocně	1	23.11.2020
Os 14911	České dráhy, a.s.	Nedvědice	0	23.11.2020
Os 3585	České dráhy, a.s.	Jindřichov ve Slez	0	23.11.2020
Os 3806	České dráhy, a.s.	Včelná	0	23.11.2020
Os 18844	České dráhy, a.s.	Bzžší Brod klášter	0	23.11.2020
Os 27317	České dráhy, a.s.	Cebiv	3	24.11.2020
Os 8321	České dráhy, a.s.	Vých Velký Ratmírov	3	24.11.2020
Os 2830	České dráhy, a.s.	Ostrava-Svinov	-2	24.11.2020
Os 14238	České dráhy, a.s.	Zlín střed	0	24.11.2020
Os 13437	České dráhy, a.s.	Dolní Benešov	0	24.11.2020
Os 28400	České dráhy, a.s.	Bechyně	0	25.11.2020
Os 8426	České dráhy, a.s.	Branice	5	25.11.2020
Os 8606	České dráhy, a.s.	Praha M.n.-dvorana	1	25.11.2020
Os 7211	České dráhy, a.s.	Stráž u Těchotína	0	25.11.2020
Sp 1929	České dráhy, a.s.	Třebíč	6	25.11.2020
Sp 1834	České dráhy, a.s.	Hradec Králové hl.n.	8	25.11.2020
Sp 1446	České dráhy, a.s.	Jeseníky	0	25.11.2020
Os 5072	České dráhy, a.s.	Chocně	7	25.11.2020
Sp 1719	České dráhy, a.s.	Červená nad Vltavou	9	26.11.2020
Os 6054	České dráhy, a.s.	Mladá Boleslav	-1	26.11.2020
Sp 1559	České dráhy, a.s.	Vých Bezdčín	18	27.11.2020
Os 6106	České dráhy, a.s.	Česká Lípa hl.n.	1	27.11.2020
Os 6376	České dráhy, a.s.	Nové Město p.Smrkem	0	27.11.2020
Os 3889	České dráhy, a.s.	Velešín	4	27.11.2020
Sp 1898	České dráhy, a.s.	Červený Kostelec	94	28.11.2020
Os 9423	České dráhy, a.s.	Lysá nad Labem	2	28.11.2020
Os 28421	České dráhy, a.s.	Malšice	0	28.11.2020
Os 6833	České dráhy, a.s.	Obd Dubina	1	28.11.2020
Os 17548	České dráhy, a.s.	Pocinovice	0	29.11.2020
Os 9216	České dráhy, a.s.	Sázava	0	29.11.2020
Os 26344	České dráhy, a.s.	Josefův Důl	0	29.11.2020
Sp 1567	České dráhy, a.s.	Hostivice	1	30.11.2020
Sp 1897	České dráhy, a.s.	Starkoš	3	30.11.2020
Os 6654	České dráhy, a.s.	Markvatice	1	01.12.2020
Os 15917	České dráhy, a.s.	Žleby	0	01.12.2020

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Sp 1547	České dráhy, a.s.	Praha-Čajkovice	18	01.12.2020
Sp 1819	České dráhy, a.s.	Martinice v KrK.	2	01.12.2020
Os 6104	České dráhy, a.s.	Libochovice město z	2	02.12.2020
Sp 1721	České dráhy, a.s.	Božejovice	3	02.12.2020
Os 5504	České dráhy, a.s.	Hrubá Skála	2	03.12.2020
Os 8223	České dráhy, a.s.	Tábor	0	03.12.2020
Os 8206	České dráhy, a.s.	Planá Nad Lužnicí	1	04.12.2020
Os 8217	České dráhy, a.s.	Hluboká n. Vit.-Zám.	0	04.12.2020
Os 16312	České dráhy, a.s.	Raspenava	0	05.12.2020
Os 25019	České dráhy, a.s.	Heřmanův Městec	11	05.12.2020
Os 5042	České dráhy, a.s.	Záboří nad Labem	0	05.12.2020
Os 6412	České dráhy, a.s.	Lysá nad Labem	0	06.12.2020
Os 8412	České dráhy, a.s.	Božejovice	20	06.12.2020
Os 7957	České dráhy, a.s.	Čimelice	7	06.12.2020
Os 9223	České dráhy, a.s.	Hvězdonice	18	06.12.2020
Os 8426	České dráhy, a.s.	Balkova Lhota	3	07.12.2020
Sp 1469	České dráhy, a.s.	Pardubice Hl.n.	0	07.12.2020
Os 5832	České dráhy, a.s.	Nynburk hl.n.	0	07.12.2020
Os 3564	České dráhy, a.s.	Olomouc hl.n.	0	07.12.2020
Os 2830	České dráhy, a.s.	Albrechtice u Č.T.	2	07.12.2020
Os 7018	České dráhy, a.s.	Kynšperk nad Ohří	0	07.12.2020
Sp 1502	České dráhy, a.s.	Kolín seř.n.	23	08.12.2020
Os 5505	České dráhy, a.s.	Ostroměř	0	08.12.2020
Sp 1703	České dráhy, a.s.	Plzeň hl.n.os.n.	0	08.12.2020
Os 2657	České dráhy, a.s.	Tanvald	0	08.12.2020
Sp 1577	České dráhy, a.s.	Praha-Veleslavin	1	08.12.2020
Os 3149	České dráhy, a.s.	Ostrava uhelná n	1	08.12.2020
Sp 1773	České dráhy, a.s.	Uherský Brod	12	08.12.2020
Os 15601	České dráhy, a.s.	Městec Králové	0	09.12.2020
Os 5512	České dráhy, a.s.	Hořice Podkrkonoší	3	09.12.2020
Os 3787	České dráhy, a.s.	Rudoltice v Čechách	8	09.12.2020
Os 15766	České dráhy, a.s.	Trutnovhl hl.n.	0	10.12.2020
Os 9850	České dráhy, a.s.	Praha M.n.-dvorana	0	10.12.2020
Os 6307	České dráhy, a.s.	Frydlant v Čechách	0	12.12.2020
Os 8270	České dráhy, a.s.	Olbramovice	0	12.12.2020
Os 6665	České dráhy, a.s.	Děčín hl.n.	7	12.12.2020
Os 7204	České dráhy, a.s.	Staré Sedliště	0	13.12.2020
Os 18415	České dráhy, a.s.	Obrataň	0	13.12.2020
Sp 1772	České dráhy, a.s.	Blažovice	0	13.12.2020
Os 15514	České dráhy, a.s.	Jablonec n. Jizerou	0	13.12.2020
Os 15825	České dráhy, a.s.	Kopidno	0	13.12.2020
Sp 1520	České dráhy, a.s.	Kutná Hora hl.n	0	14.12.2020
Os 6051	České dráhy, a.s.	Čachovice	0	14.12.2020
Sp 1950	České dráhy, a.s.	Perštejn	1	14.12.2020
Os 6206	České dráhy, a.s.	Stěblové	0	14.12.2020

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 4736	České dráhy, a.s.	Brno-Maloměřice St.6	2	14.12.2020
Os 9003	České dráhy, a.s.	Týnec nad Sázavou	-3	15.12.2020
Sp 1544	České dráhy, a.s.	Kropáčova Vrutice	14	15.12.2020
Os 6342	České dráhy, a.s.	Frydlant v Čechách	0	15.12.2020
Sp 1546	České dráhy, a.s.	Kropáčova Vrutice	12	15.12.2020
Os 27733	České dráhy, a.s.	Lochovice	0	15.12.2020
Os 3717	České dráhy, a.s.	Štěpánov	2	16.12.2020
Sp 1913	České dráhy, a.s.	Trřešť	20	16.12.2020
Os 15928	České dráhy, a.s.	Žleby	0	16.12.2020
Sp 1910	České dráhy, a.s.	Havlíčkův Brod	0	17.12.2020
Os 5177	České dráhy, a.s.	Doubleby nad Orlicí	0	17.12.2020
Os 9810	České dráhy, a.s.	Jeneč	1	18.12.2020
Os 17842	České dráhy, a.s.	Chrást u Plzně zast.	2	18.12.2020
Sp 1723	České dráhy, a.s.	Božejovice	2	18.12.2020
Sp 1799	České dráhy, a.s.	Týniště nad Orlicí	2	19.12.2020
Os 8004	České dráhy, a.s.	Čičenice	1	19.12.2020
Os 8522	České dráhy, a.s.	Mšeno	0	19.12.2020
Os 16710	České dráhy, a.s.	Blatno u Jesenice	0	19.12.2020
Os 8916	České dráhy, a.s.	Pačejov	-12	19.12.2020
Os 6104	České dráhy, a.s.	Liběšice	0	20.12.2020
Os 7908	České dráhy, a.s.	Bratkovice	6	20.12.2020
Sp 1907	České dráhy, a.s.	Slavonice	-1	20.12.2020
Os 2061	České dráhy, a.s.	Čisovice	1	20.12.2020
Os 12304	České dráhy, a.s.	Bříza obec z	1	20.12.2020
Os 7204	České dráhy, a.s.	Planá Nad Lužnicí	-1	21.12.2020
Os 2654	České dráhy, a.s.	Smržovka	0	21.12.2020
Sp 1622	České dráhy, a.s.	Albrechtice u Č.T.	0	21.12.2020
Os 14839	České dráhy, a.s.	Jihlava	0	21.12.2020
Os 2948	České dráhy, a.s.	Návsí	1	21.12.2020
Os 2152	České dráhy, a.s.	Jilovice	5	22.12.2020
Os 18409	České dráhy, a.s.	Nová Cerekev	26	22.12.2020
Os 4513	České dráhy, a.s.	Hrušovany n.J.-Šanov	0	22.12.2020
Os 4617	České dráhy, a.s.	Modřice	3	22.12.2020
Sp 1527	České dráhy, a.s.	Kolín seř.n.	1	22.12.2020
Sp 1527	České dráhy, a.s.	Kolín seř.n.	1	22.12.2020
Os 5504	České dráhy, a.s.	Všestary	0	23.12.2020
Os 6609	České dráhy, a.s.	Rynoltice	0	23.12.2020
Os 15827	České dráhy, a.s.	Kopidlno	1	23.12.2020
Os 6808	České dráhy, a.s.	Chabařovice	0	24.12.2020
Sp 1837	České dráhy, a.s.	Bohusla n.Met.	-1	25.12.2020
Os 11558	České dráhy, a.s.	Brno-Horní Heršpice	-1	25.12.2020
Os 4819	České dráhy, a.s.	Rapotice	0	26.12.2020
Os 15827	České dráhy, a.s.	Veleliby	-1	26.12.2020
Os 15909	České dráhy, a.s.	Čáslav místní nádraží	0	28.12.2020
Os 5230	České dráhy, a.s.	Praskačka	0	28.12.2020

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Os 4510	České dráhy, a.s.	Hrušovany n.J.-Šanov	0	29.12.2020
Os 9013	České dráhy, a.s.	Praha-Zbraslav	0	30.12.2020
Os 3366	České dráhy, a.s.	Ostrava-Svinov	0	31.12.2020
Os 6816	České dráhy, a.s.	Povrly	0	31.12.2020
Sp 1859	České dráhy, a.s.	Teplíce nad Metují	1	31.12.2020
Os 5450	České dráhy, a.s.	Velký Šenov	0	31.12.2020
Sp 3806	České dráhy, a.s.	Kaplice	1	31.12.2020
Os 17117	České dráhy, a.s.	Nové Hamry	0	31.12.2020
Os 3876	České dráhy, a.s.	Věžky	2	01.01.2021
Os 9516	České dráhy, a.s.	Chotěboz	1	01.01.2021
Os 4517	České dráhy, a.s.	Hrušovany n.J.-Šanov	0	02.01.2021
Os 6917	České dráhy, a.s.	Kralupy nas Vltavou	0	02.01.2021
Os 13683	České dráhy, a.s.	Hanušovice	0	02.01.2021
Os 13416	České dráhy, a.s.	Opava Východ	-1	03.01.2021
Sp 1892	České dráhy, a.s.	Strakoč	0	03.01.2021
Sp 1813	České dráhy, a.s.	Chlumeck nad Cidlinou	0	04.01.2021
Sp 1856	České dráhy, a.s.	Hronov	1	04.01.2021
Os 9341	České dráhy, a.s.	P.Běchovice-Blatov	2	04.01.2021
Os 24757	České dráhy, a.s.	Mladějov na Moravě	0	05.01.2021
Os 15912	České dráhy, a.s.	Skovice	0	05.01.2021
Sp 1527	České dráhy, a.s.	Kolín zastávka z	7	05.01.2021
Os 5721	České dráhy, a.s.	Ostroměř	1	05.01.2021
Os 8509	České dráhy, a.s.	Dolní Bousov	0	06.01.2021
Os 6604	České dráhy, a.s.	Jablonné v Podšt.	0	06.01.2021
Os 5204	České dráhy, a.s.	Káranice	-1	06.01.2021
Os 15821	České dráhy, a.s.	Kopidlo	0	06.01.2021
Os 3886	České dráhy, a.s.	Č.Budějovice os.n.	10	06.01.2021
Sp 1866	České dráhy, a.s.	Meziměstí	1	06.01.2021
Os 3630	České dráhy, a.s.	Bohuňovice	6	07.01.2021
Os 9218	České dráhy, a.s.	Sázava	0	08.01.2021
Os 15603	České dráhy, a.s.	Křinec	1	09.01.2021
Os 9334	České dráhy, a.s.	Kolín zastávka z	0	09.01.2021
Sp 1462	České dráhy, a.s.	Medlešice	1	09.01.2021
Sp 1898	České dráhy, a.s.	Česká Skalice	1	09.01.2021
Os 15811	České dráhy, a.s.	Veleliby	0	10.01.2021
Os 14042	České dráhy, a.s.	Olmouc-Řepčín	9	10.01.2021
Os 2915	České dráhy, a.s.	Český Těšín nákl.n.	0	10.01.2021
Os 25043	České dráhy, a.s.	Hrochův Týnec	0	11.01.2021
Os 16708	České dráhy, a.s.	Senomaty	0	11.01.2021
Sp 1797	České dráhy, a.s.	Třebechovice p.Or.	2	11.01.2021
Os 5126	České dráhy, a.s.	Týniště nad Orlicí	0	12.01.2021
Os 5540	České dráhy, a.s.	Všestary	0	12.01.2021
Sp 1815	České dráhy, a.s.	Pilníkov	2	12.01.2021
Os 14912	České dráhy, a.s.	Nové Město na moravě	0	12.01.2021
Os 4107	České dráhy, a.s.	Bučovice	0	17.01.2021

č. vlaku	Společnost	Potvrzená stanice	Zpoždění	Den
Sp 1878	České dráhy, a.s.	Náchod	1	18.01.2021

Autor (vypracoval)	Bc. Marek Bradáč
Název DP	Spolehlivost osobní železniční dopravy
Studijní obor	LRDS
Rok obhajoby DP	2021
Počet stran	62
Počet příloh	5
Vedoucí BP	Dr. Alexander Čapka
Anotace	Diplomová práce se zabývá spolehlivostí osobní železniční dopravy u vybraných železničních dopravců. Cílem práce je shromáždění dat za určité období o zpoždění vybraných železničních dopravců, tyto data upravit a vypočítat matematickou statistikou. Následně jednotlivé vypočítané údaje dopravců porovnat mezi sebou a stanovit výsledek, který dopravce statisticky vykazuje nejmenší zpoždění.
Klíčová slova	spolehlivost, dopravní systémy, železniční dopravní systémy, zpoždění
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	