

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Využití GNSS v nákladní železniční
přepравě**

(Diplomová práce)

Přerov 2023

Bc. Lenka Dvorská, DiS.



**Vysoká škola
logistiky**
o.p.s.

Zadání diplomové práce

studentka **Bc. Lenka Dvorská, DiS.**
studijní program **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: **Využití GNSS v nákladní železniční přepravě**

Cíl práce:

Navrhnout využití GNSS pro sledování zásilek speditérem v mezinárodní železniční přepravě.
Návrh vyhodnotit.

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. Železniční přeprava
- 2. Globální družicový polohový systém
- 3. Matematické zpracování dat
- 4. Vypracování návrhu a sběr dat
- 5. Vyhodnocení získaných poznatků
- Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

ČAPKA, Alexander. Inteligentní dopravní systémy. Přerov: Vysoká škola logistiky, 2021. ISBN 978-80-87179-59-8.

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

RAPANT, Petr. Družicové polohové systémy. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2002. ISBN 80-248-0124-8.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Alexander Čapka, Ph.D.


Datum zadání diplomové práce:

31. 10. 2022

Datum odevzdání diplomové práce:

6. 5. 2023

Přerov 31. 10. 2022


Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.
vedoucí katedry


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

Čestné prohlášení


Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní, a že jsem ji vypracovala samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, a že jsem v práci neporušila 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 byla také seznámena 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 vědoma povinnosti informovat předtím o této skutečnosti prorektora pro vzdělávání Vysoké školy logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byla poučena 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 a verze nahraná do informačního systému školy jsou totožné.

V Přerově, dne 06. 05. 2023



.....
podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Alexanderovi Čapkovi, Ph.D., za cenné rady, připomínky a především čas, který mi věnoval při psaní diplomové práce. Dále děkuji panu Ing. Danielovi Kruštoftovi a všem zaměstnancům společnosti INTERFRACHT s.r.o. nejen za podporu při psaní diplomové práce, ale i nabytí nových poznatků z pracovního prostředí. V neposlední řadě děkuji své rodině a manželovi, kteří mi byli podporou po celou dobu studia.

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na využití GNSS v nákladní železniční přepravě ve vybrané zasílatelské společnosti – INTERFRACHT s.r.o. Pomocí vhodných statistických metod (F-test, T-test) jsou na datový soubor aplikovány výpočty, které určí, zda zavádění konkrétní technologie GPS do železničních nákladních přeprav realizovaných společností INTERFRACHT s.r.o. má smysl, a to díky porovnání doby zpoždění u železničních zásilek již sledovaných a zásilek, které doposud touto technologií sledovány nebyly.

Klíčová slova

železniční přeprava, globální družicový polohový systém, globální polohový systém, náklad, spedice, železniční nákladní vozy

Annotation

The thesis is focused on utilization of Global Navigation Satellite System in rail freight transportation in the selected forwarding company – INTERFRACHT s.r.o. Using appropriate statistical methods (F-test, T-test), calculations are applied on data files, which determine, if installation of specific technology of Global Positioning System into rail freight transports organised by the company INTERFRACHT s.r.o., have some effect based on comparing data of cargo without using positioning system and cargo equipped by positioning system.

Keywords

rail transportation, global navigation satellite system, global positioning system, cargo, forwarding, waggons

Obsah

Úvod.....	10
1 Železniční přeprava	12
1.1 Základní pojmy v železniční nákladní dopravě	12
1.1.1 Charakteristika železniční nákladní dopravy	14
1.1.2 Druhy nákladních přeprav v železniční dopravě	14
1.1.3 Základní rozdělení železničních nákladních vozů	15
1.1.4 Označení vozů v železniční nákladní dopravě.....	16
1.1.5 Nakládka a vykládka.....	17
1.1.6 Traťové třídy	17
1.2 Železniční dopravci v ČR spolupracující s firmou INTERFRACHT s.r.o.	18
1.2.1 ČD Cargo, a.s.	18
1.2.2 Aplikace ČDCgo	19
1.2.3 IDS Cargo a.s.....	20
2 Globální družicový polohový systém	21
2.1 Historie družicových navigačních systémů.....	22
2.1.1 Družicový navigační systém Transit	22
2.1.2 Timation	23
2.1.3 Projekt GPS a NAVSTAR.....	24
2.2 Vývoj systému GPS	24
2.2.1 Vývoj systému NAVSTAR - GPS	25
2.2.2 Signály družic GPS.....	26
2.2.3 Navigační zpráva a přijímač GPS.....	27
2.2.4 Faktory ovlivňující výkonnost systému GPS	27
2.3 Dodavatelé GPS společnosti INTERFTACHT s.r.o.	28
2.3.1 Společnost LEVEL s.r.o.	28
2.3.2 DOT Telematik und Systemtechnik GmbH	33

2.3.3	Amsted Digital Solutions	35
2.3.4	Nexxiot AG	37
2.3.5	Vizeo.....	40
2.3.6	IoT.smart s.r.o.....	40
3	Matematické zpracování dat.....	46
3.1	F-test.....	47
2.3	T-test	48
2.3.1	Jednovýběrový T-test.....	49
2.3.2	Dvouvýběrový T-test	50
4	Vypracování návrhu a sběr dat	54
4.1	Představení společnosti INTERFRACHT s.r.o.....	54
4.2	Současný způsob sledování zásilek na železnici.....	56
4.2.1	Zásilky nesledované	56
4.2.2	Zásilky sledované	59
4.3	Sběr dat.....	63
4.3.1	Překlad pozic GPS.....	64
4.4	Aplikace F-testu a T-testu na konkrétní data	65
4.4.1	Výpočet F-testu a T-testu pro dobu jízdy sledovaných a nesledovaných vlaků.....	65
4.4.2	Výpočet F-testu a T-testu pro dobu jízdy sledovaných a nesledovaných vlaků v relaci Olomouc – Brake.....	68
4.4.3	Výpočet F-testu a T-testu z hlediska množství kontaktů – mail, telefon..	70
4.5	GPS – vozové centrum, mobilní dílna	72
4.6	ZANy a GPS	76
4.7	Vyhodnocení polohy a vstup do geozón	78
5	Vyhodnocení získaných poznatků.....	80
5.1	Statistické porovnání doby zpoždění u sledovaných i nesledovaných vlaků.....	80

5.2 Statistické porovnání doby zpoždění u sledovaných i nesledovaných vlaků v relaci Olomouc - Brake	81
5.3 Statistické porovnání počtu kontaktů sledovaných a nesledovaných vlaků.....	83
Závěr	88
Seznam zdrojů.....	90
Seznam grafických objektů.....	92
Seznam zkratk	95
Seznam příloh	97

Úvod

Cílem diplomové práce je navrhnout využití GNSS při sledování zásilek v mezinárodní železniční přepravě a následně tento návrh vyhodnotit. Návrh je realizován pro společnost INTERFRACHT s.r.o. – jedná se o společnost, která se zabývá realizací železničních přeprav, zejména agrárních komodit. Železniční přepravy jsou realizovány především v rámci členských zemí Evropské unie, ale také jsou tyto železniční přepravy realizovány i mimo státy Evropské unie, např. železniční přepravy na Ukrajinu, Srbsko apod.

Právě díky rozmanitosti železničních přeprav a následné tvorbě tras, vzniká potřeba dohledu nad jedoucimi ať už naloženými či vyloženými železničními nákladními vozy. Aktuální poloha naloženého / vyloženého železničního nákladního vozu je nezbytná pro všechny subjekty, které se na přepravě podílí. Jedná se o samotné spediční pracovníky, kteří takto mají dokonalý přehled o stavu konkrétních přeprav na trase. Dále informace o aktuální poloze železničních nákladních vozů slouží železničním dopravcům, kteří si na daných úsecích předávají ať už naložené, nebo vyložené železniční nákladní vozy. Z výpisu dat lze vidět celkový čas všech operací – nakládka, vykládka, či celkovou dobu trvání přepravy. Zásílaná data o aktuální poloze vozů jsou také důležitá v případě, že dojde k závadě na železničním vozu, který následně nemůže pokračovat v trase. Vůz opatřen sledovacím zařízením je tedy ihned identifikován a lze případně ihned dohledat, v jaké železniční opravně se nachází. Práce je tedy zaměřena na technologii GPS, odráží návrh i analýzu uplatnění této technologie v železniční přepravní praxi.

V diplomové práci dochází k porovnání dat železničních zásilek, které jsou opatřeny sledovací technologií GPS a na druhé straně jsou data železničních zásilek, které nejsou nijak sledovány. Práce představuje porovnání v tom, zda použitá technologie GPS přináší do železniční přepravy užitek a to ve snížení jak doby jízdy vlaku, tak i snížení administrativní práce pro jednotlivé spediční zaměstnance, které jsou spojené s nutností předávání dat mezi dopravci, zákazníky a dalšími subjekty podílejícími se na dané přepravě.

První kapitola práce se zabývá krátkou charakteristikou a definicí železničních přeprav – představuje základní pojmy železniční nákladní přepravy, charakterizuje železniční nákladní vozy a jejich označení a v neposlední řadě představuje železniční

nákladní dopravce, kteří spolupracují na českém úseku se společností INTERFRACHT s.r.o.

Druhá kapitola definuje pojmy spojené s globálním družicovým polohovým systémem a představuje konkrétní dodavatele GPS zařízení, se kterými společnost INTERFRACHT s.r.o. spolupracuje, případně chce spolupráci do budoucna navázat.

Třetí kapitola se zabývá matematickým zpracováním dat – popisuje statistické metody, které budou následně aplikovány na datový soubor. Jedná se o tzv. F-test a T-test.

Čtvrtá kapitola je zaměřena na sběr dat – data zásilek sledovaných i nesledovaných, představuje profil společnosti INTERFRACHT s.r.o., reflektuje současný způsob sledování zásilek a zobrazuje přesně použitý typ technologie.

Pátá kapitola vyhodnocuje získané poznatky a předkládá doporučení společnosti INTERFRACHT s.r.o. na základě zmíněných získaných poznatků.

1 Železniční přeprava

Česká republika se řadí k zemi, která má k dispozici velmi rozsáhlou a hustou železniční síť. I přes rozsáhlou výstavbu železničních koridorů, které jsou určeny především pro průjezd železničních nákladních vozidel vyššími rychlostmi, došlo v posledních několika letech k poklesu jejího využívání, a to z ekonomických důvodů. To má za následek omezení železničního provozu, což vede k zániku železničních stanic a tím k odebrání licence jakožto stanice s výpravním oprávněním. Příčinou je silniční přeprava, která nabízí nižší ceny přepravného, než je přeprava železniční. Důvodem rozdílu v ceně mezi železniční a silniční přepravou jsou pevně dané tarify, které vychází z fixně dopředu nastavených tarifních sazebníků.

1.1 Základní pojmy v železniční nákladní dopravě

Typologie železniční dopravy:

- osobní,
- nákladní.

Dráha – dopravní cesta, která slouží k pohybu železničních vozů a lokomotiv, součástí jsou zařízení, která zajišťují plynulost provozu a bezpečnost. Železniční vozidlo je na dráze zcela závislé – kolejové vedení.

Drážní vozidlo – jedná se o dopravní prostředek, který je uzpůsobený k jízdě po železničních kolejích. Koleje jsou pro drážní vozidla vůdcem. „*Drážní vozidla pro svůj pohyb nutně vyžadují speciální jízdní dráhu (dopravní cestu) a dle sklonových poměrů můžeme drážní dopravní prostředky dělit na adhezní, ozubnicové, vozidla pozemní lanovky a visuté lanovky.*“ [1, s.4]

Provozování dráhy – jedná se o činnost, která slouží k zabezpečení a obsluze dráhy. Provozováním dráhy se také drážní doprava organizuje.

Kategorie železničních drah:

- celostátní – určena pro celostátní a mezinárodní veřejnou železniční dopravu,
- regionální – ústí jak do celostátní, tak i do regionální dráhy, je určena k veřejné železniční dopravě,

- vlečka – pro vlastní potřebu majitele, případně provozovatele, ústí do regionální i celostátní dráhy, případně do další vlečky,
- speciální dráha – pro zabezpečení dopravní obslužnosti obcí.

[1]

Infrastruktura železniční dopravy – skládá se z:

- dopravní cesty – včetně technologií pro řízení provozu,
- železniční stanice a zastávky – nádraží,
- vozový park – tažná železniční vozidla, železniční nákladní a osobní vozy, speciální kolejová vozidla a stroje,
- technické zázemí pro provoz železniční dopravy – administrativní budovy, depa, překladiště, opravný, zázemí pro technický personál a skladovací prostory.

Přepravní smlouva – uzavírá se mezi železnicí (železniční nákladní dopravce), s níž bude realizace přepravy nákladu uskutečněna, a mezi odesílatelem. Má písemnou podobu v papírové, případně elektronické verzi. Uzavřením přepravní smlouvy se dopravce zavazuje k dopravě nákladu na místo určení. Pokud se jedná o zásilku nákladu v rámci více zemí, je třeba mít uzavřenou přepravní smlouvu s každým železničním dopravcem na daném úseku trasy. Z toho důvodu bývá odesílatelem většinou specializovaná zasílatelská firma, která má uzavřené přepravní smlouvy s různými železničními dopravci v různých zemích.

Nákladní list – slouží jako důkaz, že byla uzavřena přepravní smlouva. Musí být opatřen datumovým razídkem, které vydává odesílací stanice. Informace v nákladním listu jsou vydány v jazyce odesílací stanice, je také povinností tyto informace předložit i v podobě překladu, např. němčina, francouzština, italština, angličtina apod.

Náležitosti nákladního listu:

- odesílatel – jméno, adresa, e-mail, telefon, fax, IČ, DIČ,
- příjemce - jméno, adresa, e-mail, telefon, fax, IČ, DIČ,
- prohlášení odesílatele,
- reference odesílatele,
- přílohy – např. doplňkový list,
- místo dodání – stanice, země (stanice určení),
- odesílací stanice,

- obchodní podmínky,
- záznamy pro příjemce – např. kontaktní údaje pro případ komplikací,
- označení zboží – číslo NHM,
- mimořádná zásilka – ano / ne,
- RID,
- převzetí – měsíc, den, hodina,
- placení přepravného,
- kontrola zboží a celní záznamy,
- záznamy dopravce,
- identifikace zásilky,
- místo a datum vystavení,
- výkaz vozů.

[6]

1.1.1 Charakteristika železniční nákladní dopravy

- ekonomická výhodnost při přepravách nákladu na velké vzdálenosti,
- pomalejší v porovnání se silniční dopravou z důvodu vázanosti na grafikon,
- doprava nákladu je možná pouze na nejbližší železniční nádraží, není-li fyzické místo vykládky / nakládky opatřeno železniční vlečkou,
- výhodná pro rozměrný náklad,
- šetrná k životnímu prostředí.

1.1.2 Druhy nákladních přeprav v železniční dopravě

- vozové zásilky - k přepravě nákladu je třeba samostatný železniční nákladní vůz, příjemci je následně zásilka předána dle čísla vozu, které tak bylo k nákladu přiřazeno, též zapsáno v nákladním listu. Vozové zásilky se rozdělují na klasické a na vozové zásilky kombinované přepravy.
- kusové zásilky,
- přeprava spěšnin,
- kontejnerové přepravy – nejrozšířenější druh přeprav v železniční nákladní dopravě a to z důvodu absence překládky přepravovaného nákladu. Kontejnerové přepravy se řadí k nejbezpečnějším zásilkám z pohledu rizika ztráty nákladu nebo

poškození nákladu. Z ekonomického hlediska jsou výhodné, šetří finance vynaložené na obalový materiál přepravovaného nákladu. Manipulace s nimi je jednoduchá v případě potřeby překlada naloženého kontejneru na jiný dopravní prostředek, např. železnice – silniční doprava. Kontejner musí být řádně označen a to:

- údaje o vlastníkovi kontejneru – jméno,
- poznávací značkou,
- hmotnost kontejneru v nenaloženém stavu,
- mez zatížení.

Dle rozměrů rozlišujeme:

- malé kontejnery,
- střední kontejnery,
- velké kontejnery.

[6]

1.1.3 Základní rozdělení železničních nákladních vozů

Základní typy jsou:

- kryté vozy,
- výsypné vozy,
- nízkostěnné vozy,
- vysokostěnné vozy,
- nádržkové vozy,
- speciální vozy.

Počet náprav u základních typů železničních nákladních vozů:

- dvounápravové,
- podvozkové (4 nápravy).

Vozy dle typu vlastníka:

- vlastní vozy v majetku železničního dopravce,
- privátní vozy (soukromé),
- vozy v nájmu – např. železniční dopravce dá do nájmu železniční nákladní vozy spedičním firmám, zasílatelským firmám apod. To se děje v případě, kdy by sám

železniční dopravce neměl pro svoji vozovou kapacitu využitelnost pro přepravu nákladu, proto volné vozy pronajme do užívání dál jinému subjektu. Vozy mu tak zbytečně nestojí a nezabírají místo, ale má z nich určitý zisk. Dopravce, jakožto vlastník vozu, je ale odpovědný za revize vozů nebo případné opravy, které vznikly v důsledku přepravy na dopravní trase. [6]

1.1.4 Označení vozů v železniční nákladní dopravě

Železniční nákladní vozy jsou označeny jak číslicemi, tak písmeny. Jejich kombinací je každý vůz opatřen dvanáctimístným číslem.

Tab. 1.1 Vzor číselného označení železničních nákladních vozů

XX	XX	XXXXXXXX	- X
1	2	3	4

Zdroj: [6].

1 - režim použití vozu, číslo může mít hodnotu 0 – 89,

2 – označení vlastníka, tzn. železničního dopravce v rámci jednotlivých zemí. Např. pro Českou republiku: 54 ČD Česká dráhy, pro Polskou republiku: 51 PKP Polské státní dráhy, pro Maďarskou republiku: 55 MÁV Maďarské dráhy, pro Rumunskou republiku: 53 CFR Rumunské železnice apod.

3 – „vlastní sedmimístné číslo označuje u každého vozu jeho provozní charakteristiky a pořadové číslo. První číslice představuje základní řadové označení a další tři vedlejší označení. Poslední tři číslice jsou pořadovým číslem vozu“. [6, s.15]

4 – kontrolní číslice, za pomlčkou.

Postup pro výpočet kontrolní číslice:

- 11 čísel se rozdělí zprava – zvlášť na číslice na sudém a zvlášť na lichém místě,
- na lichých místech se násobí číslice dvěma,
- z číslic násobků na lichých místech a z převzatých číslic na sudých místech se vytvoří součet, poslední číslicí součtu je tzv. součtová jednotka,
- kontrolní číslice se získá rozdílem mezi číslem 10 a součtovou jednotkou.

Tab. 1.2 Postup výpočtu kontrolní číslice

5	4	8	7	7	6	1	4	2	6	3
L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L
10	X	16	X	14	X	2	X	4	X	6
X	4	X	7	X	6	X	4	X	6	X

$$10+4+16+7+14+6+2+4+4+6+6=79$$

Součtová jednotka: 9

$$10-9 = 1$$

54 87 7614263 - 1

Zdroj: [6].

Písenné označení vozů:

- velká písmena,
- malá písmena.

Velká písmena vyjadřují základní druh vozu – např. U – speciální vůz, I – chladicí vůz, apod.

Malá písmena vyjadřují blíže specifikované technické údaje o voze.

1.1.5 Nakládka a vykládka

Železniční nákladní vozy jsou nakládány a vykládány na:

- železničních vlečkách,
- všeobecných nakládkových / vykládkových kolejích,
- na dopravních kolejích,
- na trati – výjimečný případ,
- v terminálech a překladištích.

Nakládka zboží musí být vždy v souladu s Předpisy o nakládání zboží do železničních nákladních vagonů. Také musí být zajištěna bezpečnost provozu a je nutno předcházet vzniku škod.

1.1.6 Traťové třídy

Každá železniční trať se řadí do tzv. traťových tříd. Rozřazení tratí dle traťových tříd udává nejvýše přípustnou hmotnost nápravy na běžný metr vozu. V železniční nákladní dopravě jsou nejčastější třídy C a D. V Maďarské republice se používá typ CM2.

Tab. 1.3 Traťové třídy

Traťová třída	(t/nápr.)	(t/m)
C2	20	6,4
C3	20	7,2
C4	20	8
D2	22,5	6,4
D3	22,5	7,2
D4	22,5	8

Zdroj: [2].

1.2 Železniční dopravci v ČR spolupracující s firmou INTERFRACHT s.r.o.

Železničním dopravcem se rozumí fyzická nebo právnická osoba, které byla udělena licence k provozování železniční dopravy. Železniční dopravce má přidělen tzv. UIC kód. Je vlastníkem tažné síly.

1.2.1 ČD Cargo, a.s.

Jedná se o největšího národního dopravce v ČR. Společnost byla založena v roce 2007 jako akciová společnost, její základní kapitál činil 8 494 000 000 Kč. Společnost vznikla jako dceřiná společnost Českých drah.

Společnost z hlediska nákladu přepravuje:

- železné a strojírenské výrobky,
- paliva – především pevná – koks, hnědé a černé uhlí,
- stavebniny a stavební materiály,
- chemické produkty,
- paliva,
- kontejnery,
- výměnné nástavby,
- automobilové návěsy,
- speciální zásilky,
- vojenskou techniku,
- ostatní komodity.

Další služby, které společnost poskytuje:

- veškeré logistické služby,
- vlečkové služby,
- celní služby,
- poradenství,
- opravy železničních nákladních vozů,
- pronájem železničních nákladních vozů,
- bezpečnostní poradenství,
- mimořádné poradenství.

Vzhledem k rozšiřující se liberalizaci evropského železničního trhu a upevnění své pozice na poli železniční nákladní přepravy, se společnost ČD Cargo, a.s. rozhodla rozšířit do dalších členských států EU a to prostřednictvím svým poboček. Jedná se o tyto státy:

Rakousko - ČD Cargo Niederlassung Wien: pobočka se zaměřuje na provoz železniční nákladní dopravy na území Rakouska. Zde zajišťuje přepravy zboží v ucelených vlacích (i v tranzitu přes Rakousko z Maďarska nebo Slovenska do Německa, i opačným směrem). Přepravované komodity jsou: dřevo, uhlí, obilí, chemické produkty, automobily a železné šroty.

Polsko – CD Cargo Poland – založena jako dceřiná společnost. Zajišťuje dopravu zboží pro řadu polských zákazníků, převáží uhlí, železnou rudu, hutní polotovary a kontejnery. Uzavřené smlouvy s dopravci umožňují zajiždění lokomotiv s železničními vozy do pohraničních přechodových stanic v Rusku - Kaliningrad , Bělorusku a Litvě.

Německo - CD Cargo Germany - aktivity zaměřeny na přepravy automobilů po železnici.

Slovensko - CD Cargo Slovakia - spediční přeprava zboží v ucelených vlacích i formou jednotlivých vozových zásilek nejen po Slovensku, ale i v dalších zemích - Maďarsku, Rumunsku apod. Jedná se především o přepravy pohonných hmot, cukrové řepy atd.

[8]

1.2.2 Aplikace ČDCgo

V polovině roku 2022 přišla společnost s inovativním řešením pro své zákazníky. Společnost nabízí neustálý přehled o podaných objednávkách. Zákazník tak má přehled jak o prázdných, tak ložených vozech. Chytrá aplikace dokáže dokonce odhadnout i čas

příjezdu vlaku. Aplikace má řadu filtrů, proto je možné hledat například dle čísel vozů, dle stanic odeslání, dle stanic určení, dle NHM apod. Výhodou aplikace je také možnost sledovat aktuální polohu a tím si monitorovat, zda jde trasa podle plánu a případně dle aktuálních informací přepravu spravovat, tzn. upozornit např. přebírajícího dopravce na možnost zpoždění apod. [8]

1.2.3 IDS Cargo a.s.

Společnost byla založena v roce 2007 se základním kapitálem 100 000 000 Kč. Oproti společnosti ČD Cargo, a.s. se nejedná o státního dopravce. Společnost IDS Cargo, a.s. je ryze soukromá společnost, která poskytuje služby železniční nákladní dopravy v rámci ČR, ale vzhledem k liberalizaci evropského trhu železniční nákladní dopravy svoji působnost rozšířila i na Slovensko. Jedná se o dceřinou společnost olomoucké firmy Inženýrské a dopravní stavby Olomouc, kdy právě do roku 2007 byla železniční doprava poskytována v rámci vlastních stavebních účelů.

Společnost IDS Cargo, a.s. z hlediska nákladu přepravuje:

- agrární komodity,
- oleje,
- nafty,
- chemické produkty,
- cement,
- popílek,
- uhlí,
- automobily,
- mimořádné zásilky.

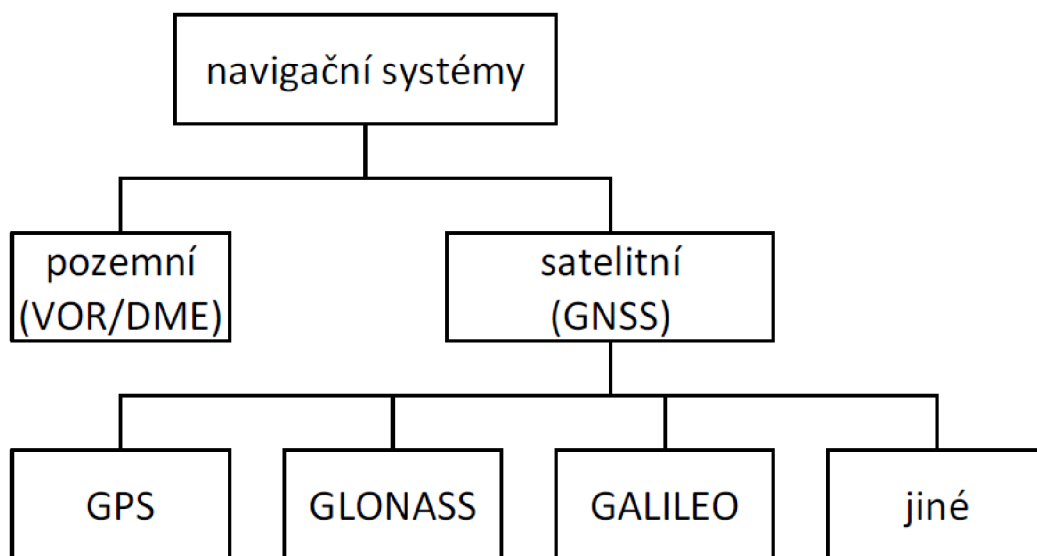
Služby, které společnost IDS Cargo, a.s. poskytuje:

- železniční doprava,
- spediční služby,
- obsluha vleček,
- pronájem lokomotiv i železničních nákladních vozů,
- poradenství.

[9]

2 Globální družicový polohový systém

Globální družicový polohový systém (GNSS) představuje satelitní navigace, které jsou schopny díky družicím umožnit v rámci celosvětového pokrytí autonomně prostorově určit polohu. Jedná se o službu, díky které uživatelé prostřednictvím elektronických rádiových přijímačů, které odesílají signály z družic, umožňuje spočítat polohu uživatele a to s přesností až na jednotky metrů. Funkce satelitních navigačních systémů není závislá na internetovém, případně telefonním připojení – tato připojení mohou pouze zvýšit hodnotu získaných dat o poloze. Příkladem globálního systému, který disponuje celosvětovým pokrytím je Global Positioning System (GPS) – Amerika, GLONASS – Rusko, Galileo – Evropa nebo Beidou – Čína. Evropský systém je od počátku vývoje prezentován jako civilní. Americký, ruský i čínský jsou vyvíjeny jako vojenské a tudíž spadají pod správu armády.



Obr. 2.1 Schéma navigačních systémů

Zdroj: [5]

„Satelitní navigační systémy se podle způsobu měření (určování polohy) dělí na:

- úhломěrné,
- dopplerovské,
- dálkoměrné (např. GPS, GLONASS),
- interferometrické., [5, s. 36]

Geografické informační systémy (GIS) ve spolupráci s globálními družicovými polohovými systémy (GNSS), jsou systémy, které slouží k určování geografické polohy, dále slouží k navigaci v nejširším slova smyslu a to kdekoliv a kdykoliv, a to jak na povrchu planety Země ale též i v kosmu. Systémy jsou však závislé na přímé viditelnosti oblohy. Vývoj systémů započal již v 50. letech 20. století. Výsledkem je již dnes nejvíce využívaný systém GPS. Obdobou systému GPS je systém GLONASS, jehož vývoj je závislý na ekonomických faktorech, dále pak projekt Evropské unie Galileo či různé asijské navigační systémy. Samotná potřeba určování své aktuální polohy je velice důležitá, člověk sám potřebuje v neznámém prostředí určit svoji aktuální polohu, najít patřičnou trasu, kdy každý cíl má více možností cest, jak se k němu dostat. Cesty se mohou lišit hned v několika parametrech, například bezpečnost, dostupnost, délka, časová náročnost, finanční náročnost apod. Člověk si tak tyto cesty potřebuje nejen vytyčovat, ale důležitá je i kontrola, jestli se na dané cestě opravdu vyskytuje. Stejně tak jako v případě člověka, je geografická poloha důležitá i v otázkách přepravovaného nákladu. Z hlediska železničních přeprav se jedná především o kontrolu vozových zásilek, tzn., jak se železniční vozy pohybují, jaká je jejich aktuální poloha, jaký je odhadovaný čas příjezdu předávajícímu železničnímu dopravci, případně z geografické polohy lze odhadnout předpokládaný čas příjezdu samotnému příjemci zboží. Stejně tak v případě potíží, např. problém na železniční trati, který povede k zastavení provozu, může historie výpisu z GPS mít vliv na výši vzniklých více nákladů, které by v případě zpožděné předávky či přebírky železničních vozů a jejich nákladů mohly být účtovány.

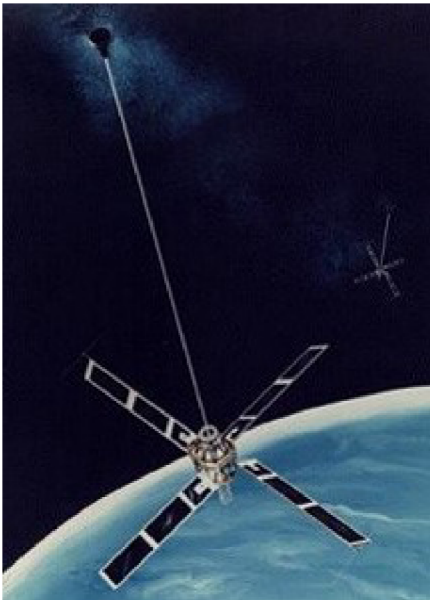
[3]

2.1 Historie družicových navigačních systémů

2.1.1 Družicový navigační systém Transit

- systém vyvinut v roce 1964 námořnictvem USA,
- princip Dopplerova jevu,
- 6 družic, oběh po kruhových oběžných drahách ve výši 1 075 km,
- 2 nosné frekvence – 150 MHz a 400 MHz,

- řídicí segment tvořen třemi pozemními pozorovacími stanicemi umístěnými na území USA,
- doba oběhu družic byla 107 minut,
- předurčen pro vojenské loďstvo, jehož pohyb byl pomalý, tudíž se u systému počítalo s občasnou nedostupností dat,
- prvotní zavedení systému určovalo polohu na přesnost 800 metrů, dokonalejší verze potom 5 metrů,
- v roce 1967 byl systém určen pro civilní potřebu – 80 000 aktivních uživatelů,
- systém nevhodný pro leteckou navigaci a to především z důvodu nepřesnosti určování polohy, dvourozměrný výsledek souřadnic, signály navigačního systému dostupné pouze v omezeném čase,
- rok 1996 – poslední využití systému.



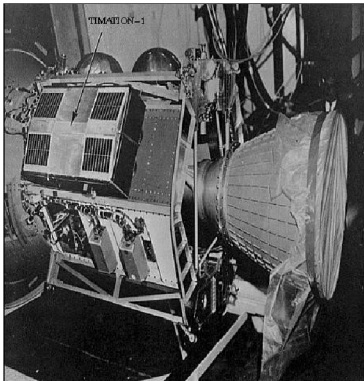
Obr. 2.2 Družicový navigační systém Transit

Zdroj: [3].

2.1.2 Timation

- systém vyvinut v roce 1972,
- vysílal přesný časový signál,
- koncept systému vytvořil základ pro systém GPS,

- cílem systému Timation byla demonstrace schopnosti umístit na oběžnou dráhu vysoce přesné hodiny, urychlit přenos času, dvourozměrnou navigaci a předvést technologii pro trojrozměrnou navigaci,
- bylo dokázáno, že systém využívající techniku pasivního měření vzdálenosti v kombinaci s vysoce přesnými hodinami může poskytnout základ pro nový a revoluční navigační systém s trojrozměrným pokrytím (zeměpisná délka, zeměpisná šířka a nadmořská výška) celosvětově.



Obr. 2.3 Timation

Zdroj: [3].

2.1.3 Projekt GPS a NAVSTAR

- vznik konceptu 17.12.1973,
- NAVSTAR = akronym názvu **N**avigation **S**ystem using **T**ime **A**nd **R**anging, důvodem použití druhého názvu byla nelibost právě v názvu GPS, kdy tato zkratka nebyla dle gusta vysoko postaveného úředníka na ministerstvu obrany, který měl značný vliv na tok financí do projektů družicových navigačních systémů.

2.2 Vývoj systému GPS

Systém byl původně určen pro potřeby armády, v současné době je správcem systému Ministerstvo obrany USA, zájem na správě má však i Ministerstvo dopravy USA. V současné době užívají systém běžně i uživatelé z řad civilního obyvatelstva

(např. ve svých mobilních telefonech, automobilech a v dalších chytrých zařízeních), velký zájem o využívání systému GPS spočívá především v:

- přesnost určení polohy,
- možnost určení rychlosti i času s přesností, která odpovídá přesnosti polohových dostupných signálů na planetě Zemi,
- dostupnost signálu kdekoli na planetě Zemi,
- služba GPS je pro uživatele dostupná zdarma, bez poplatků a omezení,
- služba umožňuje podávat informace v každém počasí a je dostupná 24/7,
- třírozměrný prostor polohy.

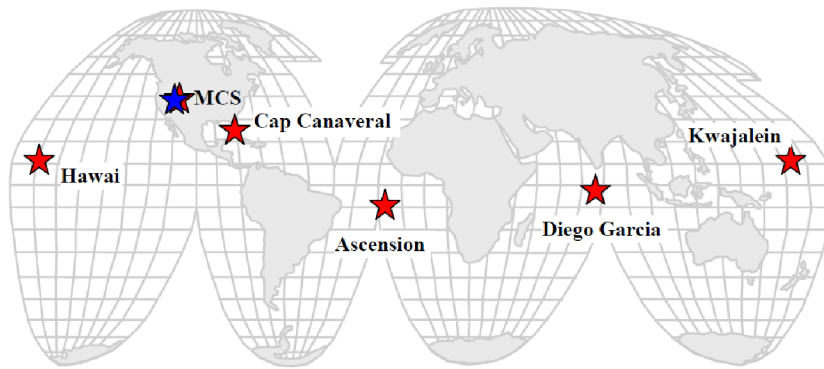
[3]

2.2.1 Vývoj systému NAVSTAR - GPS

Roky 1973 – 1979 byly určeny k hlavnímu záměru využívání systému - byla prováděna různá ověření základních principů GPS. Prováděly se pozemní testy. Sloužily k ověření třírozměrné navigace v reálném čase. 14.7.1974 dochází k vypuštění první družice, která má za cíl ověřit navigační technologii, družice vycházela z programu Timation tudíž byla nazvána jako Timation II, následně došlo k přejmenování na NTS-1. Rok 1978 přináší další vypuštění dalších 4 vývojových navigačních družic Blok I. Družice byly rozmístěny na oběžných drahách tak, aby umožňovaly třírozměrnou navigaci po omezený čas. V rozmezí let 1979 – 1985 byly budovány řídicí střediska a došlo k zahájení vývoje družic Bloku II. Byly prováděny ověřovací testy pro přijímače GPS. V prosinci roku 1993 dochází k dosažení tzv. počátečního operačního stavu – rozmístění 24 družic, které fungují bez chyb a poskytují polohovou službu. V červnu roku 1995 se hlásí přechod systému GPS do plně operačního stavu. Tímto začíná rutinní provoz a plné využívání systému GPS.

3 základní segmenty struktury systému GPS:

- 1) kosmický – tvoří ho soustava družic - ty jsou rozmístěny systematicky na oběžných drahách a vysílají navigační signály,
- 2) řídicí – řídí celý globální polohový systém, jeho hlavním úkolem je aktualizace údajů obsažených v navigačních zprávách. Tvoří ho 5 pozemních monitorovacích stanic, 1 hlavní řídicí stanice a 3 stanice pro komunikaci s družicemi,
- 3) uživatelský – GPS přijímače, uživatelé, vyhodnocovací nástroje a postupy.



Obr. 2.4 Mapa rozmístění stanic řídicího segmentu systému GPS

Zdroj: [3].

2.2.2 Signály družic GPS

Signál je tvořen kombinací nosných vln, dálkoměrných kódů a navigačních zpráv.

Frekvence L1 = jedná se o signály tzv. standardní polohové služby (SPS – Standard Positioning Service).

Frekvence L2 = jedná se o označení pro přesnou polohovou službu (PPS – Precise Positioning Service).

Základní frekvence slouží k odvozování frekvencí družic GPS, její hodnota vychází z frekvence atomových hodin - $f = 10,23$ MHz.

C/A kód = kód je tvořen náhodnou posloupností jedniček a nul. Každá družice má svůj jedinečný a unikátní C/A kód. Pro standardní polohovou službu je C/A kód nosným signálem.

P-kód = slouží k měření zdánlivé vzdálenosti mezi družicí a přijímačem s velkou přesností. Důvodem je užití dlouhého a rychlého kódu a možnost měření na nosných frekvencích L1 a L2.

Y-kód = tvoří základ pro určení přesné polohové služby.

[3]

2.2.3 Navigační zpráva a přijímač GPS

Navigační zpráva v sobě zahrnuje parametry oběžné dráhy konkrétní družice, dále stav družic, čas vysílání počátečních zpráv, koeficient ionosférického modelu, efemeridy družice a údaje korigující čas vysílání družic. Z takto získaných údajů je možné vypočítat přesný čas a přesnou polohu odeslání.

Přijímač GPS je tvořen třemi základními funkčními bloky:

- 1) anténa – představuje jednu z nejdůležitějších částí přijímače, protože její parametry mají vliv na celkový výkon. V současné době existuje široká škála antén, které se od sebe liší konstrukcí a tím tedy i parametry – odolnost proti rušení, citlivost apod,
- 2) navigační přijímač – hlavním úkolem navigačního přijímače je zpracovávat signály, které byly přijaty anténou a následně z nich vybrat signály, které byly vysílané družicemi. Výsledkem je tedy výpočet zdánlivých vzdáleností k jednotlivým družicím. Navigační přijímač se skládá ze 3 částí – vstupní jednotky, časové základny a z jednoho nebo více měřících přijímačů,
- 3) navigační počítač – vyhodnocuje získaná data z měřících přijímačů – aktuální poloha, aktuální čas, rychlost pohybu apod., dále provádí transformaci polohy dle požadovaného souřadnicového systému.

[3]

2.2.4 Faktory ovlivňující výkonnost systému GPS

Na výkonnost jakéhokoliv navigačního systému má značný vliv celá řada faktorů, mezi nejhlavnější faktory patří:

- 1) přesnost – jedním z nejzákladnějších a nejběžnějších požadavků na navigační systémy je určitá úroveň přesnosti. Přesnost je parametr, který slouží k popisu toho, jak dobře je naměřená poloha ve shodě se správnou polohou, která byla předem určena např. geodeticky. Chybou v měření se označuje rozdíl mezi správnou hodnotou a naměřenou hodnotou. V rámci systému GPS jsou definovány meze přesnosti, se kterými je možné provádět měření – poloha je určována s přesností např. na metry, na centimetry apod. a to v závislosti na metodě řešení, vlastnostech prostředí, technice apod. K dosažení přesnosti

je tedy zapotřebí použít vhodné technické a programové vybavení a též vhodný pracovní postup,

- 2) dostupnost – „*dostupností se rozumí schopnost poskytovat požadované signály, funkce a služby v zadané oblasti na počátku zamýšlených operací. Ve většině případů se dostupnost systému rovná dostupnosti signálů a je vyjadřována procentem času, po který jsou signály dostupné pro použití.*“ [3, s. 84] Též dostupností rozumíme rozsah, kde je systém GPS dostupným a to všem jeho uživatelům – kdekoliv a kdykoliv,
- 3) integrita – spolehlivost systému, věrohodnost a důvěryhodnost systému, cílem je varování uživatele systému v případě hrozby poklesu přesnosti. „*Integrita charakterizuje schopnost navigačního systému poskytnout včasné varování v případě, že nedokáže dodržet stanovenou přesnost*“, [3, s. 85]
- 4) kontinuita – schopnost pracovat bez přerušení,
- 5) spolehlivost – spoleh na dosažené výsledky systému, definovaná pomocí opakovatelnosti a přesnosti při určování polohy,
- 6) cena – odvislá od programového a technického vybavení, součástí jsou i nepřímé provozní náklady,
- 7) konkurence – samotná její existence.

[3]

2.3 Dodavatelé GPS společnosti INTERFRACHT s.r.o.

Vzhledem k neustálému nárůstu železničních přeprav společnosti INTERFRACHT s.r.o. je potřeba navazovat nové a nové spolupráce s dodavateli GPS systémů, o tom svědčí i fakt současné situace, kdy probíhá válečný konflikt na území Ukrajiny, kam společnost samozřejmě stále spoustu přeprav po železnici realizuje. Proto vzniká čím dál větší potřeba mít o poloze nákladu i o železničních nákladních vozech přehled.

2.3.1 Společnost LEVEL s.r.o.

Společnost, jejíž historie sahá již do roku 1992, ve kterém byla v českém Náchodě založena. Nyní se společnost LEVEL s.r.o. řadí k předním výrobcům GPS monitorovacích zařízení.

Monitoring železničních nákladních vozů je pro společnost INTERFRACHT s.r.o. klíčový, v návaznosti na spolupráci se společností LEVEL s.r.o. je tedy v rámci realizovaných železničních přeprav možné:

- online sledování,
- spolehlivý kilometrický průběh – vypočítává se podle otáček dvojkolí, případně pomocí železničních map,
- ochrana proti krádeži – pokud dojde k neoprávněné manipulaci, je zde nastavený automatický alarm,
- instalace - je jednoduchá a rychlá, provádí se pomocí přichycení na magnet okolo os dvojkolí,
- údržba - automatické notifikace o nadcházející plánované údržbě,
- prevence škod (nehod) - sledování nerovností na železničních tratích, opotřebení ložisek,
- detekce nárazů.

[11]

TotalFinder

- výdrž baterie je 4 roky na jedno nabití,
- slouží primárně pro monitoring železničních vagonů,
- udává přesné pozice dle GNSS satelitního systému,
- GNSS - GPS , Glonass, Beidou 33 sledovacích kanálů, 99 akvizitních kanálů, 210 PRN kanálů.



Obr. 2.5 GPS TotalFinder

Zdroj: [11].

TotalFinder ATEX

- bateriová jednotka pro monitoring železničních vozů,
- výdrž baterie je 12 let,

- GNSS - GPS , Glonass, Beidou 33 sledovacích kanálů, 99 akvizičních kanálů, 210 PRN kanálů.



Obr. 2.6 GPS TotalFinder ATEX

Zdroj: [11].

TotalFinder SOLAR

- solární nabíjení, určeno pro sledování železničních nákladních vozů,
- jednotka vydrží více než 5 let bez údržby,
- satelitní pozice systému GPS, Glonass a BeiDou.



Obr. 2.7 GPS TotalFinder SOLAR

Zdroj: [11].

AxleRing

- samonabíjecí monitorovací jednotka pro železniční nákladní vozy,
- GNSS – GPS, GLONASS, BeiDou.



Obr. 2.8 GPS AxleRing

Zdroj: [11].

Tab. 2.1 Přehled GPS zařízení – společnost LEVEL s.r.o.

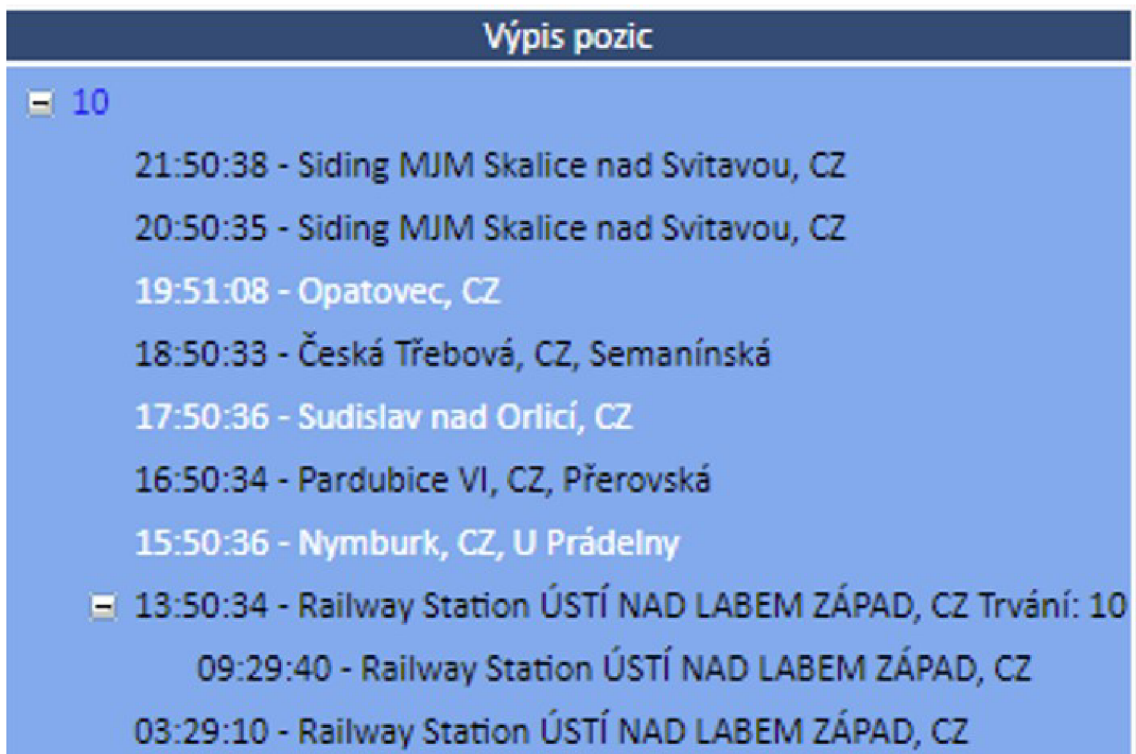
počet kusů	začátek spolupráce	měsíční cena (EUR/ks)	typ vlastnictví	nastavení zaslání
73	2015	7,5	nutnost koupě GPS jednotky	v klidu 1x / 6 hod, při pohybu 1x / hod

Zdroj: [19].

Z výše uvedené tabulky (Tab. 2.1) je zřejmé, že spolupráce firmy Level s.r.o. a společnosti INTERFRACHT s.r.o. byla započata již v roce 2015. V průběhu času si společnost INTERFRACHT s.r.o. opatřila 73 kusů GPS jednotek, které si nebylo možno pronajmout, ale GPS zařízení má plně ve svém vlastnictví. Společnost Level s.r.o. si za poskytování svých služeb účtuje 7,5 Euro / ks za měsíc. Při počtu 73 kusů GPS jednotek je cena za poskytnuté služby 547,5 Euro (cca 13 600 Kč / měsíc, 163 200 Kč za rok).

Služba spočívá v:

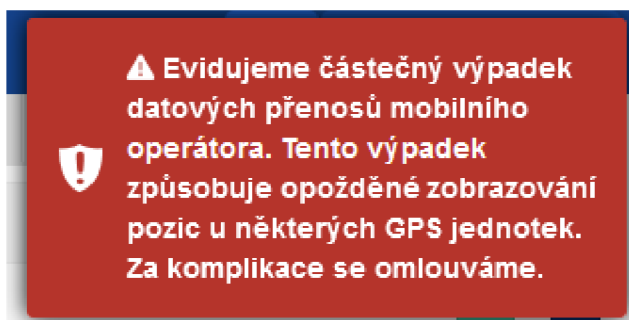
- pokud je zařízení v klidu a nepohybuje se, informace o poloze je zaslána jednou za 6 hodin,
- pokud je zařízení v pohybu - náklad (železniční vůz) je na cestě (Obr. 2.9), dochází k zaslání informací o poloze jednou za každou započatou hodinu.



Obr. 2.9 Výpis GPS pozic ze zařízení od společnosti Level s.r.o.

Zdroj: [19].

Bohužel, v ojedinělých případech se stává, že služby nejsou dostupné (Obr. 2.10) a dochází k jejich částečným výpadkům, které mohou být klíčové v případě sporných situací, např. čas předávek mezi jednotlivými dopravci, skutečný čas nakládky / vykládky apod.



Obr. 2.10 Výpadek služeb od společnosti Level s.r.o.

Zdroj: [19].

2.3.2 DOT Telematik und Systemtechnik GmbH

Společnost DOT sídlí v rakouském Leobendorfu, společnost patří k průkopníkům v oblasti digitálních zařízení v odvětví logistiky se zaměřením na železniční systémy. Společnost poskytuje a navrhuje individuální řešení pro telematiku a GPS sledovací systémy.

X-Rayl Pointer S3

- solární napájení,
- díky integrovaným globálním modulům LTE a GNSS může Pointer S3 shromažďovat a přenášet data o poloze a senzorech po celém světě,
- díky sofistikovanému konceptu úspory energie, velkému solárnímu panelu a integrovanému zásobníku energie může Pointer S3 pracovat samostatně a bez údržby i v oblastech, kde není k dispozici žádný běžný zdroj energie.



Obr. 2.11 GPS X-Rayl Pointer S3

Zdroj: [12].

X-Rayl Sensors S3

- rozšířená verze X-Rayl Pointer S3,
- poskytuje maximální přehled a kontrolu nad skupinami železničních nákladních vozů a nákladem,
- senzory jsou bezúdržbové, snadno se montují, lze je bez problémů integrovat do systému X-Rayl a lze je používat za jakýchkoli podmínek, protože mají nejvyšší dostupnou certifikaci ATEX.

[12]



Obr. 2.12 GPS X-Rayl Sensors S3

Zdroj: [12].

Tab. 2.2 Přehled GPS zařízení - DOT Telematik und Systemtechnik GmbH

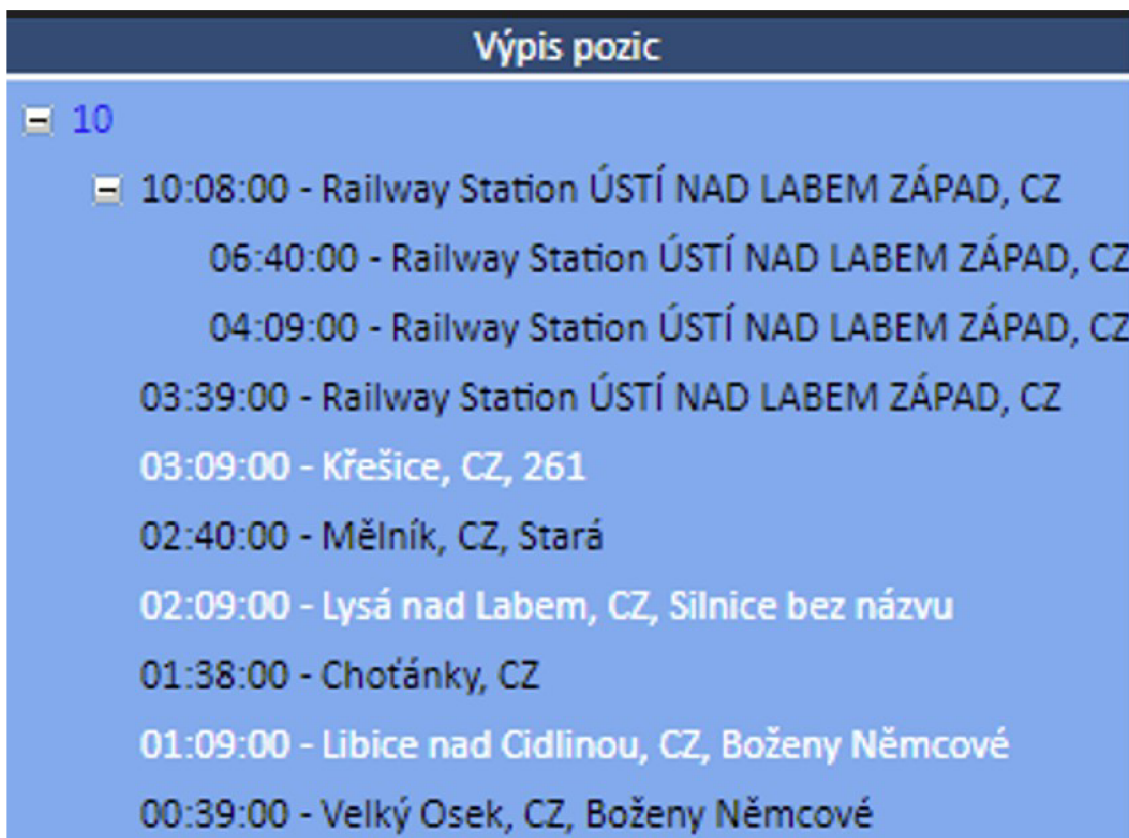
počet kusů	začátek spolupráce	měsíční cena (EUR/ks)	typ vlastnictví	nastavení zasílání
22	2016	8,5	nutnost koupě GPS jednotky	při pohybu 1x / 30 min, při stání 1x / 24 h

Zdroj: [19].

Spolupráce s firmou DOT Telematik und Systemtechnik GmbH byla započata v roce 2016, což je o rok později, než s firmou Level s.r.o. V současné době má společnost INTERFRACHT s.r.o. ve vlastnictví 22 kusů GPS jednotek. Cena pronájmu za poskytované služby činí 8,5 Euro / ks za měsíc, v konkrétním případě za 22 ks GPS zařízení je souhrnná měsíční cena 187 Euro za měsíc (cca 4 700 Kč za měsíc, 56 100 Kč za rok).

Služba spočívá v:

- pokud je zařízení v klidu a nepohybuje se, informace o poloze je zaslána jednou za 24 hodin,
- pokud je zařízení v pohybu - náklad (železniční vůz) je na cestě (Obr. 2.13), dochází k zasílání informací o poloze jednou za každou započatou půl hodinu.



Obr. 2.13 Výpis GPS pozic ze zařízení od společnosti DOT Telematik und Systemtechnik GmbH

Zdroj: [19].

2.3.3 Amsted Digital Solutions

Společnost sídlí v USA v Chicagu, jedná se o jednoho z největších světových výrobců sledovacích železničních nákladních systémů.

Sledování zahrnuje:

- zobrazení trasování ukazuje počty zpráv z každého konkrétního železničního vagonu,
- filtry pro výběr konkrétních vozových skupin, vozů a typů zpráv,
- zobrazení trasování umožňuje uživateli vidět, kudy vůz jel za určité časové období,
- ujeté kilometry - počet najetých kilometrů konkrétního vagonu, výpočet je založený na datovém souboru železniční mapy,

- ujeté kilometry umožňují naplánovat nutnou údržbu a dále poskytují přehled o používání vozovém parku,
- časy příjezdů a odjezdů – informace o konkrétních vozech pro zákazníka, zpoždění na nakládce, případně vykládce a porovnání se skutečným časem, upozornění emailem o vstupu / výstupu do dané geozony – např. železniční vlečka, železniční stanice, přechodová pohraniční stanice apod.,
- umístění vagonů na dané trase,
- identifikace úzkých míst v železniční nákladní dopravě,
- optimalizace dopravní cesty,
- optimalizace velikosti vozového parku železničních nákladních vozů.

[15]

Tab. 2.3 Přehled GPS zařízení - Amsted Digital Solutions

počet kusů	začátek spolupráce	měsíční cena (EUR/ks)	typ vlastnictví	nastavení zasílání
223	2019	15	jednotky v pronájmu	při detekci pohybu pošle GPS okamžitě informaci, poté každých dalších 5 minut. v klidu 1 x / 24 hod

Zdroj: [19].

Spolupráce společností trvá již od roku 2019, kdy v současné době má společnost INTERFRACHT s.r.o. v nájmu celkem 223 kusů navigačních jednotek od společnosti Amsted Digital Solutions. Cena nájmu navigační jednotky a s tím související poskytování služeb činí 15 Euro za kus za jeden měsíc. Při počtu 223 kusů se jedná o výslednou měsíční cenu 3 345 Euro (cca 83 625 Kč za měsíc, 1 003 500 Kč za rok).

Služba spočívá v:

- při detekci pohybu železničního vozu pošle jednotka GPS okamžitě informaci, poté dochází k zasílání informací o aktuálním stavu každých dalších 5 minut,
- v klidu dochází k zasílání informací o poloze jednou za 24 hodin.



Obr. 2.14 Výpis GPS pozic ze zařízení od společnosti Amsted Digital Solutions

Zdroj: [19].

2.3.4. Nexxiot AG

Společnost sídlí ve švýcarském Zürichu, své pobočky však rozšířila následně do Německa - Rüsselsheim am Main, Švédska – Stockholm a USA – McKinney.

Společnost patří k významným poskytovatelům služeb v oblasti propojení softwaru a hardwaru v rámci optimalizace dopravy a to v celosvětovém měřítku. Klíčovým

důvodem k navázání spolupráce vedla především možnost monitorování nákladu v reálném čase.

Mezi využívané služby patří:

- přístup k informacím o aktuální poloze nákladu v reálném čase,
- notifikace a upozornění o bezpečnosti – SMS, e-mail,
- automatizace procesů prostřednictvím sdílených informací,
- GPS zařízení s výdrží až 90 dnů, opakovaně použitelné.

[16]

Tab. 2.4 Přehled GPS zařízení - Nexxiot AG

počet kusů	začátek spolupráce	měsíční cena (EUR/ks)	typ vlastnictví	nastavení zaslání
138	2019	15	jednotky v pronájmu	při pohybu delším než 100 m pošle GPS okamžitě informaci, poté každých dalších 5 minut. V klidu 1 x / 12 hod.

Zdroj: [19].

Společnosti navázali spolupráci v roce 2019, stejně jako se společností Amsted Digital Solutions. V současné době činí počet pronajatých GPS jednotek celkem 138 kusů s měsíčním nájmem zahrnujícím poplatky za poskytování služby samotné 15 Euro / ks za jeden měsíc. Při tomto počtu se jedná o měsíční cenu 2 070 Euro (cca 51 750 Kč za jeden měsíc, 621 000 Kč za jeden rok).

Služba spočívá v:

- při detekci pohybu železničního vozu, který je delší než 100 metrů, pošle jednotka GPS okamžitě informaci, poté dochází k zaslání informací o aktuálním stavu každých dalších 5 minut (Obr. 2.15),
- v klidu dochází k zaslání informací o poloze jednou za 12 hodin.

23:26:08 - Ružomberok, SK, Hlavná stanica
 19:25:04 - Ružomberok, SK, Hlavná stanica
 15:26:08 - Likavka, SK
 15:19:44 - Ružomberok, SK, Žigmunda Silbigera
 15:15:28 - Ružomberok, SK, E50
 15:11:12 - Lúbochná, SK
 15:04:48 - Kraľovany, SK
 15:00:32 - Kraľovany, SK, E50
 14:56:16 - Turany, SK, Štúrova
 14:49:52 - Sučany, SK, Ďurka Langsfelda
 14:45:36 - Vrútky, SK, Dielenská Kružná
 14:41:20 - Strečno, SK, E50
 14:34:56 - Varín, SK, Pltnická
 14:30:40 - Gbeľany, SK, 583A
 14:22:08 - Gbeľany, SK, 583A
 14:17:52 - Teplička nad Váhom, SK, 583
 14:11:28 - Teplička nad Váhom, SK, 583
 14:07:12 - Žilina, SK, Uholná
 14:02:56 - Žilina, SK, Bratislavská
 13:43:44 - Žilina, SK, Bratislavská
 13:39:28 - Žilina, SK, Hričovská
 13:33:04 - Horný Hričov, SK
 13:28:48 - Dolný Hričov, SK, E50
 13:24:32 - Maršová - Rašov, SK, Maršová
 13:18:08 - Považská Bystrica, SK, Považská Teplá
 13:16:00 - Považská Bystrica, SK, Robotnícka
 13:09:36 - Púchov, SK, Nosice
 13:03:12 - Beluša, SK, Kapitána Nálepku
 12:58:56 - Košeca, SK, Cesta bez názvu
 12:54:40 - Dubnica nad Váhom, SK, Prejtská
 12:48:16 - Trenčianska Teplá, SK, Železničná
 12:44:00 - Trenčín, SK, Pod čerešňami
 12:39:44 - Trenčín, SK, Dolné Pažite
 12:33:20 - Adamovské Kochanovce, SK
 12:29:04 - Beckov, SK, 61
 12:24:48 - Nové Mesto nad Váhom, SK, Malinovského
 12:18:24 - Nové Mesto nad Váhom, SK, Piešťanská
 12:14:08 - Horná Streda, SK, 61
 12:07:44 - Piešťany, SK, Obchodná
 12:03:28 - Drahovce, SK, Bratislavská
 11:59:12 - Cesta bez názvu, SK
 11:54:56 - Leopoldov, SK, Hurbanova
 10:25:20 - Leopoldov, SK, Nádražná Trvání: 8
 10:21:04 - Leopoldov, SK, Nádražná
 10:16:48 - Leopoldov, SK, Nádražná
 10:10:24 - Leopoldov, SK, Nádražná
 06:45:36 - Leopoldov, SK, Nádražná
 02:44:32 - Leopoldov, SK, Nádražná

Obr. 2.15 Výpis GPS pozic ze zařízení od společnosti Nexxiot AG

Zdroj: [19].

2.3.5. Vizeo

Společnost založena v roce 2018 v litevském městě Vilnius. Společnost Vizeo oslovila s nabídkou svých služeb společnost INTERFRACHT s.r.o. v Únoru 2023 – společnosti jsou na počátku potenciální spolupráce, tudíž žádné zařízení není v současné době plně využíváno. Do testovacího provozu byla zapůjčena 1 GPS jednotka.

Společnost Vizeo nabízí:

- nepřetržitý záznam dat,
- instalace jednotky na podvozek železničního vagonu,
- rychlá, snadná montáž a demontáž zařízení,
- nepřetržitá GPS lokalizace pohybu,
- voděodolné provedení.

[13]



Obr. 2.16 GPS Vizeo

Zdroj: [13].

2.3.6 IoT.smart s.r.o.

Společnost založena v roce 2015 v Mikulovicích je orientována na implementaci sledovacích systémů v dopravní oblasti. Společnost nabízí nové technologie a procesy, aplikace nejen pro správu, ale i sledování. Prostřednictvím technologie společnosti lze sledovat různá zařízení v rámci dopravní infrastruktury či dopravní prostředky a náklad. Společnost doposud spolupracuje se společností ČD Cargo, a.s. – stěžejní železniční nákladní dopravce při spolupráci se společností INTERFRACHT, s.r.o. Právě díky

vzájemné spolupráci partnerů byl získán kontakt a doporučení na společnost IoT.smart s.r.o., případné navázání spolupráce je tedy zatím v jednání.

Nabízená zařízení společností IoT.smart s.r.o.:

Ultimate 3.1

Mezi výhody zařízení (Obr. 2.17) patří především jeho energetická úspornost a výdrž baterie až 10 let provozu. Zařízení funguje na bázi GPS/GLONASS. Též instalace zařízení je snadná, stejně jako nároky na údržbu jsou nízké. Zařízení je vhodné především na sledování kontejnerů a dalších železničních vozů.



Obr. 2.17 GPS Ultimate 3.1

Zdroj: [17].

Ultimate CDC

Zařízení Ultimate CDC (Obr. 2.18) je speciální velice odolné zařízení fungující na technologii GPS/GLONASS, které je určeno do prostředí, kde hrozí nebezpečí výbuchu (definováno normou Směrnici evropského parlamentu). Výdrž baterie zařízení je také až 10 let provozu. Je vhodné pro sledování železničních vozů.



Obr. 2.19 GPS Ultimate CDC

Zdroj: [17].

Ultimate 3.3



Obr. 2.18 GPS Ultimate 3.3

Zdroj: [17].

Energeticky úsporné zařízení, technologie GPS/GLONASS. Používá se tam, kde hrozí nebezpečí výbuchu plynů, prachů a par. Zařízení (Obr. 2.19) je opatřeno aktivní anténou, snadné na instalaci a odolné.

Souhrnně lze tedy říci, že společnost INTERFRACHT s.r.o. má nyní k dispozici celkem 456 kusů GPS sledovacích jednotek, které plně využívá v rámci realizace železničních přeprav. Roční náklady vynaložené na sledování nákladu, případně pohybu ať už vlastních, případně pronajatých železničních vozů, činí cca 2 000 000 Kč. Jedná

se o poměrně vysokou částku, proto je další část práce zaměřena na vhodný návrh využití sledovacích jednotek v rámci realizovaných přeprav společnosti INTERFRACHT s.r.o.



Obr. 2.21 Příklad umístění GPS zařízení na železničním vozu

Zdroj: [19].



Obr. 2.20 Příklad umístění GPS zařízení na dvojkolí

Zdroj: [19].

GPS jednotky jsou na železniční vozy instalovány pracovníky mobilní dílny společnosti INTERFRACHT s.r.o., montáž probíhá tak, že se zařízení upevní na příslušné místo, např. na nápravu železničního vagonu. Cílem je mít rozmístěné GPS jednotky

na železničních vozech před samotným počátkem přepravy, pokud se jedná o vozy, které doposud nebyly odstaveny v ČR, je možno mobilní dílnu poslat přímo na montáž do zahraničí, k montáži je třeba mít vyhrazené odstavné koleje, aby došlo k bezpečné montáži GPS zařízení. Pokud se jedná o ucelený vlak se 33 železničními vozy, není třeba, aby byl každý vůz opatřen GPS zařízením, ale stačí vhodně umístit GPS jednotky na přeskáčku v počtu např. 15 kusů GPS jednotek.



Obr. 2.22 Příklad umístění GPS na podlaze vozu

Zdroj: [19].

#	Číslo vozu	Nick
1	33 83 933 8122-7	Uagps 94 - Monfer
2	33 83 933 8347-0	Uagps 94 - Monfer
3	33 87 933 2191-4	Uagps 94
4	33 87 933 2385-2	Uagps 94
5	33 87 933 2386-0	Uagps 94 - MIL2
6	33 87 933 2410-8	Uagps 94 - Freidl
7	33 87 933 2462-9	Uagps 94
8	33 87 933 2871-1	Uagps 94
9	33 87 933 2930-5	Uagps 94
10	33 87 933 2998-2	Uagps 94
11	33 87 933 3432-1	Uagps 94
12	33 87 933 3459-4	Uagps 94
13	33 87 933 3499-0	Uagps 94
14	33 87 933 3506-2	Uagps 94
15	33 87 933 3564-1	Uagps 94
16	33 87 933 3567-4	Uagps 94
17	33 87 933 3617-7	Uagps 94
18	33 87 933 3739-9	Uagps 94
19	33 87 933 3882-7	Uagps 94
20	33 87 933 4133-4	Uagps 94 - MIL2
21	33 87 933 5673-8	Uagps 94
22	33 87 933 8527-3	Uagps 94 - MIL2
23	33 87 933 9012-5	Uagps 94
24	33 87 933 9013-3	Uagps 94
25	33 87 933 9063-8	Uagps 94 - Monfer
26	33 87 933 9064-6	Uagps 94
27	33 87 933 9097-6	Uagps 94
28	33 87 933 9408-5	Uagps 94
29	33 87 933 9495-2	Uagps 94
30	37 80 933 2175-0	Uagps 94 - VTG GPS
31	37 80 933 2216-2	Uagps 94 - VTG GPS
32	37 80 933 9033-4	Uagps 94 - VTG GPS
33	37 80 933 9044-1	Uagps 94 - VTG GPS

Obr. 2.23 Označení GPS jednotek na železničních vozech

Zdroj: [19].

Bílá označená čísla udávají označení vozů, na kterých se GPS jednotky nachází, výše uvedená souprava (Obr. 2.23) při počtu 33 železničních nákladních vozů čítá 13 kusů sledovacích zařízení.

3 Matematické zpracování dat

Na základě získaných údajů z interního systému společnosti INTERFRACHT s.r.o. jsou porovnávány skutečné hodnoty (střední hodnoty dvou měřených náhodných výpisů) a následně jsou testovány hypotézy:

$$\begin{aligned} H : \mu_x - \mu_y &= \vartheta \\ A : \mu_x - \mu_y &\neq \vartheta \end{aligned} \tag{3.1}$$

kde: μ_x - skutečná střední hodnota 1. měřené náhodné veličiny,

μ_y - skutečná hodnota 2. měřené náhodné veličiny,

ϑ - předem zvolená konstanta (nejčastěji 0) – i ve výpočtech níže je jako konstanta zvolena 0.

„Postavení hypotézy a alternativy není rovnocenné. Pokud je to možné, je vždy lepší volit za alternativu to tvrzení, které bychom chtěli potvrdit. Jak je psáno výše, kde je rozebírána interpretace výsledků testů, v případě zamítnutí hypotézy potom máme větší právo tvrdit, že jsme opravdu potvrdili správnost našeho tvrzení (neboť jsme přesvědčivě vyvrátili opačné tvrzení). Je nutné poznamenat, že vzhledem ke konstrukci testů nelze takovéto možnosti vždy dosáhnout, potom se musíme spokojit s opačnou volbou hypotézy a alternativy.“ [18, s. 171]

Základní hypotéza je položena tak, že dané datové vzorky jsou stejné a alternativní hypotéza je položena tak, že se dané datové vzorky odlišují. Cílem je tedy dokázat, že platí alternativní hypotéza > GPS sledování má prokazatelný vliv.

Ke zpracování dat je použit kancelářský program Excel - jednotlivé výstupy dat, které byly poskytnuty z vnitropodnikové databáze, jsou nakopírovány pro jednotlivé případy vedle sebe na jednotlivé listy. Na data jsou poté aplikovány standardní statistické funkce obsažené již v programu Excel a to F-Test, T-Test a další. Dosažené výsledky jsou poté porovnány s danou hladinou významnosti, která určí námi hledaný výsledek.

3.1 F-test

F-test se zabývá testováním rozdílů 2 rozptylů. Test rozhoduje o tom, zda pokusné zásahy mají vliv na proměnlivost zkoumaných náhodných veličin a je důležitý pro porovnávání přesností 2 metod.

Pro zápis nulové hypotézy se používá:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad (3.2)$$

Kde: H_0 – nulová hypotéza F-testu,

σ_1 – proměnlivost (rozptyl) zkoumané náhodné veličiny v populaci,

σ^2 – proměnlivost (rozptyl) zkoumané náhodné veličiny v populaci,

Je třeba vycházet z dat alespoň 2 souborů, které budou předmětem srovnávacího testu. Zpravidla se jedná o pokusný soubor a kontrolní soubor. Oba soubory mají určité parametry μ a σ^2 :

„Výběr 1: (n_1 prvků) vybrán ze základního souboru s parametry μ_1 a σ_1^2 “

Výběr 2: (n_2 prvků) vybrán ze základního souboru s parametry μ_2 a σ_2^2 “.

[4, s. 69]

První krok testu představuje výpočet výběrových rozptylů s_1^2 a s_2^2 :

$$s_1^2 = \frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n_1}}{n_1 - 1} \quad (3.3)$$

$$s_2^2 = \frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n_2}}{n_2 - 1} \quad (3.4)$$

Dále se stanoví počet stupňů volnosti výběrů:

$$V_1 = n_1 - 1 \text{ (pro } s_1^2) \quad (3.5)$$

$$V_2 = n_2 - 1 \text{ (pro } s_2^2) \quad (3.6)$$

Výpočet testovacího kritéria (F):

$$F = \frac{\text{větší z rozptylů } (s_1^2, s_2^2)}{\text{menší z rozptylů } (s_1^2, s_2^2)} \quad (3.7)$$

v_v označuje počet stupňů volnosti většího z rozptylů a v_M označuje počet stupňů volnosti menšího z rozptylů.

Dále se zvolí hladina významnosti α . Ve statistických tabulkách se vyhledá kritická hodnota $F_{\text{krit.}} = 1 - \alpha/2$ kvantil F-rozdělení o (v_v, v_M) stupních volnosti a porovná se s vypočtenou statistikou F.

Pokud je $F > F_{\text{krit.}}$, pak se zamítá nulová hypotéza $H_0 (\sigma_1^2 = \sigma_2^2)$. Znamená to, že rozptyly obou souborů se statisticky významně liší (tj. výběry pocházejí ze dvou různých základních souborů s rozdílnými rozptyly σ_1^2 a σ_2^2). „Symbolicky lze tento závěr psát: $p < 0,05$ (příp. $p < 0,01$ podle zvolené hladiny významnosti α). Je-li $F < F_{\text{krit.}} \Rightarrow$ nemůžeme zamítnout hypotézu H_0 . Znamená to tedy, že rozptyly obou souborů se statisticky významně neliší (tj. výběry pochází ze stejného základního souboru se společným rozptylem σ^2). Symbolicky lze závěr psát: $p > 0,05$.“

[4, s. 69]

Souhrnně lze říci, že se jedná o statistický test, kde má testová statistika rozdělení F – předpoklad nulové hypotézy, F-test je využíván v rámci porovnávání statistických modelů odhadnutých na základě datového souboru. Účelem je identifikace modelu. F - statistika byla vyvinuta již ve 20. letech 20. století – zakladatel Ronald A. Fisher.

2.3 T-test

T-test známý pod pojmem Studentův test, patří zejména k testům, které se nejčastěji využívají na testování rozdílů dvou středních hodnot μ . T-test je parametrický test. „Výpočet testovacího kritéria t vychází z odhadů parametrů μ a σ^2 u výběrových souborů: \bar{x} a s^2 . Vypočtené testovací kritérium porovnáme s tabulkovou kritickou hodnotou ($1-\alpha/2$ kvantil Studentova t -rozdělení pro dané v a zvolené α).“

[4, s. 71]

Možné varianty T-testu:

2.3.1 Jednovýběrový T-test

Jedná se o porovnávání mezi základním a výběrovým souborem. Je používán při hodnocení experimentů v případě, kdy je známá střední hodnota μ v základním souboru dat – dále nazývána jako konstanta. Nulová hypotéza varianty T-testu je vyjádřena jako:

$$H_0 : \mu = konst. \quad (3.8)$$

„Při testu vycházíme z dat sledovaného výběrového souboru, u kterého předpokládáme, že pochází z populace s určitými parametry μ a σ^2 a dále ze známé střední hodnoty základního souboru μ , která je rovna určité (známé) konstantě.“ [4, s. 71]

Postup výpočtu jednovýběrového T-testu:

- výpočet aritmetického průměru a rozptylu výběrového souboru,
- výpočet testovacího kritéria – t dle vzorce:

$$t = \frac{|\bar{x} - \mu|}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} \quad (3.9)$$

kde: \bar{x} - průměr výběrového souboru,

μ - střední hodnota základního souboru,

s^2 – rozptyl výběrového souboru,

n – počet členů výběrového souboru.

- stanovit počet stupňů volnosti výběrového souboru $\nu = n - 1$,
- hodnotu t porovnáme s tabulkovou kritickou hodnotou $t_{1-\alpha/2(\nu)}$, kde $\nu = n-1$ a α volíme 0,05 nebo 0,01.

„Je-li $t \leq t_{1-\alpha/2(\nu)} \Rightarrow$ statisticky nevýznamný rozdíl testovaných parametrů při zvolené α (nulová hypotéza H_0 platí, tzn. výběrový soubor pochází z populace se známou střední hodnotou $\mu = konst.$). Můžeme tedy říci, že aplikovaný pokusný zásah byl neúčinný, protože nebyla ovlivněna střední hodnota souboru při aplikaci zásahu (symbolicky: $p > 0,05$).

Je-li $t > t_{1-\alpha/2}(v) \Rightarrow$ statisticky významný rozdíl testovaných parametrů (při hladině významnosti $\alpha = 0,05$) nebo statisticky vysoce významný rozdíl (při $\alpha = 0,01$) (nulovou hypotézu H_0 nelze přijmout, tzn. výběrový soubor nepochází s populace se známou střední hodnotou a pochází z jiné populace, kde $\mu \neq \text{konst.}$). Můžeme tedy říci, že pokusný zásah byl účinný, protože způsobil změnu střední hodnoty u pokusného souboru ve srovnání se známou konstantní střední hodnotou ($p < 0,05$ resp. $p < 0,01$).“ [4, s. 72]

2.3.2 Dvouvýběrový T-test

Dvouvýběrový T-test porovnává dva výběrové soubory, je využíván pro vyhodnocování experimentů, kde není známa střední hodnota základního souboru. Vychází se z dat dvou výběrových souborů. Data jsou představována:

- a) dvě měření prováděna opakovaně – tzv. párový pokus,
- b) dvě nezávislé skupiny měření – tzv. nepárový pokus.

Zápis testované nulové hypotézy:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad (3.10)$$

1) Párový pokus

Párový T-test porovnává data, která pochází ze subjektů podrobených dvěma měřeními. V rámci jednoho výběrového souboru jsou realizována 2 měření. První měření je uskutečněno před aplikací pokusného zásahu a druhé měření je uskutečněno po aplikaci pokusného zásahu. Získané hodnoty po měření sestaví páry a dále při testování reprezentují pokusnou i kontrolní skupinu dat, která mají být porovnávána. Test vychází z rozdílů, které byly naměřeny u párových hodnot srovnávaných variačních řad.

Postup výpočtu párového testu:

- výpočet rozdílů párových hodnot výběrového souboru, dále ze zjištěných rozdílů výpočet aritmetického průměru a směrodatné odchylky,
- výpočet testovacího kritéria,

$$t = \frac{|\bar{x}|}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} \quad (3.11)$$

- stanovit počet stupňů volnosti u výběrového souboru, $v = n-1$,

- spočtené t porovnáme s tabulkovou kritickou hodnotou $t_{1-\alpha/2}(v)$, kde $v = n-1$ a α volíme 0,05 nebo 0,01.

„Je-li $t \leq t_{1-\alpha/2}(v) \Rightarrow$ statisticky nevýznamný rozdíl testovaných parametrů při zvolené α . Nulová hypotéza H_0 platí, tzn., že střední hodnota měření před pokusem se neliší od střední hodnoty měření po pokusu. Můžeme tedy říci, že aplikovaný pokusný zásah byl neúčinný, protože nebyla ovlivněna střední hodnota měření provedeného po aplikaci zásahu ($p > 0,05$).

Je-li $t > t_{1-\alpha/2}(v) \Rightarrow$ statisticky významný rozdíl testovaných parametrů (při hladině významnosti $\alpha = 0,05$) nebo statisticky vysoce významný rozdíl (při $\alpha = 0,01$) Zamítáme nulovou hypotézu H_0 . Znamená to tedy, že střední hodnota měření před pokusem se liší od střední hodnoty měření po pokusu. Můžeme tedy říci, že pokusný zásah byl účinný, protože způsobil změnu střední hodnoty u měření provedeného po aplikaci pokusného zásahu ve srovnání se střední hodnotou zjištěnou před aplikací zásahu ($p < 0,05$ resp. $p < 0,01$).“ [4, s. 74]

2) Nepárový pokus

Cílem nepárového pokusu je porovnat data dvou nezávislých výběrů tedy dvou různých skupin subjektů. První skupinu dat tvoří pokusné skupiny, druhou skupinu dat tvoří kontrolní skupiny. Test vychází z odhadu parametrů obou srovnávaných skupin, tedy aritmetického průměru a rozptylu u kontrolního i pokusného výběru.

Postup výpočtu nepárového testu:

- výpočet výběrové charakteristiky:
 1. výběrový soubor (počet členů n_1) : \bar{x}_1, s_1 ,
 2. výběrový soubor (počet členů n_2) : \bar{x}_2, s_2 ,
- nutnost testování rozdílů rozptylů obou souborů pomocí F-testu:

$$F = \frac{\text{větší z rozptylů } (s_1^2, s_2^2)}{\text{menší z rozptylů } (s_1^2, s_2^2)} \quad (3.12)$$

- stanovit stupně volnosti pro F-test (stupně volnosti čitatele /většího rozptylu/, stupně volnosti jmenovatele /menšího rozptylu/),

- vyhledat kritickou hodnotu $F_{\text{krit.}} = 1 - \alpha/2$ kvantil F-rozdělení o (v_V, v_M) stupních volnosti pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$.

Dle výsledků hodnot F-testu se rozhoduje o dalším postupu nepárového T-testu.

„Je-li $F \leq F_{0,975}(v_V, v_M) \Rightarrow$ tzn., že platí $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$. Oba výběrové soubory pocházejí z populací se shodným rozptylem. V tomto případě zvolíme pro testování rozdílu středních hodnot nepárový t-test pro shodné rozptyly“

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) * s_1^2 + (n_2 - 1) * s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} * \frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2}}} \quad (3.13)$$

[4, s. 76]

Stupeň volnosti pro T-test se dále stanoví jako: $v = n_1 + n_2 - 2$

„Je-li $F > F_{0,975}(v_V, v_M) \Rightarrow$ tzn., že neplatí nulová hypotéza, tedy $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$. Oba výběry pocházejí z populací s různým rozptylem. V tomto případě zvolíme pro testování rozdílu středních hodnot nepárový t-test pro různé rozptyly“ [4, s. 76]

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (3.14)$$

Stupeň volnosti pro T-test se dále stanoví jako:

$$V = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} \quad (3.15)$$

„Je-li $t \leq t_{1-\alpha/2}(v) \Rightarrow$ statisticky **nevýznamný** rozdíl testovaných parametrů při zvolené α (nulová hypotéza H_0 platí, tzn. že střední hodnota pokusného souboru se neliší od střední hodnoty kontrolního souboru). Můžeme tedy říci, že aplikovaný pokusný zásah byl neúčinný, protože nebyla ovlivněna střední hodnota pokusného souboru vlivem aplikace zásahu ve srovnání se střední hodnotou kontrolního souboru ($p > 0,05$).“

„Je-li $t > t_{1-\alpha/2}(v) \Rightarrow$ statisticky **významný** rozdíl testovaných parametrů (při hladině významnosti $\alpha = 0,05$) nebo statisticky **vysoce významný** rozdíl (při $\alpha = 0,01$) (nulovou hypotézu H_0 zamítáme, tzn. že střední hodnota pokusného souboru se liší od střední hodnoty kontrolního souboru). Můžeme tedy říci, že pokusný zásah byl účinný, protože způsobil změnu střední hodnoty u pokusného souboru vlivem aplikace pokusného zásahu ve srovnání se střední hodnotou zjištěnou u kontrolního souboru ($p < 0,05$ resp. $p < 0,01$).“ [4, s. 77]

4 Vypracování návrhu a sběr dat

4.1 Představení společnosti INTERFRACHT s.r.o.

V současné době se společnost řadí k předním poskytovatelům logistických služeb, hlavní zaměření je především zacíleno na realizaci železničních přeprav a to jak ve vlastních železničních vozech, které si společnost nechala vyrobit na míru slovenskou společností Tatravagónka Poprad – 33 železničních nákladních vozů řady Tagnpps 95 (Obr. 4.1), ale i v železničních nákladních vozech, které má společnost dlouhodobě v pronájmu od různých majitelů. Vzhledem k narůstajícím objemům přeprav po železnici se společnost rozhodla pro další investice do vlastních železničních vozů určených primárně k přepravám agrárních komodit, byl podepsán kontrakt na dalších 37 železničních nákladních vozů o objemu 103 m³. V letech 2021 – 2022 došlo ke koupi 145 agrárních železničních vozů, do nichž společnost investovala téměř 15 000 000 EUR.



Obr. 4.1 Železniční vůz Tagnpps 95

Zdroj: [19].

V současné době společnost operuje s celkem 1 500 železničními nákladními vozy, 1 150 železničních nákladních vozů je vyhrazeno pouze pro agrární komodity – objem vozů se pohybuje v rozhraní 94 – 132 m³.

Dohled nad železničními nákladními vozy společnosti INTERFRACHT s.r.o. má vlastní vozové centrum, které zajišťuje především registraci železničních nákladních vozů u Drážních úřadů, optimalizuje využití jednotlivých železničních nákladních vozů a provádí dohled nad provozuschopností vozů, v případě závad či poruch koordinuje práci mobilní dílny, komunikuje s externími opravami, dílnami, železničními dopravci a majiteli vozů a v neposlední době zajišťuje legislativní rámec v oblasti práce s vozy. S prací vozového centra úzce souvisí vlastní mobilní dílna, která nejenže řeší případné závady a poruchy na vozech, ale k důležité činnosti patří především instalace GPS sledovacích zařízení na jednotlivé vozy a kontrola jejich funkčnosti a umístění. Právě díky umístění GPS sledovacích jednotek na železniční vozy vzniká možnost nepřetržitého sledování aktuální polohy nejen zásilky, ale i např. porouchaného železničního vozu. Mobilní dílna je dále schopna zajistit čištění vozů, mazání vozů, výměnu brzdových zdrží, šroubovek, další drobné opravy, případně je schopna v případě potřeby zajistit vykládku naložených železničních vozů.

Hlavní činností je tedy poskytování železniční nákladní dopravy, přepravy jsou realizovány především v rámci členských zemí Evropské Unie (Polsko, Rakousko, Slovensko, Německo, Itálie, Rumunsko, Francie, apod.), v současné době společnost eviduje nárůst přeprav i z válkou postižené Ukrajiny. Mezi nejčastěji přepravované komodity patří především agrární komodity (pšenice, kukuřice, řepka, sója, cukr...), o tom svědčí i právě rozsáhlá železniční flotila agrárních železničních vozů. Mimo jiné je společnost schopna zrealizovat i přepravy neagrární – přeprava dřeva, líhu, olejů apod., ale i nadrozměrné a nebezpečné zásilky – vojenská technika, roury na stavbu plynovodu, automobily, popelnice apod. Výjimkou nejsou ani transporty kontejnerů v rámci celého světa. V případě, kde není vhodné železniční napojení, je možno v rámci kombinované přepravy využít terminál v Ostravě nebo Lovosicích a v rámci vhodně zvolených silničních prostředků náklad přeložit.

V současné době společnost čítá 45 zaměstnanců, ti tvoří 3 spediční oddělení (oddělení 1 se zabývá čistě přepravou agrárních komodit, oddělení 2 má na starosti cukry, oleje, kontejnerové zásilky, mimořádné zásilky např. transporty vojenské techniky, oddělení 3 se zabývá neagrárními přepravami – např. písky, železné tyče apod.). Další oddělení tvoří výše popsané vozové centrum a mobilní dílna. Dalším důležitým oddělením je vlastní truck centrum pro případ potřeby silničních prostředků v rámci kombinovaných přeprav. Další články tvoří účetní oddělení, IT, sekretariát a management.

Mimo pracovníky v ČR má společnost své zástupce v polské Varšavě a rumunské Bukurešti.

4.2 Současný způsob sledování zásilek na železnici

4.2.1 Zásilky nesledované

Nesledované železniční zásilky jsou takové, které nejsou opatřeny žádnou lokalizační jednotkou. Realizace nesledované železniční zásilky je proto mnohem náročnější na komunikaci a včasné předávání informací mezi všemi zapojenými subjekty, jako jsou železniční dopravci, subjekty podílející se na nakládce, vykládce či překládce, subjekty nakládkových a vykládkových míst ale i samotní zákazníci.

Při realizaci nesledovaných zásilek je tedy naprostou nutností mít příslušné kontakty na příslušné subjekty, ať už telefonní či mobilní čísla, případně e-mail.

Velkou nevýhodou nesledovaných zásilek je irelevantnost z hlediska přesnosti přenosu informací, může zde být velká časová prodleva, která může vést k vysokým vícenákladům nebo penalizacím za zpoždění např. při opožděné přebírce vlaku mezi jednotlivými dopravci.

Spediční pracovník musí tak neustále telefonovat a zjišťovat aktuální stav přepravy, spediční pracovník je prostředníkem mezi všemi subjekty, které jsou do přepravy zapojeni. Stejně tak je spediční pracovník povinen informovat zadavatele přepravy o aktuálním stavu, místo nakládky i místo vykládky potřebují též včasné informace a přistavení železničních vagonů, aby mohla být nakládka a vykládka realizována v souladu s ostatními vnitropodnikovými činnostmi dané společnosti.

Ložený:			
Dopravce:	Kod dopr.:	Místo přebírky:	Místo předávky:
UZ	0022	CHOP	CHOP (EKSP. ZSR)
ZSSK CARGO	2156	ČIERNA NAD TISOU ŠT.HR.	BRATISLAVA-PETRŽALKA ŠT.HR.
ČDC AT	2154	KITTSEE GRENZE	KREMS A.D. DONAU

Obr. 4.2 Údaje o dopravcích, místech přebírky a předávky pro konkrétní přepravu

Zdroj: [19].

Příkladem může být železniční přeprava AT (Rakousko) – UA (Ukrajina) – Obr. 4.2, kdy je třeba dobře a včas informovat železniční dopravce o přebírkách vlaků, v tomto případě Ukrajinská železnice, Železničná spoločnosť Cargo Slovakia, a.s. a CD Cargo Austria GmbH.

Informace o nesledovaném vlaku je třeba sledovat pomocí telefonu do konkrétních železničních stanic, kudy má daná přeprava plánovanou dopravní trasu, což bývá ve většině případů problém, protože na spoustu železničních stanic nejsou dostupné kontaktní údaje, v rámci České republiky lze kontakt zjistit např. pomocí webu ČD Carga – záložka stanice a disponenti (Obr. 4.3) – u některých stanic jsou uvedena telefonní čísla, případně ve vzácných případech i kontaktní e-mail.

Např. stanice Olomouc hl.n.:

	Vozový disponent	Nákladní pokladna
Tarifní bod:	Olomouc hl.n.	Olomouc hlavní nádraží
Obvod:	Olomouc hl.n.	Olomouc hlavní nádraží
Sídlo a adresa:	-	U podjezdu 33 / 2, 779 00 Olomouc
Provozní doba:	Po - Ne nepřetržitě	Po-Pá 6:00-22:30 Ne 18:30-5:30
Telefon:	601 341 044	602 292 713
E-mail:	CDCOLCudivOLC@cdcargo.cz	OLCnaklpokIOLCHN@cdcargo.cz

Obr. 4.3 Informace o stanici

Zdroj: [8].

Častým problémem je komunikace s maďarskými železničními stanicemi, kde nejsou informace o kontaktu dostupné vůbec, případně je stanice obsluhovaná nekvalifikovaným zaměstnancem z hlediska jazykové vybavenosti, tudíž vyžadují komunikaci pouze v maďarském jazyce, s tím souvisí i fakt, že pokud již číslo do konkrétní maďarské stanice bylo zjištěno a spediční pracovník má potřebu hovoru v rámci zjištění informací o aktuální poloze jedoucí soupravy, obsluha ve stanici zásadně ignoruje čísla s předvolbou jinou, než je právě předvolba maďarská (+36), z toho důvodu bylo pro zaměstnance společnosti INTERFRACHT s.r.o. zřízeno mobilní číslo s maďarskou předvolbou.

Dále je možno získat informace o nesledované zásilce pomocí čísla vozu – když číslo vozu vložíme opět do portálu ČD Carga , zjistíme pohyb vozu – velkou nevýhodou je fakt, že takto konkrétní vůz lze sledovat pouze na území České republiky.

Vůz	Událost	Stanice události	(\) Datum události	Čas zapisu	Ložení	Znozi NHM
338007640695	Příjezd vlaku do stanice	DOBRONÍN	23.11.2022 5:39:00	23.11.2022 6:12:49	Ložený	11071099
338007640695	Odvěšení vozu z vlaku	Přerov pravé přednádraží	22.11.2022 4:45:00	22.11.2022 6:06:03	Ložený	11071099
338007640695	Soupis vozů výchozího vlaku	KROMĚŘÍŽ	21.11.2022 13:15:00	21.11.2022 14:10:50	Ložený	11071099
338007640695	Přistavení vozu na MM	KROMĚŘÍŽ	18.11.2022 13:59:00	18.11.2022 14:06:35	Prázdný	99220000
338007640695	Příjezd vlaku do stanice	KROMĚŘÍŽ	18.11.2022 10:41:00	18.11.2022 11:05:21	Prázdný	99220000
338007640695	Soupis vozů výchozího vlaku	Přerov pravé přednádraží	18.11.2022 1:58:00	18.11.2022 6:11:47	Prázdný	99220000
338007640695	Odvěšení vozu z vlaku	Přerov pravé přednádraží	17.11.2022 13:25:00	17.11.2022 14:05:47	Prázdný	99220000
338007640695	Odvěšení vozu z vlaku	Břeclav přednádraží	17.11.2022 10:00:00	17.11.2022 11:10:12	Prázdný	99220000
338007640695	Soupis vozů výchozího vlaku	BRNO-MALOMĚŘICE	17.11.2022 3:34:00	17.11.2022 6:08:19	Prázdný	99220000
338007640695	Příjezd vlaku do stanice	KARDAŠOVA ŘEČICE	16.11.2022 13:58:00	16.11.2022 14:28:34	Prázdný	99220000
338007640695	Odvěšení vozu z vlaku	České Budějovice seřadovací ná	15.11.2022 22:37:00	16.11.2022 6:11:32	Prázdný	99220000
338007640695	Přistavení vozu na MM	Nemanice I	14.11.2022 20:42:00	15.11.2022 6:16:30	Ložený	11071099
338007640695	Odvěšení vozu z vlaku	České Budějovice seřadovací ná	14.11.2022 13:17:00	14.11.2022 14:05:44	Ložený	11071099
338007640695	Odjezd vlaku ze stanice	VESELÍ NAD LUŽNICÍ	14.11.2022 10:53:00	14.11.2022 11:05:10	Ložený	11071099
338007640695	Odjezd vlaku ze stanice	HAVLÍČKŮV BROD	14.11.2022 5:55:00	14.11.2022 6:21:33	Ložený	11071099

Obr. 4.4 Výpis nesledované zásilky pomocí čísla vozu

Zdroj: [19].

Vybraní dopravci zasílají i informační e-mail pro nesledované zásilky:

Číslo vlaku / Zugnummer / Train no.: 53708
 Relace: Ze stanice - Do stanice / Relation von Bahnhof - nach Bahnhof / Relation From station - To Station: Tasnad-Lutherstadt
 Referenční číslo / Referenznummer / Ref.number: IFT230806-38 / S13
 Odjezd ze / Abfahrt von / Departure from: Ústí n.L.-Střekov 25.11.2022 09:18
 Dispo IDS CARGO dispo@ids-cargo.cz

Obr. 4.5 Příklad informačního e-mailu od IDS CARGO

Zdroj: [19].

Např. česká společnost IDS CARGO zasílá e-mail (Obr. 4.5), který obsahuje informace o číslu vlaku, relaci, referenčním číslu a aktuálním času a datu odjezdu ze stanice.

Dalším příkladem je společnost HSL Logistik, jejich zasláný e-mail (Obr. 4.6) obsahuje větší množství informací – např. ETA – odhadovaný čas příjezdu:

Please find informations about your train with the reference omagdeburgexportvollp14143 below.

Order omagdeburgexportvollp14143
Train number 95390
Train type DGS
TPS-Number H6317
Start station Brake (Unterweser)
Departure time 03.02.2022 17:13:24
Destination station Pirna Gbf
ETA 03.02.2022 22:56:24
Traffic day 03.02.2022

Position:

actual position H
Actual operating station Falkenberg (Elster) unt Bf Pbf/Stw B 20
Actual time 21:25
Track 1M
Status station Durchfahrt

Should you have any questions, do not hesitate to call us at +49 04 414 333 940

Best regards

Your HSL Dispo

Obr. 4.6 Příklad informačního e-mailu od HSL Logistic

Zdroj: [19].

4.2.2 Zásilky sledované

Sledované železniční zásilky jsou takové, které jsou opatřeny lokalizačními jednotkami GPS. Jak již bylo zmíněno výše, společnost INTERFRACHT s.r.o. spolupracuje s více subjekty, od kterých má sledovací jednotky v dlouhodobém nájmu. Sledování železničních zásilek s sebou nese řadu výhod a především ulehčení práce pro spediční pracovníky z hlediska přenosu a rychlosti informací, operativních změn, nahodilých událostí (závada na vozu, uzavření železniční trati apod.) a to právě díky tomu, že mají okamžitý přístup k poloze vlaku.

Sledování železničních zásilek pomocí GPS lokalizačních jednotek pak umožní okamžitě vidět aktuální polohu vlaku, informaci o tom, z jakého konkrétního dne a času informace

je a pro srovnání ukazuje i aktuální datum a čas. Tímto způsobem je možné sledovat všechny následné vozy opatřené GPS jednotkami v rámci jedné železniční soupravy.

TRAIN MONITORING

Current position: Stadthagen, DE

INFO from 04.02.2023, 16:40 (1,21 h ago)

Current time: 04.02.2023, 18:02 (UTC+1)

Please note time and date relating to the current position



Obr. 4.7 Sledování vlaků – výpis aktuální pozice

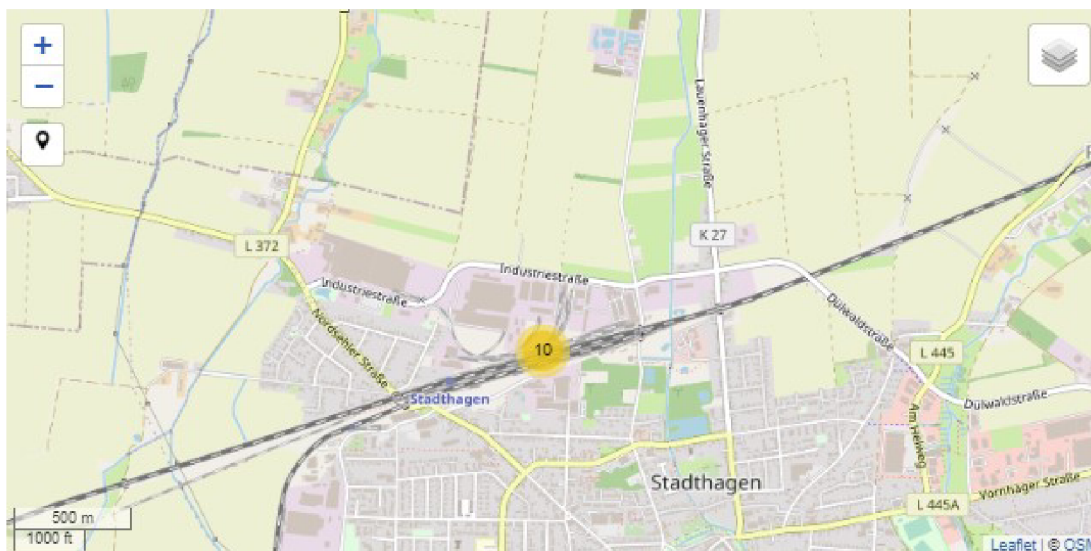
Zdroj: [19].

Information about all wagons with GPS (10 from 31)

#	WAGON	POSITION	TIME	SPEED km/h	Typ
1	33 54 076 2068-1	Stadthagen_DE	04.02. 10:00		IFT 3
2	33 54 076 2079-8	Stadthagen_DE	04.02. 11:05		IFT 3
3	33 54 076 2089-7	Stadthagen_DE	04.02. 11:06		IFT 3
4	33 54 076 2139-0	Stadthagen_DE	04.02. 10:01		IFT 3
5	33 80 076 4025-7	Stadthagen_DE	04.02. 15:51	0	VTG-ON
6	33 87 076 2000-5	Stadthagen_DE	04.02. 06:54	0	ERM-ON
7	33 87 076 2089-8	Stadthagen_DE	04.02. 15:53	0	ERM-ON
8	33 87 076 4409-6	Stadthagen_DE	04.02. 06:58	0	ERM-ON
9	33 87 076 4477-3	Stadthagen_DE	04.02. 16:40	0	ERM-ON
10	37 80 076 4890-0	Stadthagen_DE	04.02. 16:30	0	VTG-ON

Obr. 4.8 Výpis pozic a časů u vozů s GPS se shodnou polohou

Zdroj: [19].



Obr. 4.10 Aktuální pozice vozů

Zdroj: [19].

Spediční pracovník tedy ihned vidí, že v rámci přepravy nedošlo k žádnému problému na žádném železničním voze a má tak okamžitou informaci o tom, že celá souprava se nachází např. ve stanici, případně na vlečce nakládajícího či vykládajícího apod.

Information about all wagons with GPS (19 from 24)

#	WAGON	POSITION	TIME	SPEED km/h	Typ
1	33 87 076 2004-7	Guben_DE	04.02. 15:02	0	ERM-ON
2	33 87 076 2007-0	Gbefany_SK	04.02. 17:31	0	ERM-ON
3	33 87 076 2008-8	Gbefany_SK	04.02. 17:31	0	ERM-ON
4	33 87 076 2072-4	Žilina_SK	04.02. 17:31	0	ERM-ON
5	33 87 076 2073-2	Gbefany_SK	04.02. 17:35	0	ERM-ON
6	33 87 076 2075-7	Biel_SK	04.02. 05:29	22,5	ERM-ON
7	33 87 076 2077-3	Gbefany_SK	04.02. 17:31	0	ERM-ON
8	33 87 076 2078-1	Gbefany_SK	04.02. 17:38	0	ERM-ON
9	33 87 076 2082-3	Gbefany_SK	04.02. 17:31	0	ERM-ON
10	33 87 076 2091-4	Gbefany_SK	04.02. 17:31	0	ERM-ON
11	33 87 076 2094-8	Gbefany_SK	04.02. 17:31	0	ERM-ON
12	33 87 076 2105-2	Gbefany_SK	04.02. 17:31	0	ERM-OFF
13	33 87 076 2108-6	Gbefany_SK	04.02. 17:31	0	ERM-ON
14	33 87 076 2117-7	Gbefany_SK	04.02. 17:32	0	ERM-ON
15	33 87 076 2121-9	Gbefany_SK	04.02. 17:43	0	ERM-ON
16	33 87 076 4465-8	Gbefany_SK	04.02. 17:32	0	ERM-ON
17	33 87 076 4467-4	Žilina_SK	04.02. 17:31	0	ERM-ON
18	33 87 076 4480-7	Gbefany_SK	04.02. 17:32	0	ERM-ON
19	33 87 076 4841-0	Gbefany_SK	04.02. 17:32	0	ERM-ON

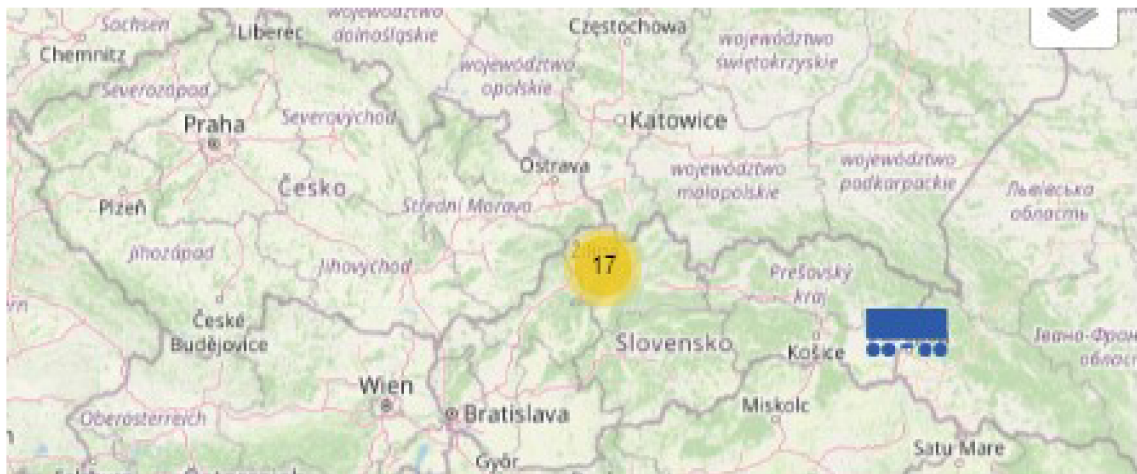
Obr. 4.9 Výpis pozic a časů u vozů s GPS s rozdílnou polohou

Zdroj: [19].

V případě, že na přepravní trase dojde k závadě na železničním voze a ten nemůže pokračovat v následné cestě, musí dojít k jeho odpojení. Spediční pracovník má opět okamžitou informaci o tom, o jaký železniční vůz se jedná a kam byl případně dopraven k následné opravě, aby mohl být způsobilý k další jízdě.

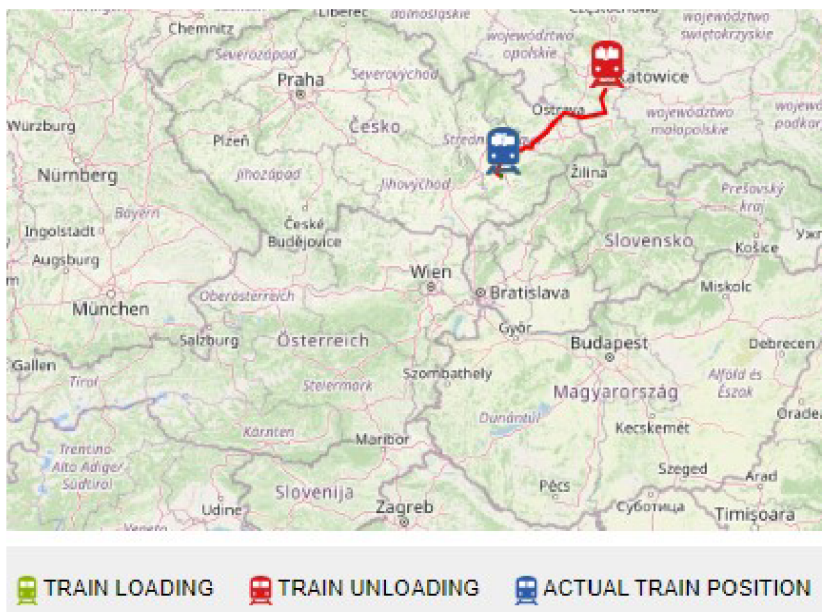
Informace zasílané lokalizačními jednotkami jsou také stěžejní pro železniční dopravce, kteří na jednotlivých úsecích přebírají naložené, případně prázdné vozy, díky zasílaným informacím lokalizačními jednotkami je tak tedy jednodušší odhadnout čas příjezdu vlaku (ETA). Dále je interní systém nastaven tak, aby každé vykládkové a nakládkové místo mělo vlastní kartu, která bude opatřena tzv. geozónou. Geozóna pak zobrazuje fyzické místo vykládky, případně nakládky – železniční vlečka daného závodu, případně geozóna železničních stanic, kterými daný vlak po trase projíždí, nebo geozóna volně nakládkových / vykládkových kolejí, pokud se jedná o kombinovanou dopravu, tedy kombinaci železniční dopravy s dopravou silniční.

Lokalizační jednotka je následně schopna zajistit výpis dat, který umožní vidět historii – např. jak dlouho a které vozy na vlečce stály, jak se s nimi manipulovalo (např. pokud je železniční vlečka krátká a je potřeba vozy ložit postupně) a následně jde z výpisu vidět i reálný čas, který může být klíčovou informací pro další přepravu realizovanou do daného závodu.



Obr. 4.11 Zobrazení polohy soupravy včetně odstaveného vagonu

Zdroj: [19].



Obr. 4.13 Trasa vlaku

Zdroj: [19].



Obr. 4.12 Vozy v geozóně železniční vlečky závodu

Zdroj: [19].

4.3 Sběr dat

Rozdíl mezi skutečnou a plánovanou dobou jízdy lze zjistit z interního systému pomocí tzv. rezervací (Obr. 4.14) pomocí dat uváděných v dispozičním systému, kdy systém eviduje původně plánovanou dobu realizace, kterou pak porovná se skutečným výpisem dat.

Nájem	09.03.2023 - 18.03.2023	Nakládky (plán)	10.03.2023 *5 Dny trvání	Vykládka (plán)	17.03.2023 *1 Dny trvání
OP:	IFT231191	Reference pro příjemce:		Interní číslo vlaku:	IFT231191-1

Obr. 4.14 Rezervační systém

Zdroj: [19].

Byl zřízen tzv. dispo email, který zpracovává příchozí mailovou komunikaci mezi spedičními zaměstnanci a dalšími subjekty podílejících se na konkrétní přepravě a díky jedinečnému internímu označení je systém schopný komunikaci přiřazovat ke konkrétnímu vlaku, díky čemuž je možné evidovat počet mailů, které spadají ke konkrétní přepravě. Na obdobném systému je poté rozlišována i telefonní komunikace. Součtem těchto dat získáváme celkový počet kontaktů spadajících k dané přepravě, které dále analyzujeme.

4.3.1 Překlad pozic GPS

Jak již bylo zmíněno výše, společnost INTERFRACHT s.r.o. spolupracuje s více dodavateli sledovacích zařízení GPS. Výstupem jednotlivých dodavatelů jsou pouze GPS souřadnice, které je třeba zpracovat tak, aby byly čitelné jakožto konkrétní poloha – např. 49.590487076138416, 17.25429920879832 = Olomouc.

Služby překladu GPS pozic poskytuje např. společnost Google a právě těchto služeb společnost INTERFRACHT s.r.o. využívá. Odborně se činnost nazývá jako geokódování. Princip je založený na obecném překladu adresy, která bude čitelná pro člověka jako konkrétní místo na mapě.

Potřebné parametry pro překlad pozic:


- latlng - souřadnice zeměpisné šířky a délky určující místo, pro které chceme mít člověkem čitelnou adresu,
- key – tzv. API klíč.

Volitelné parametry pro překlad pozic:

- language – jazyk, ve kterém se má překlad pozice vrátit,
- region – kód regionu,
- result_type - filtr jednoho nebo více typů adres,

- street_address – označení přesné adresy,
- route – označení pro pojmenovanou trasu apod.

Přes daný API klíč, který je jedinečný následně Google eviduje počet takto vykonaných požadavků na překlad, které poté na konci měsíce vyúčtuje v podobně faktury.

 Faktura Číslo faktury: 4681329672	Google Cloud EMEA Limited Velasco Clanwilliam Place Dublin 2 Ireland DIČ: IE36689970H
Fakturovat na adresu INTERRFRACHT s.r.o. Kateřinská 11 779 00 Olomouc Czechia	
Podrobnosti Číslo faktury 4681329672 Datum faktury 28. 2. 2023 Fakturační číslo zákazníka 5073-3748-7252 Číslo účtu 01EE85-627386-BD383A	Google Cloud <hr/> Celková částka v CZK 2 889,84 Kč <hr/> Souhrn za 1. 2. 2023 - 28. 2. 2023 <hr/> Mezisoučet v CZK 2 388,30 Kč DPH (21%) 501,54 Kč Celková částka v CZK 2 889,84 Kč

Obr. 4.15 Příklad faktury od společnosti Google

Zdroj: [19].

4.4 Aplikace F-testu a T-testu na konkrétní data

Matematické zpracování dat vychází ze sledovaných údajů v rozmezí let 2017 – 2022, kdy jsou data aplikována na dobu jízdy vlaků sledovaných i nesledovaných, dále na dobu jízdy vlaků v případě konkrétní relace Olomouc – Brake pro sledované i nesledované vlaky a v poslední řadě data vztažená k počtu kontaktů opět u sledovaných i nesledovaných vlaků v rámci železniční nákladní přepravy společnosti INTERRFRACHT s.r.o.

4.4.1 Výpočet F-testu a T-testu pro dobu jízdy sledovaných a nesledovaných vlaků

Sběr dat vychází z interního systému společnosti, klíčovými údaji, ze kterých se při výpočtech vychází, jsou ID Dispo (interní označení vlaku), relace (stanice nakládky – stanice vykládky), začátek přepravy (datum), skutečná délka trvání doby jízdy vlaku (dny), plánovaná délka trvání doby jízdy vlaku (dny) a rozdíl, mezi plánovanými dny jízdy a skutečnou dobou jízdy vlaku na konkrétní relaci.

Data jsou aplikována na roky 2017 – 2022, celkový počet záznamů pro sledované vlaky činí 3005 záznamů, pro vlaky nesledované 1 303 záznamů. Vzhledem k počtu záznamů nebylo třeba vytvářet žádný výběrový soubor, výpočet se mohl uskutečnit nad všemi dostupnými daty.

Doba jízdy sledovaných vlaků – výchozí data pro výpočet:

Tab. 4.1 Doba jízdy sledovaných vlaků

Relace	Začátek	Skutečnost	Plánováno	Rozdíl
QUERFURT - KREFELD-LINN	22.12.2021	7	7	0
OLOMOUC - REGENSBURG HAFEN	24.12.2021	7	7	0
CÄRPINIŞ - STUTTGART HAFEN	24.12.2021	14	14	0
KRETKEI - BRAKE (UNTERWESER) HAFEN	26.12.2021	13	12	1
LUŽIANKY - MOOSBIERBAUM- HEILIGENEICH	26.12.2021	13	13	0
TÄŞNAD - MARTFŰ	26.12.2021	12	10	2
KROMĚŘÍŽ - SZCZECIN PORT CENTRALNY	26.12.2021	12	12	0
NYMBURK MĚSTO - SZCZECIN PORT CENTRALNY	26.12.2021	15	15	0
HODONICE - ČESKÉ BUDĚJOVICE	28.12.2021	16	9	7
BATEVO - STRAUBING HAFEN	29.12.2021	14	7	7
QUERFURT - LOENINGEN GBF	29.12.2021	7	5	2
KROMĚŘÍŽ - TYCHY	31.12.2021	14	13	1
TÄŞNAD - TÁLLYA	01.01.2022	12	9	3
CURTICI - ROSTOCK SEEHAFEN	01.01.2022	13	13	0
CAREI - ZEITZ	02.01.2022	16	16	0
LEHLIU - SUROCHÓW	02.01.2022	22	22	0
BOHUŠOVICE NAD OHŘÍ - HAMBURG HOHE SCHAAR	02.01.2022	8	8	0
KRETKEI - BRAKE (UNTERWESER) HAFEN	02.01.2022	8	7	1
KĘTRZYN - BREMEN INLANDSHAFEN	02.01.2022	7	5	2
KROMĚŘÍŽ - SZCZECIN PORT CENTRALNY	03.01.2022	11	10	1
KROMĚŘÍŽ - TYCHY	03.01.2022	11	11	0
CURTICI - ROSTOCK SEEHAFEN	04.01.2022	13	13	0
MĚSTEC KRÁLOVÉ - BREMEN INLANDSHAFEN	04.01.2022	13	12	1
CÄRPINIŞ - STUTTGART HAFEN	05.01.2022	18	18	0
TREBSEN (MULDE) - KREFELD-LINN	05.01.2022	9	9	0
BATEVO - STRAUBING HAFEN	05.01.2022	10	7	3
KĘTRZYN - ROSTOCK SEEHAFEN	06.01.2022	6	6	0

Relace	Začátek	Skutečnost	Plánováno	Rozdíl
BRAKE (UNTERWESER) HAFEN - EPERJESKE ÁTRAKÓ	07.01.2022	6	5	1
DIOSIG - ZEITZ	07.01.2022	18	16	2
CĂRPINIȘ - STRAUBING HAFEN	08.01.2022	14	14	0
TYCHY - SZCZECIN PORT CENTRALNY	08.01.2022	6	3	3
HODONICE - SZCZECIN PORT CENTRALNY	09.01.2022	12	10	2
KRETKI - TWISTRINGEN	10.01.2022	6	6	0
CURTICI - ROSTOCK SEEHAFEN	10.01.2022	12	11	1
JESTŘEBÍ - COEVORDEN	10.01.2022	10	9	1
KROMĚŘÍŽ - SZCZECIN PORT CENTRALNY	10.01.2022	10	10	0
SKALICE NAD SVITAVOU - ROSTOCK SEEHAFEN	12.01.2022	8	8	0

Zdroj: [19].

Celkový podklad dat je uveden v příloze.

Doba jízdy nesledovaných vlaků – výchozí data pro výpočet:

Tab. 4.2 Doba jízdy nesledovaných vlaků

Relace	Začátek	Skutečnost	Plánováno	Rozdíl
ÚSTÍ NAD LABEM-STŘEKOV - LOVOSICE	21.12.2021	3	2	1
ÚSTÍ NAD LABEM-STŘEKOV - LOVOSICE	27.12.2021	8	8	0
TRENČIANSKA TEPLÁ - KOJETÍN	30.12.2021	14	13	1
SEREDĚ - GYŐR	30.12.2021	11	11	0
OLOMOUC - REGENSBURG HAFEN	30.12.2021	8	8	0
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	30.12.2021	7	4	3
OPAVA ZÁPAD - KOJETÍN	31.12.2021	10	9	1
OLOMOUC - TRZEBINIA	01.01.2022	41	39	2
LEHLIU - TYCHY	02.01.2022	26	26	0
OLOMOUC - LOVOSICE	04.01.2022	6	4	2
VRBÁTKY - GYŐR	06.01.2022	13	13	0
PSZENNO - HÁROS	10.01.2022	14	7	7
SEREDĚ - GYŐR	10.01.2022	14	14	0
ÚSTÍ NAD LABEM-STŘEKOV - LOVOSICE	10.01.2022	8	6	2
ÚSTÍ NAD LABEM-STŘEKOV - LOVOSICE	10.01.2022	8	8	0
OPAVA ZÁPAD - KOJETÍN	13.01.2022	13	7	6
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	13.01.2022	7	7	0
TRENČIANSKA TEPLÁ - GYŐR	19.01.2022	10	8	2
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	20.01.2022	7	4	3

Relace	Začátek	Skutečnost	Plánováno	Rozdíl
LEHLIU - BRZEG	24.01.2022	21	15	6
CRVENKA - HÁROS	24.01.2022	14	7	7
OPAVA ZÁPAD - KOJETÍN	26.01.2022	12	12	0
VOITENI - STRAUBING HAFEN	26.01.2022	10	10	0
BATEVO - STRAUBING HAFEN	05.02.2022	11	11	0
RIESA - LOVOSICE	05.02.2022	9	5	4
CRVENKA - HÁROS	07.02.2022	17	17	0
SEREĎ - GYŐR	07.02.2022	14	13	1
CAREI - SUROCHÓW	08.02.2022	13	13	0
ORADEA VEST - BREMEN INLANDSHAFEN	17.02.2022	15	9	6
CAREI - SUROCHÓW	21.02.2022	10	10	0
CRVENKA - GYŐR	21.02.2022	26	26	0
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	03.03.2022	6	3	3
LEHLIU - SUROCHÓW	10.03.2022	17	17	0
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	10.03.2022	7	7	0
CRVENKA - HÁROS	16.03.2022	29	28	1
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	24.03.2022	7	5	2
BUZÁU SUD - BRZEG	24.03.2022	26	21	5
SAJÓBÁBONY - NEUSS	28.03.2022	14	12	2

Zdroj: [19].

Výpočet F-test:

dle použitého vzorce v Excelu: =F-TEST(F3:F3007;M3:M1305) = 0,000163044

➤ menší než 0,05 různé rozptyly

Výpočet T-test:

dle použitého vzorce v Excelu: =T-TEST(F3:F3007;M3:M1305;2;3) = 0,0000651842

➤ menší než 0,01 významný statistický rozdíl

Doba zpoždění u sledovaných vlaků je výrazně menší než u nesledovaných.

4.4.2 Výpočet F-testu a T-testu pro dobu jízdy sledovaných a nesledovaných vlaků v relaci Olomouc – Brake

K porovnání všech realizovaných přeprav byla vybrána i relace, kterou firma realizuje nejčastěji a to relace Olomouc - Brake, Olomouc – místo nakládky, Brake – vykládkové místo v Německu. Podkladem jsou opět data v rozmezí let 2017 – 2022.

Doba jízdy sledovaných vlaků – výchozí data pro výpočet:

Tab. 4.3 Doba jízdy sledovaných vlaků Olomouc - Brake

Relace	Začátek	Skutečnost	Plánováno	Rozdíl
OLOMOUC - BRAKE	02.01.2017	9	9	0
OLOMOUC - BRAKE	11.01.2017	10	10	0
OLOMOUC - BRAKE	07.02.2017	9	8	1
OLOMOUC - BRAKE	16.02.2017	8	8	0
OLOMOUC - BRAKE	02.03.2017	9	9	0
OLOMOUC - BRAKE	19.03.2017	11	10	1
OLOMOUC - BRAKE	02.04.2017	8	7	1
OLOMOUC - BRAKE	15.04.2017	9	9	0
OLOMOUC - BRAKE	18.05.2017	14	12	2
OLOMOUC - BRAKE	10.10.2017	16	15	1
OLOMOUC - BRAKE	05.11.2017	12	11	1
OLOMOUC - BRAKE	30.11.2017	8	8	0
OLOMOUC - BRAKE	13.01.2018	13	13	0
OLOMOUC - BRAKE	04.02.2018	14	14	0
OLOMOUC - BRAKE	19.03.2018	8	5	3
OLOMOUC - BRAKE	28.03.2018	10	9	1
OLOMOUC - BRAKE	05.04.2018	7	7	0
OLOMOUC - BRAKE	26.04.2018	10	8	2
OLOMOUC - BRAKE	07.05.2018	11	8	3
OLOMOUC - BRAKE	19.05.2018	14	13	1
OLOMOUC - BRAKE	01.07.2018	12	12	0

Zdroj: [19].

Doba jízdy nesledovaných vlaků – výchozí data pro výpočet:

Tab. 4.4 Doba jízdy nesledovaných vlaků Olomouc - Brake

Relace	Začátek	Skutečnost	Plánováno	Rozdíl
OLOMOUC - BRAKE	23.01.2017	8	7	1
OLOMOUC - BRAKE	14.09.2017	7	7	0
OLOMOUC - BRAKE	06.01.2018	7	6	1
OLOMOUC - BRAKE	04.05.2018	10	9	1
OLOMOUC - BRAKE	14.05.2018	11	11	0
OLOMOUC - BRAKE	21.07.2018	6	4	2
OLOMOUC - BRAKE	23.11.2018	8	6	2
OLOMOUC - BRAKE	01.12.2018	7	5	2
OLOMOUC - BRAKE	08.12.2018	15	14	1
OLOMOUC - BRAKE	21.12.2018	10	8	2
OLOMOUC - BRAKE	27.12.2018	13	11	2
OLOMOUC - BRAKE	31.12.2018	11	10	1
OLOMOUC - BRAKE	11.01.2019	8	8	0
OLOMOUC - BRAKE	08.02.2019	7	5	2
OLOMOUC - BRAKE	10.03.2019	8	8	0
OLOMOUC - BRAKE	22.03.2019	8	6	2

Relace	Začátek	Skutečnost	Plánováno	Rozdíl
OLOMOUC - BRAKE	11.04.2019	8	7	1
OLOMOUC - BRAKE	19.04.2019	7	7	0
OLOMOUC - BRAKE	28.06.2019	7	5	2
OLOMOUC - BRAKE	01.08.2019	7	7	0
OLOMOUC - BRAKE	08.08.2019	8	6	2
OLOMOUC - BRAKE	30.09.2019	10	10	0
OLOMOUC - BRAKE	25.10.2019	7	6	1
OLOMOUC - BRAKE	01.11.2019	7	6	1
OLOMOUC - BRAKE	03.11.2019	13	9	4
OLOMOUC - BRAKE	20.11.2019	10	10	0
OLOMOUC - BRAKE	30.11.2019	8	7	1
OLOMOUC - BRAKE	07.12.2019	9	6	3
OLOMOUC - BRAKE	11.12.2019	9	6	3
OLOMOUC - BRAKE	20.12.2019	10	5	5
OLOMOUC - BRAKE	31.12.2019	9	8	1
OLOMOUC - BRAKE	06.01.2020	10	7	3
OLOMOUC - BRAKE	13.01.2020	9	5	4
OLOMOUC - BRAKE	09.02.2020	8	7	1
OLOMOUC - BRAKE	03.03.2020	9	7	2
OLOMOUC - BRAKE	15.04.2020	8	8	0
OLOMOUC - BRAKE	23.04.2020	9	8	1
OLOMOUC - BRAKE	04.05.2020	10	10	0
OLOMOUC - BRAKE	16.05.2020	7	6	1
OLOMOUC - BRAKE	26.05.2020	10	9	1
OLOMOUC - BRAKE	12.06.2020	9	7	2

Zdroj: [19].

Výpočet F-test:

dle použitého vzorce v Excelu: =F-TEST(F3:F95;M3:M53) = 0,297938302

- větší než 0,05 rozptyly jsou stejné

Výpočet T-test:

dle použitého vzorce v Excelu: =T-TEST(F3:F95;M3:M53;2;2) = 0,18459376

- větší než 0,05 není statistický rozdíl

Není statistický rozdíl mezi dobou jízdy sledovaných a nesledovaných vlaků v relaci Olomouc – Brake.

4.4.3 Výpočet F-testu a T-testu z hlediska množství kontaktů – mail, telefon

V neposlední řadě porovnání vstupních dat z pohledu sledovaných i nesledovaných vlaků v rámci celkových kontaktů, tzn. jaký celkový počet mailů a telefonátů je potřebný ohledně konkrétních realizovaných přeprav.

Množství kontaktů u sledovaných vlaků – výchozí data pro výpočet:

Tab. 4.5 Množství kontaktů u sledovaných vlaků

Relace	Začátek	Kontakty
OLOMOUC - ROBLAU (ELBE)-RODLBEN	01.01.2021	119
TĀŠNAD - RIESA	02.01.2021	55
KABA - RECHTERFELD	02.01.2021	92
PRIBENÍK - HAMBURG HOHE SCHAAR	03.01.2021	70
OLAŁA - SZCZECIN PORT CENTRALNY	03.01.2021	22
KROMĚŘÍŽ - SZCZECIN PORT CENTRALNY	04.01.2021	50
ORADEA VEST - HAMBURG HOHE SCHAAR	04.01.2021	20
HODONICE - SZCZECIN PORT CENTRALNY	04.01.2021	26
MILÍN - COEVORDEN	05.01.2021	65
BRAKE (UNTERWESER) HAFEN - PÜSPÖKLADÁNY	05.01.2021	31
ÚSTÍ NAD LABEM-STŘEKOV - ROTTERDAM-PERNIS	06.01.2021	48
VOITENI - STRAUBING HAFEN	06.01.2021	101
ZÁBŘEH NA MORAVĚ - MOOSBIERBAUM-HEILIGENEICH	06.01.2021	25
KRETKI - BRAKE (UNTERWESER) HAFEN	06.01.2021	69
PÁTROHA - ZEITZ	06.01.2021	87
ŠTERNBERK - HAMBURG HOHE SCHAAR	10.01.2021	70
ZALAKOMÁR - HAMM (WESTF) RBF HAFEN	10.01.2021	47
MÁTÉSZALKA - FÜRSTENWALDE (SPREE)	10.01.2021	58
KĘTRZYN - GDYNIA PORT	11.01.2021	27
KROMĚŘÍŽ - TYCHY	12.01.2021	67
HODONICE - SZCZECIN PORT CENTRALNY	12.01.2021	49
SEČOVCE - OLOMOUC HLAVNÍ NÁDRAŽÍ	13.01.2021	22
KROMĚŘÍŽ - TYCHY	13.01.2021	76
BRAKE (UNTERWESER) HAFEN - OROSHÁZA	13.01.2021	106
KROMĚŘÍŽ - SZCZECIN PORT CENTRALNY	14.01.2021	104
KRETKI - BRAKE (UNTERWESER) HAFEN	14.01.2021	22
RIESA HAFEN - LOENINGEN GBF	14.01.2021	105

Zdroj: [19].

Množství kontaktů u nesledovaných vlaků – výchozí data pro výpočet:

Tab. 4.6 Množství kontaktů u nesledovaných vlaků

Relace	Začátek	Kontakty
BRZEG - LÜBECK NORDLANDKAI	01.01.2021	112
OLOMOUC - BRAKE (UNTERWESER) HAFEN	03.01.2021	93
KROMĚŘÍŽ - TYCHY	04.01.2021	141
SERED - GYŐR	04.01.2021	105
KROMĚŘÍŽ - ČESKÉ BUDĚJOVICE	05.01.2021	71
OLOMOUC - PROSTĚJOV HLAVNÍ NÁDRAŽÍ	05.01.2021	81
OLOMOUC - HAMBURG SÜD	05.01.2021	124
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	07.01.2021	138

Relace	Začátek	Kontakty
TYCHY - SZCZECIN PORT CENTRALNY	08.01.2021	110
OLOMOUC - REGENSBURG HAFEN	09.01.2021	97
KROMĚŘÍŽ - TYCHY	11.01.2021	122
KROMĚŘÍŽ - ČESKÉ BUDĚJOVICE	13.01.2021	105
SEREDĚ - GYŐR	13.01.2021	87
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	14.01.2021	149
BRUCK A.D. LEITHA - MUNINA	15.01.2021	144
TYCHY - SZCZECIN GOCLAW	15.01.2021	75
KLEMENSÓW - ROSTOCK SEEHAFEN	18.01.2021	96
BRODEK U PŘEROVA - RHEINE	20.01.2021	87
KROMĚŘÍŽ - ČESKÉ BUDĚJOVICE	20.01.2021	151
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	21.01.2021	146
TRENČIANSKA TEPLÁ - KOJETÍN	22.01.2021	137
SZAMOTUŁY - MAINZ HAFEN	25.01.2021	72
KROMĚŘÍŽ - ČESKÉ BUDĚJOVICE	26.01.2021	79
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	28.01.2021	86
KROMĚŘÍŽ - TYCHY	29.01.2021	116
KROMĚŘÍŽ - TYCHY	01.02.2021	150
ČESKÝ ŠTERNBERK - DUNAÚJVÁROS	01.02.2021	85
RIESA - GENT DARSEN	02.02.2021	118
KROMĚŘÍŽ - ČESKÉ BUDĚJOVICE	02.02.2021	90
OLOMOUC - BRAKE (UNTERWESER) HAFEN	03.02.2021	149
ŁAZISKA ŚREDNIE - DUNAÚJVÁROS	04.02.2021	137
KROMĚŘÍŽ - ČESKÉ BUDĚJOVICE	09.02.2021	104
KROMĚŘÍŽ - TYCHY	11.02.2021	157
PŘEROV - ROSTOCK SEEHAFEN	14.02.2021	75

Zdroj: [19].

Výpočet F-test:

dle použitého vzorce v Excelu: =F-TEST(D3:D1494;I3:I350) = 0,027339122

- menší než 0,05 rozdílné rozptyly

Výpočet T-test:

dle použitého vzorce v Excelu: =T-TEST(D3:D1494;I3:I350;2;3) = 3,66073E-71

- menší než 0,001 -> významný statistický rozdíl

Je významný rozdíl v počtu "kontaktů" u sledovaných a nesledovaných vlaků.

4.5 GPS – vozové centrum, mobilní dílna

Jak již bylo zmíněno výše, společnost INTERFRACHT s.r.o. disponuje nejen svými vlastními železničními nákladními vozy, ale také má spoustu druhů a typů železničních

nákladních vozů v dlouhodobém pronájmu od různých subjektů. Mezi nejvýznamnější pronajímatele železničních nákladních vozů, se kterými společnost INTERFRACHT s.r.o. spolupracuje, patří např. společnosti: ČD CARGO, a.s., TSS Cargo a.s., RYKO PLUS spol. s.r.o., VTG Rail Europe GmbH, odštěpný závod Česká Republika, ERMEWA SA, organizační složka, MILLET WAGONS, Rail Cargo Logistics GmbH.

S každým subjektem, tedy pronajímatelem železničních nákladních vozů je třeba nejprve uzavřít smlouvu o nájmu železničních nákladních vozů, obsahem smluv je:

- číslo vozu,
- tara,
- brzda,
- raster,
- délka,
- objem,
- revize od – revize do,
- pronájem od – pronájem do,
- špalky,
- GPS,
- a další.

Každá smlouva má pak své jedinečné číslo např.: P2002005, 05/2021_TSSC, 23/2022_TSSC, L1018-0073, MILLET contract3 apod.

Z hlediska GPS je ve smlouvě ujednáno, zda už daný železniční nákladní vůz je již od samotného pronajímatele sledovacím zařízením opatřen, či zda GPS sledovací zařízení je v rukou nájemce, tedy společnosti INTERFRACHT s.r.o.

Z hlediska nájemních smluv je umístění GPS důležité i z důvodu nájezdu kilometrů jednotlivých železničních nákladních vozů. Některé nájemní smlouvy v sobě nesou omezení právě z hlediska nájezdu – např. nájezd 50 000 km za rok. Tento ujednaný parametr je tedy důležité dodržet, čemuž napomáhá GPS sledování.

Další obrovskou výhodou umístění sledovacího zařízení z hlediska vozového parku je pomoc při lokalizaci konkrétního železničního vozu, který může být odstaven na železničním nádraží, které čítá nespočet kolejí. Společnost INTERFRACHT s.r.o. disponuje vlastní mobilní dílnou, která je schopna řešit opravy menšího rozsahu na železničních nákladních vozech a díky GPS souřadnicím okamžitě ví, kde je vůz na nádraží odstaven a má tak i okamžitý přístup k vozu, který si následně eviduje v interním systému.

The screenshot shows a web interface for managing a contract titled "SMLOUVA NA VOZY - L1016-0011-UAGPPS 132". The interface includes several sections for contract details:

- Contract Info:** Smlouva: složka L1016-0011, Nick: Uagpps 132, Zobrazovat: [checked], Tara: (empty).
- Mode and Type:** Režim: Privátní, Výsyp: Mezi Koleje, Typ: Výsypný, Výpovědní lhůta (měsíce): (empty).
- Liability:** Najem odpustit po opravě (dny): 20, Najem odpustit násilné poškození (dny): 20, Najem odpustit po revizi (dny): 20, Druh odpuštění: (empty).
- Provider:** Proinajimatel: ERMEWA SA, organizační složka (Praha 6), (ERMEWAPHA), Vlastník: (empty).
- Payment Terms:** Three rows for "Platný od:" and "Platný do:" with associated "Nájem:" fields, currency "Měna: EUR", and frequency "Frekvence: denně".
- Notes:** Poznámka: udržba : dry, 50.000 km/rok, 4 vozy za 1/2 cenu.
- Alerts:** Alert za: ---, nebo přesné datum: (empty), Poznámka: (empty), Ulož alert button.

Obr. 4.16 Detail smlouvy na vozy

Zdroj: [19].

Příkladem může být rozsáhlé nádraží v ÚSTÍ NAD LABEM-STŘEKOV (obr. 4.17) – zde může dojít k poruše na nákladním železničním voze. Než mobilní dílna vyrazí na místo, aby mohla opravu zrealizovat, má v interním systému evidovaný GPS bod, který usnadní příjezd k odstavenému vozu, který kvůli poruše není způsobilý k další přepravní jízdě vlaku.



Obr. 4.18 Zobrazení stanice na mapě

Zdroj: [19].

Mimo jiné, mobilní dílna je vybavena silničními vozidly (aktuálně 4 vozidla), která jsou také opatřena sledovacími zařízeními GPS (Obr. 4.19). Díky umístění sledovacích zařízení přímo v automobilech je snadné pomocí zasílání dat o přesné poloze pracovníků mobilní dílny sledovat jejich pohyb a tudíž mít dohled nad plánovaným příjezdem k porouchaným železničním nákladním vozům, které nejsou způsobilé k pokračování v přepravě. Díky odhadům z dat GPS je snadná další komunikace mezi spedičním pracovníkem a objednatelem přepravy, tedy zákazníkem, který vyžaduje okamžité informace o stavu přepravy.

Připávaná stanice:	ÚSTÍ NAD LABEM-STŘEKOV	✖	54-532093
Doplnění stanice:	Doplnění pro per / fur		
Provozovatel dráhy:	Provozovatel dráhy	+	
GPS vlečky, síla:	Název geozony	▶	
GPS geozony:	Railway Station ÚSTÍ NAD LABEM-STŘEKOV	▶	
Mob. dílna:	50.6507308, 14.0495461	▶	Mapa MD

Obr. 4.17 GPS bod pro mobilní dílnu

Zdroj: [19].

PAPO: Olomouc, CZ - Generála Píky (02:01)						
TOKR: Holešov, CZ - U Letiště (18:44)						
AUZE: Bezměrov, CZ - (10:34)						
PO	ÚT	ST	ČT	PÁ	SO	NE
20.3	21.3	22.3	23.3	24.3	25.3	26.3
12						

Obr. 4.19 Zobrazení pozice automobilů mobilní dílny

Zdroj: [19].

4.6 ZANy a GPS

ZAN je z obecného hlediska označení pro tzv. zákaz nakládky, jedná se tedy o stav, kdy není možné na příslušné koleji nakládat. ZANy jsou vydávány železničními dopravci, případně infrastrukturami (infrastruktura ZAN vydává v případě, kdy dojde k překážce na trase, např. z důvodu přírodních vlivů, které narušily trať a tudíž není trať průjezdná – např. povodeň, spadené stromy apod.). Mezi hlavní důvody vydání ZANu železničními dopravci patří:

- opatření vydaná Drážním úřadem,
- opatření vydaná správními úřady, které jsou oprávněné rozhodovat v oblasti veterinární, rostlinolékařské, hygienické služby, odpadového hospodářství nebo na základě mezinárodních smluv, na které je Česká republika vázána a která jsou uvedena ve Sbírce zákonů,
- nesjízdnost dráhy v důsledku živelné pohromy, stávkový, nehody nebo rekonstrukce dráhy,
- nepředvídané narušení provozuschopnosti dráhy,
- nahromadění přepravovaných vozů nebo nákladů na vlečce,
- nahromadění zásilek na dráze,
- na základě žádosti od zákazníka,
- špatná platební morálka zákazníka vůči dopravci.

Společnost INTERFRACHT s.r.o. je o všech vydaných ZANech informována (Obr. 4.20) – železniční dopravci poskytují tyto informace prostřednictvím e-mailu. Hlásí uzavírky, omezení na trase, stavební práce apod. alespoň s měsíčním předstihem.

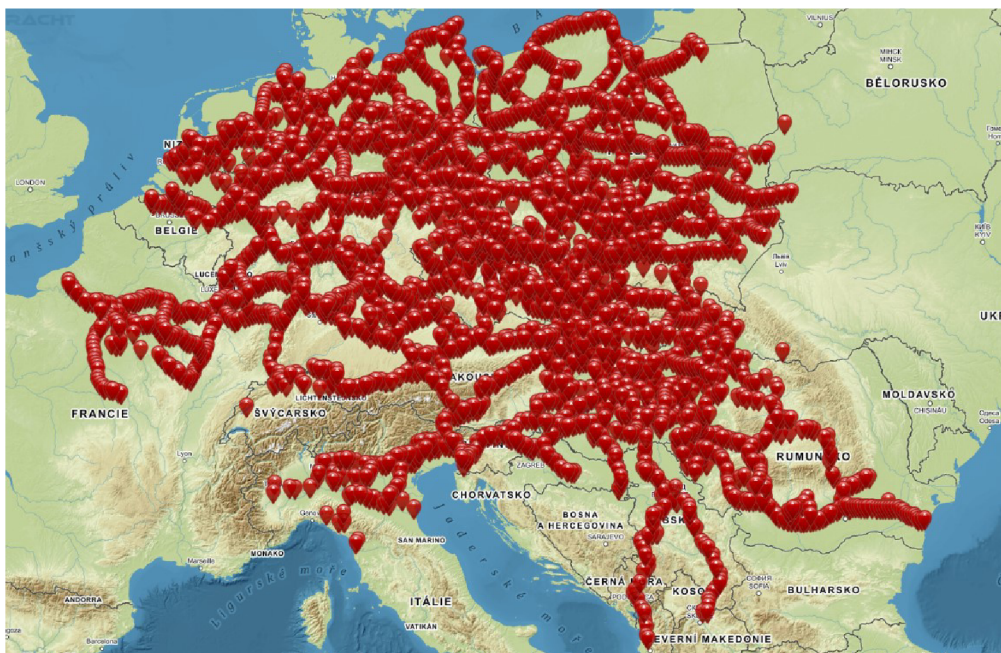
Identifikátor	(\N) Vytvořeno	Platný od	Platný do	Kde	Ovlivněná st.	Popis
ZAN894	22.03.2023 10:47:29	24.03.2023 21:00:00	21.04.2023 21:00:00	FRANKFURT (ODER) GRENZE		totalsperrung
ZAN893	22.03.2023 10:46:15	03.04.2023 0:00:00	22.04.2023 0:00:00	NIENBURG		totalsperrung
ZAN892	22.03.2023 10:45:03	11.03.2023 21:30:00	03.04.2023 6:00:00	NIENBURG		totalsperrung
ZAN891	22.03.2023 10:44:07	31.03.2023 21:00:00	16.04.2023 23:59:00	EMMERICH		totalsperrung
ZAN890	22.03.2023 10:33:24	12.04.2023 0:00:00	17.05.2023 0:00:00	SCHWARZACH-ST. VEIT		totalsperrung
ZAN889	22.03.2023 10:32:34	10.04.2023 0:00:00	11.04.2023 0:00:00	ST. PÖLTEN HAUPTBAHNHOF		totalsperrung
ZAN888	22.03.2023 10:32:00	30.04.2023 0:00:00	01.05.2023 0:00:00	GRAMATNEUSIEDL		totalsperrung
ZAN887	22.03.2023 10:31:27	24.04.2023 0:00:00	28.04.2023 0:00:00	PARNDORF		totalsperrung
ZAN886	22.03.2023 10:30:56	03.04.2023 22:15:00	12.04.2023 4:00:00	KECSKEMÉT		Totalsperrung
ZAN885	22.03.2023 10:30:03	04.04.2023 8:00:00	04.04.2023 13:40:00	MOSONSZOLNOK		
ZAN884	22.03.2023 10:29:23	11.04.2023 22:05:00	12.04.2023 4:45:00	GYŐR		Totalsperrung Győr - Rendezo
ZAN883	22.03.2023 10:28:00	14.04.2023 23:30:00	17.04.2023 4:00:00	BUDAÖRS		
ZAN882	22.03.2023 10:27:11	25.04.2023 22:30:00	26.04.2023 5:40:00	BUDAÖRS		Totalsperrung
ZAN881	14.03.2023 9:35:37	17.10.2023 20:00:00	27.10.2023 4:00:00	Německo		úplné zastavení provozu v důsledku stavebních prací v Elbtal
ZAN880	14.03.2023 9:33:54	24.08.2023 22:00:00	28.08.2023 4:00:00	Německo		úplné zastavení provozu v důsledku stavebních prací v Elbtal
ZAN879	06.03.2023 11:27:29	03.03.2023 14:48:00	24.04.2023 23:59:00	SĚDZICE		Stavební práce
ZAN878	06.03.2023 11:01:47	15.05.2023 11:00:00	18.05.2023 11:00:00	MEDYKA GR		uzavírka Medyka br./ Mostiska
ZAN877	06.03.2023 11:00:55	08.05.2023 11:00:00	11.05.2023 11:00:00	MEDYKA GR		uzavírka Medyka br./ Mostiska
ZAN876	06.03.2023 11:00:21	24.04.2023 11:00:00	27.04.2023 11:00:00	MEDYKA GR		uzavírka Medyka br./ Mostiska
ZAN875	06.03.2023 10:59:20	17.04.2023 11:00:00	20.04.2023 11:00:00	MEDYKA GR		uzavírka Medyka br./ Mostiska
ZAN874	06.03.2023 10:58:43	03.04.2023 11:00:00	06.04.2023 11:00:00	MEDYKA GR		uzavírka Medyka br./ Mostiska

Obr. 4.20 Přehled ZANů

Zdroj: [19].

GPS a ZANy spolu úzce souvisí, díky GPS souřadnicím u hlášených ZANů umí systém upozornit na neprůjezdnost místa, případně na dopravní překážku a to díky propojení interního systému s rezervačním systémem plánovaných přeprav, ve kterém je již naplánována dopravní trasa, včetně hraničních přechodů.

ZAN může být vyhlášen i na hraniční přechod, v takovém případě se jedná o velkou komplikaci a to z důvodu, že hraniční přechody jsou tarifní body, které slouží jako předávkové místo mezi železničními nákladními dopravci. Díky datům z GPS zařízení má společnost INTERFRACHT s.r.o. již rozsáhlou evidenci průjezdů, a proto si v případě vyhlášení ZANu na základě dat z GPS umí poradit a trasu s předstihem přeplánovat, případně s danou informací při konkrétní plánované přepravě patřičně pracovat.



Obr. 4.21 Mapa přehledu průjezdů přeprav osazených GPS

Zdroj: [19].

Díky evidenci ZANů, nakládacích i vykládacích míst do interního systému definovaných pomocí GPS souřadnic je nesmírnou výhodou okamžitý přehled o průjezdech přeprav. Výhoda spočívá v objevování nových nakládkových, případně vykládkových míst v případě obdržení poptávky na nakládkové / vykládkové místo, které doposud není až tak známé z hlediska realizovaných přeprav. Příkladem může být Rumunsko – daný zpracovatel poptávky se na daném území příliš neorientuje, ale mapa průjezdů mu ihned zobrazí, zda se v okolí daného místo již přeprava realizovala či ne. Někdy je ihned vidět, že se daným místem nikdy žádná přeprava nerealizovala, případně že například vedlejší vesnice, město atd. je nám již známé a tudíž v návaznosti na propojení informací v interním systému máme historický podklad o poslední realizované přepravě tímto místem, informací může být např. záznam o traťové třídě na trase, informace o železničních dopravcích, kteří danou trasou projíždí, stav kolejí apod.

4.7 Vyhodnocení polohy a vstup do geozón

Díky zasilání dat ze zařízení GPS je možné jednoduše sledovat dané relace a sledovat aktuální polohu, kde se momentálně vozy nachází a jaký železniční dopravce přepravu realizuje a dále je možné vidět, kdy a kde bude uskutečněna následná předávka vlaku.

V tomto případě (Obr. 4.22) se jedná o relaci Gołuchów (Polsko) – Straubing Hafen (Německo). Z výše uvedeného vyplývá, že aktuálně vozy jedou s dopravcem PKP Cargo S.A. po nakládce, která proběhla v Gołuchówě, aktuální pozice je železniční stanice Racibórz a následná předávka dopravci IDS Cargo proběhne na hraničním přechodě Chałupki.

IFT NUM	RELATION	POSITION	LU	CARRIER	TAKEOVER FROM	HANDOVER TO
IFT230025-6	GOŁUCHÓW - STRAUBING HAFEN	Railway Station RACIBÓRZ, PL	12:03	PKP CARGO S.A. (Current)	N (GOŁUCHÓW)	IDS CARGO (CHAŁUPKI GR) 01.04.2023 20:00

Obr. 4.22 Informace o relaci, aktuální pozici a železničních dopravcích

Zdroj: [19].

Takto dostupné informace z výpisu GPS slouží jako ulehčení v komunikaci především mezi železničními dopravci, kteří takto mají okamžitý přehled o plánu. Dříve mezi sebou komunikovali mailovou komunikací, která byla zdlouhavá a vedla k urgencím a okamžité žádosti o informace.

Díky všem těmto informacím o aktuální poloze systém zvládne dohlížet, zda vozy stíhají přijet na předávku včas, a zda přebírka proběhla v pořádku, případě upozornit zpracovatele, že je něco v nepořádku, čímž se zabrání případnému nepřevzetí soupravy.

Witam do PKP Cargo,

Prosíme o odpověď.

S pozdravem/ Mit freundlichen Grüssen/ Z pozdrowieniem/ Best regards

Ing. František Plášek
Plánování / Planung

Planung: +420 778 726 088, Email: planung@ids-cargo.cz

Plánování je obsazeno denně : 8:00 – 19:00

Planung ist besetzt täglich: 8:00 – 19:00

Planung is available daily: 8:00 – 19:00

Nonstop DISPO: +420 725 933 605, +420 725 933 604, Email : dispo@ids-cargo.cz



Obr. 4.23 Urgence od dopravce IDS Cargo

Zdroj: [19].

5 Vyhodnocení získaných poznatků

5.1 Statistické porovnání doby zpoždění u sledovaných i nesledovaných vlaků

Osazení železničních nákladních vozů sledovacími zařízeními GPS by mělo vést k významnému rozdílu z hlediska snížení zpoždění vlaků. Sledovací zařízení GPS na železničních nákladních vozech by mimo jiné měly sloužit i jako nástroj domluvy mezi jednotlivými železničními dopravci, kteří si na dané trase na hraničních přechodech (tzv. tarifních bodech) železniční nákladní vozy předávají. Dále sledovací zařízení GPS slouží jako nástroj pro přesnější plánování dojezdu prázdných železničních nákladních vozů na místo nakládky, případně plánování času dojezdu plně ložených železničních nákladních vozů do místa vykládky. Sledování časů jednotlivých operací v rámci železniční přepravy je velice důležité, a to především v případě neočekávaných komplikací, které mohou vést k obrovským vícenákladům, pokud nedojde například k včasnému předání železničních vozů mezi jednotlivými železničními dopravci, a tudíž dojde ke ztrátě trasy, která může mít negativní dopad na konečný průběh celé přepravy.

Tab. 5.1 Počet záznamů přeprav a průměrné zpoždění

	Sledované přepravy	Nesledované přepravy
Počet záznamů (přeprav)	3004	1302
Průměrné zpoždění (dny)	1,37	1,6

Zdroj: [19].

První analýza vychází ze všech uskutečněných přeprav od doby, kdy bylo GPS sledování přeprav ve společnosti INTERFRACHT s.r.o. zavedeno, tedy v roce 2017.

Porovnání aritmetického průměru:

Už z aritmetického průměru lze vypočítat lehké snížení průměrné doby zpoždění. Nyní dojde k detailnější analýze dat pomocí T-testu. Porovnávají jsou dvě skupiny dat pomocí dvouvýběrového testu.

Dále vidíme, že se nejedná o opakovaná měření stejných subjektů, proto je zvolena nepárová varianta.

Pro další postup je třeba podrobit data F-testu z důvodu zjištění, zda se jedná o skupiny dat se stejnými, případně rozdílnými rozptyly.

Aplikace F-testu:

Tab. 5.2 Aplikace F-testu pro zpoždění u sledovaných a nesledovaných přeprav

F-test (p hodnota)	0,000163044
---------------------------	-------------

Zdroj: [19].

Vypočtená hodnota je menší než 0,05, tudíž datové soubory v tomto případě mají rozdílné rozptyly. Nyní je možné přejít k samotnému T-testu, který ukáže konečný výsledek. Víme tedy, že se bude jednat o nepárový T-test pro data s rozdílnými rozptyly.

Aplikace T-testu:

Tab. 5.3 Aplikace T-testu pro zpoždění u sledovaných a nesledovaných přeprav

T-test (p hodnota)	0,0000651842
---------------------------	--------------

Zdroj: [19].

Vypočtená hodnota je menší než 0,05. Mezi datovými vzorky je tedy významný statistický rozdíl. Z výsledku dále vyplývá, že zpoždění u vlaků, které mají GPS sledování, je menší než u vlaků, které GPS sledování nemají. Jinými slovy, GPS prokazatelně snižují případná zpoždění u železničních přeprav realizovaných společností INTERFRACHT s.r.o.

5.2 Statistické porovnání doby zpoždění u sledovaných i nesledovaných vlaků v relaci Olomouc - Brake

Stejně jako v případě porovnávání všech realizovaných přeprav společností INTERFRACHT s.r.o. je stejný postup výpočtů zvolen na konkrétní relaci Olomouc – Brake. Jedná se o jednu z nejčastěji realizovaných přeprav společnosti vůbec.

Tab. 5.4 Počet záznamů přeprav a průměrné zpoždění Olomouc - Brake

	Sledované přepravy	Nesledované přepravy
Počet záznamů (přeprav)	92	50
Průměrné zpoždění (dny)	1,23	1,55

Zdroj: [19].

Porovnání aritmetického průměru:

Průměr zpoždění u sledovaných vlaků opět nepatrně klesl, záznamů ovšem není tolik. Otázkou je, zda i zde bude statisticky významný rozdíl tak, jako tomu bylo v předchozím případě. Pro zjištění bude stejný postup jako v předchozím případě. Aplikuje se tedy T- test - opět se nejedná o opakované měření, proto bude využita nepárová varianta.

Nejprve je třeba zjistit hodnotu F-testu, aby se u dat zjistila shodnost nebo rozdílnost rozptylů.

Výpočet F-testu pro analýzu rozptylů:

Tab. 5.5 Aplikace F-testu pro zpoždění u sledovaných a nesledovaných přeprav v relaci Olomouc - Brake

F-test (p hodnota)	0,297938302
---------------------------	-------------

Zdroj: [19].

Nyní je vidět první rozdíl oproti předchozímu případu - výsledná p hodnota vyšla větší než 0,05. To znamená, že v tomto případě mají soubory dat stejné rozptyly, proto nyní bude použit nepárový T-test pro data se stejnými rozptyly.

Aplikace T-testu:

Tab. 5.6 Aplikace T-testu pro zpoždění u sledovaných a nesledovaných přeprav v relaci Olomouc - Brake

T-test (p hodnota)	0,18459376
---------------------------	------------

Zdroj: [19].

Výsledná hodnota testu je tentokrát větší než 0,05, tudíž podle statistické analýzy není u přeprav mezi Olomoucí a Brake statisticky významný rozdíl po nasazení GPS sledování. I když je zřejmé, že průměr zpoždění klesl, statistická analýza tento jev nepotvrdila. Možným důvodem tohoto výsledku je i nižší počet dat, kdy analýza vychází dohromady z pouhých 142 záznamů. Pokud bychom se k analýze vrátili někdy příště, kdy bude k dispozici více dat, je možné, že již by se rozdíl potvrdil i ve statistické analýze, podobně jako u výpočtu, který zahrnoval všechny odjeté přepravy.

5.3 Statistické porovnání počtu kontaktů sledovaných a nesledovaných vlaků

V neposlední řadě dojde k analýze, jak nasazení GPS sledování železničních nákladních vozů ovlivnilo, kolik konkrétní železniční přepravy vygenerují mailů či telefonátů, které jsou nutné k plynulému odjetí příslušných vlaků. Zde je předpoklad, že u sledovaných vlaků si všichni účastníci (železniční dopravci, speditéři, obsluha vlečky, apod.) podílející se na přepravě mohou kdykoliv zkontrolovat polohu vlaku, což je u většiny přeprav ten nejdůležitější údaj, který si potřebují dané subjekty ověřit, a který si u nesledovaných vlaků ověřují telefonicky, popřípadě pomocí e-mailu. Proto by výsledné číslo mělo být výrazně menší právě u vlaků, které tuto výhodu GPS sledování mají.

Tab. 5.7 Porovnání počtu kontaktů sledovaných a nesledovaných vlaků

	Sledované přepravy	Nesledované přepravy
Počet záznamů (přeprav)	1492	348
Průměr kontaktů (počet)	64,64	107,38
Minimum (počet)	16	16
Maximum (počet)	241	164
Medián (počet)	61	110,5

Zdroj: [19].

Porovnání aritmetického průměru:

Už při samotném pohledu na průměr je zřejmé, že se předpoklad vyplnil, kdy průměr kontaktů, které proběhnou u sledovaných vlaků je v průměru výrazně nižší než u přeprav, které GPS technologií osazeny nejsou. Zajímavé je, že i když se průměr tak výrazně liší, minimum je u obou skupin úplně stejné a maximum je dokonce u sledovaných vlaků výrazně vyšší. Zde jde ale jen o statistické zajímavosti - když ovšem vidíme maximum u sledovaných vlaků, které je výrazně vyšší, větší vypovídající hodnotu než průměr by mohl mít naopak medián, který by měl na rozdíl od průměru tyto extrémy ořezat. V tomto případě ale jde vidět, že zde není velký rozdíl oproti průměru.

Dále je třeba data podrobit statistické analýze, z důvodu potvrzení, zda rozdíl potvrdí i statistická analýza. Data se tedy opět podrobí T-testu. Stejně jako v předchozích případech půjde o jeho nepárovou variantu.

Analýza pomocí F-testu povede ke zjištění, zda mají data stejné nebo rozdílné rozptyly.

Tab. 5.8 Aplikace F-testu pro počet kontaktů u sledovaných a nesledovaných přeprav

F-test (p hodnota)	0,027339122
---------------------------	-------------

Zdroj: [19].

Výsledná hodnota je menší než 0,05. Soubory dat mají rozdílné rozptyly, proto se zvolí stejně jako prvním případě varianta T-testu pro rozdílné rozptyly.

Tab. 5.9 Aplikace T-testu pro počet kontaktů u sledovaných a nesledovaných přeprav

T-test (p hodnota)	$3,66 * 10^{-71}$
---------------------------	-------------------

Zdroj: [19].

Hodnota je výrazně menší než 0,05. Zde je významný statistický rozdíl, tedy i statistická analýza potvrdila původní předpoklad, který byl do jisté míry vidět už při pohledu na průměry nebo medián jednotlivých datových souborů, že u sledovaných vlaků je počet kontaktů výrazně menší než u vlaků, které tuto technologii nemají. Nasazení GPS sledování tedy přináší výraznou úlevu zejména pro jednotlivé spediční pracovníky ve firmě INTERFRACHT s.r.o. a snižuje jim agendu nutnou pro co nejbezproblémovější odbavení dané přepravy.

Cílem práce bylo navrhnout využití GNSS pro sledování zásilek speditérem v mezinárodní železniční přepravě a následný návrh vyhodnotit. Z výše uvedených dat a následných výpočtů je tedy zřejmé, že využití GNSS, konkrétně tedy technologie GPS má vliv nejen na snižování zpoždění vlaků, ale také využití sledovacích zařízení GPS ulehčuje práci nejen spedičním pracovníkům při plánování a samotné realizaci dané železniční přepravy z hlediska okamžité dostupnosti informací o aktuální poloze vlaku (železniční vozy na nakládce, železniční vozy na daném úseku trasy a následná předávka mezi železničními nákladními dopravci, železniční vozy na vykládce apod.), dále sledovací zařízení GPS přináší výhody z hlediska závad na železničních vozech - vozové centrum a mobilní dílna z dat zasílaných z GPS zařízení ihned vidí, kdy a kde byl daný železniční vůz odpojen z přepravy, případně má okamžitou informaci, na které odstavné koleji vůz stojí, případně do jaké nejbližší železniční opravny byl přistaven. Další výhodou je sledování polohy vozů a nákladů samotnými zákazníky, novinkou je zasílání odkazu konkrétním zákazníkům na jejich konkrétní přepravy, tudíž samotný zákazník tak

může sledovat vývoj přepravy. Poskytnout odkaz na přímé sledování vznikl v návaznosti na tvorbu diplomové práce a je ze strany zákazníků velmi vítaný.

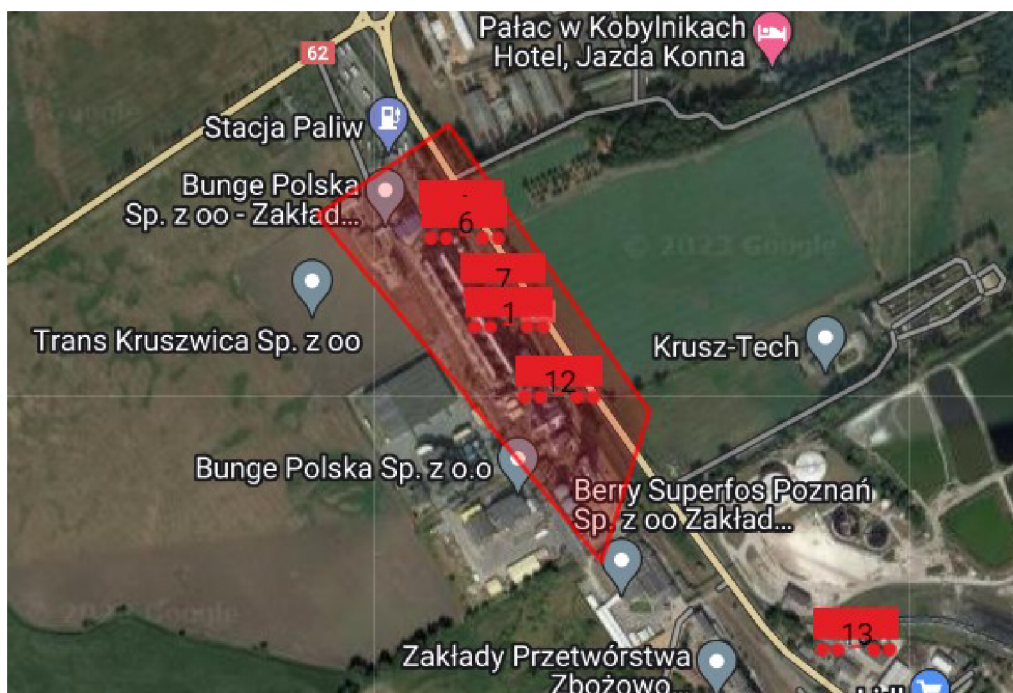
Zákazník tímto způsobem vidí, kolik vagonů je osazeno GPS jednotkami – v tomto případě (Obr. 5.1) souprava obsahuje 15 sledovacích zařízení, tedy 15 vozů z 32 vozů je sledováno.

#	WAGON	POSITION	TIME
1	33 87 066 0029-7	Siding Bunge Polska Sp. z o.o. (Kruszwica), PL	31.03. 14:19
2	33 87 066 0034-7	Kruszwica, PL	01.04. 08:34
3	33 87 933 2404-1	Kruszwica, PL	01.04. 08:38
4	33 87 933 3566-6	Siding Bunge Polska Sp. z o.o. (Kruszwica), PL	31.03. 14:19
5	33 87 933 4636-6	Kruszwica, PL	01.04. 08:34
6	33 87 933 5744-7	Siding Bunge Polska Sp. z o.o. (Kruszwica), PL	01.04. 05:35
7	33 87 933 6227-2	Siding Bunge Polska Sp. z o.o. (Kruszwica), PL	31.03. 14:19
8	33 87 933 9024-0	Kruszwica, PL	01.04. 09:14
9	33 87 933 9108-1	Kruszwica, PL	01.04. 08:39
10	33 87 933 9631-2	Kruszwica, PL	01.04. 09:01
11	34 87 930 5046-2	Kruszwica, PL	01.04. 08:56
12	37 80 933 2039-8	Siding Bunge Polska Sp. z o.o. (Kruszwica), PL	01.04. 06:16
13	37 80 933 2041-4	Kruszwica, PL	01.04. 08:36
14	37 80 933 2068-7	Kruszwica, PL	01.04. 08:43
15	37 80 933 2096-8	Kruszwica, PL	01.04. 08:43

Obr. 5.1 Informace o aktuální poloze jednotlivých vozů

Zdroj: [19].

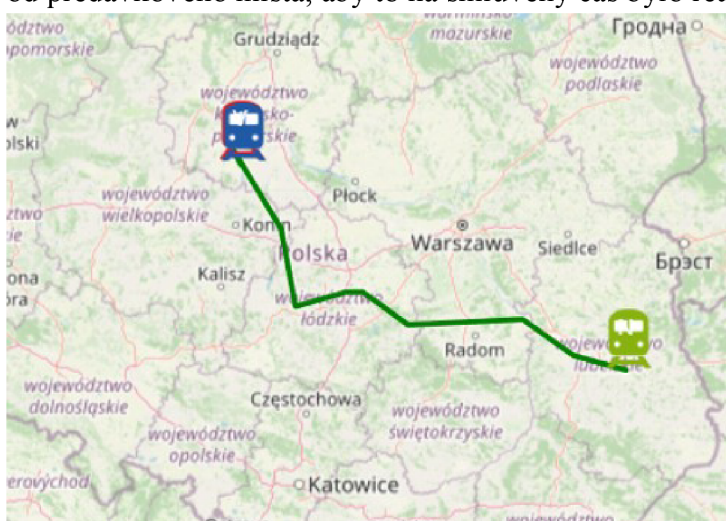
Nejen spediční pracovník, který má danou přepravu na starosti, ale právě i samotný zákazník takto ihned vidí, že se vozy nachází na vlečce (Obr.5.2) i s konkrétními časy, tudíž je schopný vidět, kolik vozů již je na železniční vlečce a probíhá na nich nakládka / vykládka. Ne vždy je železniční vlečka dostatečně dlouhá, proto jsou ostatní naložené / vyložené vozy, popřípadě vozy, které teprve čekají, až budou naloženy / vyloženy, odstaveny na odstavnou kolej.



Obr. 5.2 Vozy v geozóně železniční vlečky

Zdroj: [19].

Stejně tak jsou GPS zařízení výhodná pro železniční dopravce, kteří si železniční vozy na daných úsecích budou předávat – jak spediční pracovník, tak dopravce poté na základě výpisů z GPS poloh a aktuální polohy mohou zkontrolovat, jestli dohodnutý čas předávky je reálný vzhledem k aktuální poloze vlaku či se vlak nachází příliš daleko od předávkového místa, aby to na smluvený čas bylo reálné stihnout.



Obr. 5.3 Ložený vlak – dopravce, místo přebírky, místo předávky

Zdroj: [19].

Závěrem lze tedy říci, že zavedení GPS sledovacích zařízení do železničních přeprav má smysl. Společnosti INTERFRACHT s.r.o. se tedy doporučuje rozšířit spolupráci s poskytovateli GPS zařízení, případně navázat spolupráci s novými dodavateli a investovat do nákupu, nebo alespoň do pronájmu dalších sledovacích zařízení tak, aby mohli všechny realizované přepravy společností mít dostatečný počet sledovacích zařízení GPS a tím došlo ke snížení realizace přeprav bez GPS tzn. aby přepravy bez GPS by v ideálním případě vůbec nebyly realizovány, protože pro společnost představují zvýšené riziko, především pokud se jedná např. o přepravy na aktuálně válkou zasaženou Ukrajinu, kde by mohla nepřítomnost GPS, tudíž absence informací stát obrovské náklady v případě, že by přeprava nedorazila v pořádku v důsledku nenadálých událostí. Společnost by tak neměla žádný výpis dat a informací, kdy a kde k případným potížím mohlo dojít. GPS zařízení tak slouží i jako ochrana majetku společností, jež železniční vozy vlastní, dále jako ochrana majetku jakožto vlastníků nákladu a v neposlední řadě i železničních dopravců, kteří do rizikových oblastí vstupují.

Závěr

Diplomová práce na téma Využití GNSS v nákladní železniční přepravě je rozložena do 5 kapitol.

První kapitola je zaměřena na teoretická východiska železniční přepravy, je zde blíže specifikována charakteristika železniční nákladní dopravy, jsou zde popsány druhy nákladních přeprav, železničních nákladních vozů a jejich označení. Blíže je popsán proces nakládky a vykládky a také jsou zde vymezeny traťové třídy, tedy možné zatížení železničních tratí a vleček. Jsou zde představeni klíčoví železniční nákladní dopravci, se kterými společnost INTERFRACHT s.r.o. spolupracuje v rámci českého úseku trasy. Patří sem společnosti: ČD Cargo, a.s. jakožto klíčový zástupce národního železničního nákladního dopravce a dále společnost IDS Cargo a.s. jakožto klíčový zástupce privátního železničního nákladního dopravce.

Druhá kapitola se zabývá globálním družicovým navigačním systémem – od samotné historie a vývoje, mezi první globální družicové navigační systémy patří systém Transit, Timation a dále projekt NAVSTAR a GPS. Samotnému systému GPS je věnována vyšší pozornost s ohledem na využívání této technologie v případě společnosti INTERFRACHT s.r.o. v rámci svých realizovaných železničních nákladních přeprav. Kapitola je zaměřena na konkrétnější popis právě technologie GPS – signály družic, navigační zprávy a přijímač a v neposlední řadě představuje faktory, které mají vliv na výkonnost samotného systému GPS. V další části kapitoly jsou představeni konkrétní dodavatelé GPS zařízení, se kterými společnost INTERFRACHT s.r.o. již dlouhodobě spolupracuje, případně se na zahájení spolupráce teprve chystá s cílem pořízení dalších GPS jednotek, kterými následně osadí další železniční nákladní vozy v rámci svých realizovaných přeprav, které povedou k větší informovanosti o stavu vozů a budou takto přínosem pro všechny subjekty, které jsou v přepravě zapojeny - od samotných spedičních pracovníků, zákazníků, železničních dopravců, železničních opraven apod. Za zmínku stojí společnosti Level s.r.o., DOT Telematik und Systemtechnik GmbH, Amsted Digital Solutions, Nexxiot AG, Vizeo a další.

Třetí kapitola nese název matematické zpracování dat, kapitola vychází ze statických výpočtů, konkrétně je zde popsán T-test, jehož využití se aplikuje při porovnávání dat, která byla získaná na základě datového souboru. Základním předpokladem T-testu

je potvrzení nebo vyvrácení alternativní hypotézy. Dále se kapitola věnuje popisu F-testu. F-test je určený k provádění testů rozdílnosti, případně shodnosti rozptylu středních hodnot daných datových souborů.

Čtvrtá kapitola se zabývá vypracováním návrhu a sběrem dat. Je zde věnována speciální pozornost představení profilu společnosti INTERFRACHT s.r.o., jsou zde podrobněji rozebrány způsoby jak sledovaných, tak i nesledovaných železničních zásilek. Dále je zde popsán způsob sběru dat, ze kterých se při dalších výpočtech vychází. Jako datový podklad slouží data v rozmezí let 2017 – 2022. Na tyto data jsou následně aplikovány F - test a T-test z pohledu celkové doby jízdy sledovaných a nesledovaných vlaků, dále z pohledu doby jízdy sledovaných i nesledovaných vlaků v konkrétní relaci Olomouc – Brake a v neposlední řadě z pohledu množství kontaktů – ať už prostřednictvím mailové komunikace či pomocí telefonu. Jsou zde také nastíněny výhody GPS z hlediska vozového centra a mobilní dílny společnosti. Dále rozebrány ZANy a vyhodnocování polohy a vstup do geozón.

Pátá kapitola se zabývá vyhodnocením získaných poznatků ze statistického hlediska, jsou zde porovnávány doby zpoždění u sledovaných i nesledovaných vlaků technologií GPS, dále z hlediska doby zpoždění u sledovaných i nesledovaných vlaků v konkrétní relaci Olomouc – Brake a porovnání z hlediska množství kontaktů jak u sledovaných tak i nesledovaných vlaků. Bylo dokázáno, že zavedení GPS do přepravní praxe má smysl a společnosti se doporučuje investice do dalších sledovacích zařízení a navázání další spolupráce se subjekty, které se dané problematice věnují. Společnosti se nedoporučuje realizovat přepravy bez GPS a to především kvůli všeobecné ochraně všech subjektů, které se na přepravě podílí.

Cíl diplomové práce se dle autorky i dle spedičních pracovníků včetně vedení společnosti INTERFRACHT s.r.o. podařilo na základě výše předložených dat naplnit.

Seznam zdrojů

- [1] ŠKAPA, Petr. *Základy dopravy* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, [2008] [cit. 2022-10-11]. ISBN 978-80-248-1521-3.
- [2] GAŠPARÍK, Jozef a Jiří KOLÁŘ. *Železniční doprava: technologie, řízení, grafikony a dalších 100 zajímavostí*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0058-3.
- [3] RAPANT, Petr. *Družicové polohové systémy*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2002. ISBN 80-248-0124-8.
- [4] BEDÁŇOVÁ, Iveta a Vladimír VEČEREK. *Základy statistiky*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2019.
- [5] ČAPKA, Alexander. *Inteligentní dopravní systémy*. Přerov: Vysoká škola logistiky, 2021. ISBN 978-80-87179-59-8.
- [6] Svaz spedice a logistiky ČR. *Odborné příručky mezinárodního speditéra* [CD]. Praha: SSL, 1999.
- [7] MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. *Logistika. 2.* upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.
- [8] ČD CARGO, a.s. - co nabízíme: ČD CARGO, a.s. <https://www.cdcargo.cz/> [online]. Praha, 2022, 2022 [cit. 2022-10-13]. Dostupné z: <https://www.cdcargo.cz/>
- [9] IDS Cargo Služby. <https://www.ids-cargo.cz/> [online]. 2022 [cit. 2022-10-24]. Dostupné z: <https://www.ids-cargo.cz/>
- [10] TIMATION. www.eoportal.org [online]. [cit. 2022-10-25]. Dostupné z: <https://www.eoportal.org/other-space-activities/timation#some-background-on-the-history-of-satellite-navigation---leading-to-gps>
- [11] O společnosti. <https://www.level.systems> [online]. Olomouc, 2022, 18.11.2022 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://www.level.systems/cs/o-spolecnosti/>
- [12] The Main Device. <http://www.dot-telematik.com> [online]. Olomouc, 2022, 18.11.2022 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: http://www.dot-telematik.com/devices/pointer_S3
- [13] VIEZO: AUTONOMOUS IOT FOR RAILWAYS [online]. 4.2.2023 [cit. 2023-02-04]. Dostupné z: <https://viezo.lt/>
- [14] ČD CARGO: Stanice a disponenti. www.cdcargo.cz [online]. 10.2.2023 [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: https://www.cdcargo.cz/cs_CZ/seznam-zeleznicnich-stanic

- [15] Amsted Digital Solutions: Technology. [Www.amsteddigital.com](http://www.amsteddigital.com) [online]. 16.3.2023 [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://www.amsteddigital.com/technology/>
- [16] Nexxiot AG: Easier, Safer, Cleaner Global Transportation. *Nexxiot.com* [online]. 16.3.2023 [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://nexxiot.com/cargo-monitor/>
- [17] IoT.smart s.r.o.: Představení společnosti. [Www.iotsmart.cz](http://www.iotsmart.cz) [online]. 19.3.2023 [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.iotsmart.cz/about>
- [18] DUPKALA, Daniel a Miroslav HANZELKA A KOLEKTIV. *Fyzikální korespondenční seminář: XXX. ročník – 2016/17* [online]. Praha: nakladatelství Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy, 2017 [cit. 2023-03-25]. ISBN 978-80-7378-352-5.
- [19] INTERFRACHT s.r.o [online]. Olomouc: INTERFRACHT, 2021 [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.INTERFRACHT.cz/>

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

Obr. 2.1 Schéma navigačních systémů	21
Obr. 2.2 Družicový navigační systém Transit	23
Obr. 2.3 Timation.....	24
Obr. 2.4 Mapa rozmístění stanic řídicího segmentu systému GPS.....	26
Obr. 2.5 GPS TotalFinder	29
Obr. 2.6 GPS TotalFinder ATEX	30
Obr. 2.7 GPS TotalFinder SOLAR.....	30
Obr. 2.8 GPS AxleRing	31
Obr. 2.9 Výpis GPS pozic ze zařízení od společnosti Level s.r.o.	32
Obr. 2.10 Výpadek služeb od společnosti Level s.r.o.....	32
Obr. 2.11 GPS X-Rayl Pointer S3	33
Obr. 2.12 GPS X-Rayl Sensors S3	34
Obr. 2.13 Výpis GPS pozic ze zařízení od společnosti DOT Telematik und Systemtechnik GmbH.....	35
Obr. 2.14 Výpis GPS pozic ze zařízení od společnosti Amsted Digital Solutions.....	37
Obr. 2.15 Výpis GPS pozic ze zařízení od společnosti Nexxiot AG.....	39
Obr. 2.16 GPS Vizeo	40
Obr. 2.17 GPS Ultimate 3.1	41
Obr. 2.18 GPS Ultimate 3.3	42
Obr. 2.19 GPS Ultimate CDC.....	42
Obr. 2.20 Příklad umístění GPS zařízení na dvojkolí.....	43
Obr. 2.21 Příklad umístění GPS zařízení na železničním vozu.....	43
Obr. 2.22 Příklad umístění GPS na podlaze vozu.....	44
Obr. 2.23 Označení GPS jednotek na železničních vozech.....	45
Obr. 4.1 Železniční vůz Tagnpps 95.....	54
Obr. 4.2 Údaje o dopravcích, místech přebírky a předávky pro konkrétní přepravu	56
Obr. 4.3 Informace o stanicí	57
Obr. 4.4 Výpis nesledované zásilky pomocí čísla vozu	58
Obr. 4.5 Příklad informačního e-mailu od IDS CARGO	58
Obr. 4.6 Příklad informačního e-mailu od HSL Logistic	59

Obr. 4.7 Sledování vlaků – výpis aktuální pozice	60
Obr. 4.8 Výpis pozic a časů u vozů s GPS se shodnou polohou	60
Obr. 4.9 Výpis pozic a časů u vozů s GPS s rozdílnou polohou	61
Obr. 4.10 Aktuální pozice vozů	61
Obr. 4.11 Zobrazení polohy soupravy včetně odstaveného vagonu	62
Obr. 4.12 Vozy v geozóně železniční vlečky závodu	63
Obr. 4.13 Trasa vlaku	63
Obr. 4.14 Rezervační systém	64
Obr. 4.15 Příklad faktury od společnosti Google	65
Obr. 4.16 Detail smlouvy na vozy	74
Obr. 4.17 GPS bod pro mobilní dílnu	75
Obr. 4.18 Zobrazení stanice na mapě	75
Obr. 4.19 Zobrazení pozice automobilů mobilní dílny	76
Obr. 4.20 Přehled ZANů	77
Obr. 4.21 Mapa přehledu průjezdů přeprav osazených GPS	78
Obr. 4.22 Informace o relaci, aktuální pozici a železničních dopravcích	79
Obr. 4.23 Urgence od dopravce IDS Cargo	79
Obr. 5.1 Informace o aktuální poloze jednotlivých vozů	85
Obr. 5.2 Vozy v geozóně železniční vlečky	86
Obr. 5.3 Ložený vlak – dopravce, místo přebírky, místo předávky	86
Obr. 5.4 Zobrazení trasy mezi nákládkou a aktuální pozicí vlaku	86

Seznam tabulek

Tab. 1.1 Vzor číselného označení železničních nákladních vozů	16
Tab. 1.2 Postup výpočtu kontrolní číslice	17
Tab. 1.3 Traťové třídy	18
Tab. 2.1 Přehled GPS zařízení – společnost LEVEL s.r.o.	31
Tab. 2.2 Přehled GPS zařízení - DOT Telematik und Systemtechnik GmbH	34
Tab. 2.3 Přehled GPS zařízení - Amsted Digital Solutions	36
Tab. 2.4 Přehled GPS zařízení - Nexxiot AG	38
Tab. 4.1 Doba jízdy sledovaných vlaků	66
Tab. 4.2 Doba jízdy nesledovaných vlaků	67
Tab. 4.3 Doba jízdy sledovaných vlaků Olomouc - Brake	69

Tab. 4.4 Doba jízdy nesledovaných vlaků Olomouc - Brake	69
Tab. 4.5 Množství kontaktů u sledovaných vlaků	71
Tab. 4.6 Množství kontaktů u nesledovaných vlaků	71
Tab. 5.1 Počet záznamů přeprav a průměrné zpoždění	80
Tab. 5.2 Aplikace F-testu pro zpoždění u sledovaných a nesledovaných přeprav	81
Tab. 5.3 Aplikace T-testu pro zpoždění u sledovaných a nesledovaných přeprav	81
Tab. 5.4 Počet záznamů přeprav a průměrné zpoždění Olomouc - Brake.....	81
Tab. 5.5 Aplikace F-testu pro zpoždění u sledovaných a nesledovaných přeprav v relaci Olomouc - Brake.....	82
Tab. 5.6 Aplikace T-testu pro zpoždění u sledovaných a nesledovaných přeprav v relaci Olomouc - Brake.....	82
Tab. 5.7 Porovnání počtu kontaktů sledovaných a nesledovaných vlaků	83
Tab. 5.8 Aplikace F-testu pro počet kontaktů u sledovaných a nesledovaných přeprav	84
Tab. 5.9 Aplikace T-testu pro počet kontaktů u sledovaných a nesledovaných přeprav	84

Seznam zkratek

GNSS	Global Navigation Satellite System / Globální družicový polohový systém
GPS	Global Positioning System / globální polohový systém
IČ	Identifikační číslo
DIČ	Daňové identifikační číslo
NHM	Harmonizovaná nomenklatura zboží
RID	Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses / Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí
ČD	Česká dráhy
PKP	Polské státní dráhy
MÁV	Maďarské dráhy
CFR	Rumunské železnice
UIC	International union of railways / Mezinárodní železniční unie
ČR	Česká republika
GLONASS	Globální družicový polohový systém
GIS	Geografické informační systémy
USA	United States of America / Spojené státy americké
km	Kilometr
MHz	Megahertz
NAVSTAR	Navigation System using Time And Ranging
SPS	Standard Positioning Service
PPS	Precise Positioning Service
SMS	Short message service / Služba krátkých textových zpráv
hl. n.	Hlavní nádraží
ETA	Estimated time of arrival / přibližný čas příjezdu

API Aplikační programové rozhraní
ZAN Omezení a zastavení přepravy
EU Evropská unie
NTS Navigation Technology Satellite
LTE Long term evolution

Seznam příloh

Příloha č. 1/CD: Statické výpočty v Excelu – datový podklad pro: dobu jízdy sledovaných a nesledovaných vlaků, pro dobu jízdy sledovaných a nesledovaných vlaků v relaci Olomouc – Brake, a z hlediska množství kontaktů – mail, telefon.

Autorka	Bc. Lenka Dvorská, DiS.
Název DP	Využití GNSS v nákladní železniční přepravě
Studijní program	Logistika
Rok obhajoby BP	2023
Počet stran	79
Počet příloh	1
Vedoucí DP	Ing. Alexander Čapka, Ph. D.
Anotace	Diplomová práce je zaměřena na využití GNSS v nákladní železniční přepravě ve vybrané zasílatelské společnosti – INTERFRACHT s.r.o. Pomocí vhodných statistických metod (F-test, T-test) jsou na datový soubor aplikovány výpočty, které určí, zda zavádění konkrétní technologie GPS do železničních nákladních přeprav realizovaných společností INTERFRACHT s.r.o. má smysl, a to díky porovnání doby zpoždění u železničních zásilek již sledovaných a zásilek, které doposud touto technologií sledovány nebyly.
Klíčová slova	železniční přeprava, globální družicový polohový systém, globální polohový systém, náklad, spedice, železniční nákladní vozy
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	