



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

**Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových
vozidel**

**Analýzy opotrebenia vozidiel prevádzkovaných
v službách carsharingu**

Analysis of carsharing vehicle wear

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
2021**

Ondrej Valach

Studijní program: B2342 TEORETICKÝ ZÁKLAD STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Studijní obor: 2301R000 Studijní program je bezoborový

Vedoucí práce: Ing. Václav Jirovský, Ph.D.





ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Valach** Jméno: **Ondrej** Osobní číslo: **483382**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel**
Studijní program: **Teoretický základ strojího inženýrství**
Studijní obor: **bez oboru**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Analýzy opotřebení vozidel provozovaných ve službě carsharingu

Název bakalářské práce anglicky:

Analysis of carsharing vehicle wear

Pokyny pro vypracování:

Na základě dostupných informací o současných nejčastějších závadách a opotřebení vozidel provozovaných ve flotile carsharingu studentského projektu Uniqway vytřídte nejčastější závady a poškození, identifikujte možné mechanismy opotřebení a pro vybraný typ poškození navrhnete principiální metodu detekce. Pro tuto metody detekce navrhnete experiment, který ověří její efektivitu.

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Václav Jirovský, Ph.D., 16123

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **10.05.2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **14.07.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Václav Jirovský, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Oldřich Vítek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

17.5.2021

Datum převzetí zadání

Podpis studenta



Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému: “ Analýzy opotrebenia vozidiel prevádzkovaných v službách carsharingu” vypracoval samostatne s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených v zozname zdrojov, ktorý tvorí poslednú kapitolu tejto práce.

V Prahe dňa:14.7.2021

.....

(podpis autora)



Anotačný záznam

Meno autora: Ondrej Valach

Názov práce: Analýzy opotrebenia vozidiel prevádzkovaných v službách carsharingu

Anglický názov: Analysis of carsharing vehicle wear

Rozsah práce:

- 46 strán
- 13 obrázkov
- 4 tabuliek
- 7 grafov

Akademický rok: 2020/2021

Ústav: 12 120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel

Študijný program: Teoretický základ strojného inženýrství

Vedúci práce: Ing. Václav Jirovský, Ph.D.

Klíčové slová: Carsharing, Uniqway, opotrebenie, analýza, detekcia nárazu

Key words: Carsharing, Uniqway, wear, analysis, impact detection



Abstrakt

Úlohou záverečnej práce je identifikovať najčastejšie závady, mechanizmy opotrebenia vozidiel prevádzkovaných vo flotile carsharingu projektu Uniqway. V prvej časti práci sa nachádzajú teoretické poznatky dôležité pre pochopenie danej problematiky. Ďalej analyzujeme zozbierané údaje o dôvodoch vyradenia vozidiel z prevádzky. Záverom tejto analýzy je roztriedenie údajov do kategórií podľa príčin poškodenia. Zámerom poslednej kapitoly je čitateľovi predstaviť návrh metódy detekcie konkrétneho opotrebenia. Výsledkom práce je zhodnotenie prínosov aplikácie danej metódy.

Kľúčové slová: Carsharing, Uniqway, opotrebenie, analýza, detekcia nárazu



Abstract

The task of the final work is to identify the most common defects, wear mechanisms of vehicles operating in the carsharing fleet of the Uniqway project. The first part of the thesis contains theoretical knowledge important for understanding the issue. Subsequently, we analyse the collected data about the reasons for decommissioning vehicles. Main goal of this analysis is to categorize the data according to the causes of the damage. The intention of the last chapter is to introduce the reader to a proposal of a method for detecting specific wear. The result of our work is an evaluation of the benefits when the detection method will be applied.



Key words: Carsharing, Uniqway, wear, analysis, impact detection



Pod'akovanie

Rád by som poďakoval Ing. Václavovi Jirovskému, Ph.D. za cenné rady, usmerňovanie a ochotu počas písania tejto bakalárskej práce. Moje úprimné ďakujem patrí aj celému tímu Uniqway za spoluprácu, ochotu a poskytnuté dáta.

Obsah

1.	Úvod	4
2.	Zoznámenie s carsharingom	5
2.1	Čo je to carsharing?	5
2.2	História carsharingu	5
2.3	Veľkosť carsharingu v Európe.....	5
2.4	Ako funguje carsharing.....	6
2.5	Druhy carsharingu	6
2.6	Výhody a nevýhody zdieľania automobilov	8
3.	Uniqway carsharing.....	10
3.1	Ako Uniqway funguje?	10
4.	Metodika a cieľ práce.....	15
5.	Výsledky analýzy údajov	16
5.1	Analýza údajov Dekry	16
5.1.1	Závady akceptované leasingovou spoločnosťou.....	16
5.1.2	Závady neakceptované leasingovou spoločnosťou.....	17
5.2	Interná databáza Uniqway	20
5.2.1	Opotrebenie pneumatík.....	20
5.2.2	Vozidlá mimo prevádzku	22
6.	Metóda detekcie opotrebenia	27
6.1	Mechanika poškodenia	28
6.2	Typ nápravy skúmaných vozidiel.....	29
6.2.1	Oceľové disky.....	29
6.2.2	Náprava MacPherson	29
6.3	Odhad sily pri náraze na obrubník	30



6.3.1	Výpočet reakcie	31
6.4	Štvrtinový model automobilu.....	32
6.5	Riešenie rovníc pomocou Simulinku	34
7	Záver.....	36



Zoznam obrázkov

Obrázok 1 - Čítačka karty študenta [8].....	11
Obrázok 2 – Mapa dostupných vozidiel Uniqway [7].....	11
Obrázok 3 - Počet závad akceptovaných leasingovou spoločnosťou [8]	16
Obrázok 4 - Poškodenie bočnice [8].....	17
Obrázok 5 - Poškodenie dverí [8]	17
Obrázok 6 - Počet závad neakceptovaných leasingovou spoločnosťou [8]	18
Obrázok 7 - Preliačenina a oškretie zadného nárazníku [8].....	19
Obrázok 8 - Poškodenie strechy-preliačenina [8]	19
Obrázok 9 - Porovnanie počtu akceptovaných a neakceptovaných závad leasingovou spoločnosťou zistených na jednotlivých vozidlách [8]	20
Obrázok 10 - Úbytok dezénu na jednotlivých vozidlách [9].....	21
Obrázok 11 - Počet prípadov vyradenia z prevádzky vyjadrená v percentách [9].....	22
Obrázok 12 - Počet dní mimo prevádzky vyjadrená v percentách [9]	23
Obrázok 13 - Vzťah medzi prípadmi a dňami vyradenia z prevádzky [9].....	23
Obrázok 14 - Proces poisťnej udalosti bez metódy detekcie poškodenia	27
Obrázok 15 - Modifikovaný typ nápravy MacPherson [8]	30
Obrázok 16 - Schéma nárazu na obrubník	30
Obrázok 17 - Štvrtinový model automobilu	33
Obrázok 18 - Pohybové rovnice v Simulinku	34
Obrázok 19 - Priebeh zrýchlenia kolesa	35
Obrázok 20 - Priebeh zrýchlenia automobilu	35

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 – Ceny za vypožičanie vozidiel Uniqway [7]	13
Tabuľka 2 – Zľava za nabíjanie vozidiel Uniqway [7].....	14
Tabuľka 3 - Počty prípadov jednotlivých kategórií [9]	24
Tabuľka 4 - Tabuľka hodnôt	32



1. Úvod

V súčasnosti osobná doprava vo veľkých mestách čelí mnohým problémom, ako napríklad: nedostatok parkovacích miest, zápchy a emisie. Vlastníctvo automobilu okrem výhod ako je sloboda prináša aj nevýhody. Tento luxus zaťažuje infraštruktúru viacej ako by sa na prvý pohľad mohlo zdať. Okrem toho prináša aj rôzne útrapy medzi ktoré patrí veľká vstupná investícia pri kúpe automobilu, prevádzkové náklady, poistenie a neodvratiteľná amortizácia vozidla. V preplnených mestách sa stretávame s častými krádežami, vandalizmom alebo vysokými poistkami. Vo centrách veľkomiest s rozvinutou mestskou hromadnou dopravou súkromné vlastníctvo automobilu sa stáva pre spoločnosť nerentabilným.

Napriek spomenutým nevýhodám je občasné využitie automobilu v niektorých prípadoch ideálnym, jediným riešením. Jedná sa tu napríklad o prevoz väčšieho množstva batožiny pri sťahovaní, nákupoch alebo ceste na rôzne výlety. Práve pre tieto situácie kedy je použitie automobilu najlepším riešením, je tu pre nás carsharing.

Carsharing kombinujem ekologické riešenia s pohodlím vlastníctva automobilu, bez nevýhod stým spojeným. Spojenie carsharingu a tradičnej mestskej hromadnej dopravy vzniká funkčný ekosystém dopravy vo veľkomestách. Do veľkomiest prichádzajú spoločnosti, ktoré ľuďom takúto službu poskytujú. Ako pri každom odvetví aj tu sa stretávame so špecifickými problémami. Jedným z týchto problémov je opotrebenie vozidiel.

Naša práca je zameraná na analýzu opotrebenia vozidiel prevádzkovaných pre prvý český carsharing pre študentov a zamestnancov vysokých škôl, Uniqway. Podstatou práce je odhalenie najčastejších závad a porúch, na základe ktorej chceme navrhnúť možné riešenia a odporúčania zistených problémov.



2 Zoznámenie s carsharingom

2.1 Čo je to carsharing?

Carsharing je služba založená na členstve, ktorá poskytuje prístup k autu bez toho, aby sme ho vlastnili. Členovia platia za vozidlo iba keď ho práve používajú.

Carsharing je určený pre miestnych používateľov na podporu komunitných, tranzitných a environmentálnych cieľov. Hlavným cieľom zdieľania vozidiel namiesto ich vlastníctva je zníženie vlastníctva osobných automobilov, zníženie prejdenej vzdialenosti vozidiel, zlepšenie využívania a rozvoja mestskej pôdy, zabezpečenie cenovo dostupného prístupu k vozidlám pre všetkých, ako aj motivovanie obyvateľov, aby znižovali svoju emisnú stopu. [1]

2.2 História carsharingu

Zdieľanie automobilov sa údajne začalo v druhej polovici 40. rokov, keď bytové družstvo vo švajčiarskom Zürichu začalo so zdieľaním vozidiel, nazývaným „Selbstfahrergenossenschaft“. Toto počiatkové úsilie bolo motivované hlavne ekonomikou. Jednotlivci, ktorí si nemohli dovoliť kúpiť vlastné auto, radšej auto zdieľali medzi sebou a tým znižovali svoje náklady na dopravu.

Nech už je to kdekoľvek, séria experimentov s „verejným autom“ boli pokusy, ale neuspeli, vrátane iniciatívy na zdieľanie automobilov známej ako „Procotip“, ktorá začala vo francúzskom meste Montpellier v roku 1971 a ďalšia s názvom „Witkar“, ktorá bola založená v Amsterdame v roku 1973. Až na prelome 80. a 90. rokov minulého storočia vznikli hlavne v Nemecku a Švajčiarsku, ale aj v iných štátoch Európy a USA projekty, ktoré zaznamenali prvotný úspech. [2]

2.3 Veľkosť carsharingu v Európe

Podľa odhadov mala veľkosť európskeho carsharingového trhu bola stanovená na 480 miliónov eur v roku 2017. Očakáva sa, že tento segment narastie do roku 2024 na 3,4 miliardy eur. Technologické objavy v automobilovom priemysle viedli k značnému prijatiu elektrických a hybridných vozidiel v celej Európe. Ako príklad môžeme uviesť spoločnosť Zipcar, ktorá sa špecializuje na zdieľanie automobilov v spolupráci s Volkswagenom oznámila pridanie 325 e-golfov do ich flotily, aby uspokojila rastúci dopyt po zdieľaných elektromobiloch. CarUnity, Tamyca, DriveNow, Autolib a Ubeeqo sú poprednými poskytovateľmi služieb zdieľania automobilov v Európe.



Medzi najznámejšie carshingové spoločnosti v Českej republike patrí AJO, Anytime, Autonapůl, Car4way, GoDrive, Karkulka, Re.volt a samozrejme Uniqway. [3]

2.4 Ako funguje carsharing

Carsharing, taktiež nazývaný zdieľanie áut, funguje v podstate ako flexibilná autopožičovňa. Auto si rezervujete v online rezervačnom systéme a následne si ho vyzdvihnete na ulici. Vrátenie auta je taktiež veľmi jednoduché – po využití ho opäť zaparkujete na ulici, buď na vyhradenom mieste alebo na niektorom z miest v príslušnej zóne. Suma za určitú hodinovú alebo kilometrovú sadzbu vám bude zaúčtovaná a strhnutá z platobnej karty. [4]

2.5 Druhy carsharingu

Existuje niekoľko druhov carsharingu. Líšia sa najmä spôsobom rezervácie a tým, kto auto vlastní.

Station-based carsharing

Firma, prevádzkujúca station-based alebo tiež roundtrip carsharing vlastní flotilu áut, ktorú prevádzkuje. Do áut je typicky namontovaná technológia, ktorá umožňuje prístup do vozidla pomocou čipovej karty alebo mobilnej aplikácie. Autá stoja na vyhradených miestach, niekedy označených logom firmy. Veľkou výhodou station-based carsharingu je to, že si auto môžete rezervovať dlho dopredu a viete presne, aké auto to bude a kde bude stáť. Nevýhodou je nutnosť vracania a vyzdvihovania na určených miestach, čo predlžuje čas cesty a prináša isté nepohodlie. Vozový park býva rozmanitý, od malých mestských vozidiel, cez rodinné autá až po deväťmiestne dodávky.

Carsharing tohto typu je historicky najstarší, pôvodne vznikol v miestnych komunitách, ktoré si odovzdávali kľúče z ruky do ruky. Vozidlá sú oveľa lepšie využitá - väčšina firiem uvádza, že zdieľané auto jazdí 30% -40% času, čo je oveľa viac ako 4%, ktorá sa uvádzajú pre súkromné autá. Údaje z Nemecka ukazujú, že tento typ zdieľania áut úspešne nahrádza súkromné autá a teda pomáha zlepšovať dopravnú situáciu v meste a šetrí parkovacie miesta. Údaj, že jedno zdieľané auto nahradí až 15 súkromných sa teda týka len tohto typu carsharingu, nie všetkých typov, ako sa niekedy mylne uvádza. [4]



Free-floating carsharing

Flotila firmy, prevádzkujúca free-floating carsharing, je typicky oveľa väčšia a jednotnejšia. Vo veľkých mestách, ktoré sú hlavnou doménou free-floating carsharingu, môžu spoločnosti prevádzkovať stovky až tisíce áut. V tomto modeli funguje celé mesto ako jedna veľká parkovacia zóna a auto si môžete prevziať a odstaviť kdekoľvek. Tým pádom si ale nemôžete rezervovať konkrétne auto a tieto spoločnosti typicky ani neumožňujú rezerváciu dopredu.

Carsharing tohto typu je väčšinou výrazne drahší hlavne pre krátke výpožičky, ktoré robia väčšinu tržieb. Niektoré spoločnosti účtujú ceny za minútu a cenovo sa blíži jazde taxíkom.

Free-floating carsharing potrebuje pre úspešný prevádzku veľkú flotilu áut, ktorá musí byť kedykoľvek k dispozícii, tieto autá teda často stoja aj niekoľko dní na rovnakom mieste. Typický čas prevádzky zdieľaného autá v tomto režime je menej ako 10%, čo sa príliš nelíši od súkromného auta a teda neprispieva k úspore parkovacích miest vo veľkých mestách. Vďaka spôsobu použitia (krátke jazdy) je tiež konkurenciou taxíkom a hromadnej doprave a nevedie k nahrádzaniu súkromných áut zdieľanými. [5]

Peer-to-peer carsharing

Najnovším prírastkom do rodiny je tzv. Peer-to-peer carsharing čiže zdieľanie súkromných automobilov medzi ľuďmi. V tomto režime ponúkajú ľudia svoje vlastné automobily na platforme prevádzkovateľa carsharingu, ktorý je vlastne iba sprostredkovateľom výpožičky (podobne ako napr. Airbnb v prípade sprostredkovania prenájmu ubytovania).

Peer-to-peer carsharing ponúka zaujímavú možnosť privyrobiť tým, ktorým ich auto väčšinu času stojí nečinne pred domom. Dopytujúcim potom ponúka výber z veľkej škály vozidiel. Musia sa ale pripraviť na to, že technický stav vozidla nie je zaručený. Nevýhodou je tiež nemožnosť požičať si auto len na pár hodín (minimálna doba požičania býva zvyčajne jeden deň) a nutnosť pri každej výpožičke uzatvárať novú zmluvu. Na rozdiel od ostatných typov carsharingu, kde je možné odovzdávať autá bezkontaktné, je tu zvyčajne potrebné osobné odovzdanie. [5]



2.6 Výhody a nevýhody zdieľania automobilov

Odborníci všeobecne tvrdia, že vlastniť automobil sa vodičom vyplatí, až keď ročne najazdia viac ako 15 000 kilometrov. Inak sa majiteľovi predraží viac, ako keby si na potrebné jazdy požičal auto od carsharingovej spoločnosti.

Zákazníci carsharingu sú hlavne obyvatelia, ale aj zamestnanci mestskej správy a podnikov. Vďaka tomu je možné autá využívať efektívnejšie, pretože vo všedné dni a cez pracovné hodiny využívajú autá predovšetkým zamestnanci, zatiaľ čo večer a cez víkendy je najväčší záujem u obyvateľov mesta.

Najviac službu využívajú ľudia, ktorí dávajú prednosť nezávislosti a nechápu vozidlo ako výraz sociálneho statusu. Podľa zahraničných skúseností nahradí jedno spoločne prevádzkované auto dvadsať súkromne vlastnených automobilov. [6]

Sumár výhod a nevýhod využívania zdieľanej mobility:

Výhody

- Snaha správať sa environmentálne. (zdieľanie automobilov je ekologickejšie ako používanie vlastného auta). Vďaka tomu, že autá sú v priemere novšie a viac sa investuje do ich údržby, ich emisie sú nižšie ako u porovnateľných súkromných vozidiel.
- Úspora nákladov na obstaranie a prevádzku automobilu. Náklady na obstaranie auta sa rozložia na viacero ľudí.
- Riešenie problémov s parkovaním v mestách. Výhodou verejných automobilov je menšie množstvo áut v uliciach miest a aj úspora parkovacích miest.
- Možnosť použiť rôzne typy áut pre rôzne cesty. Nie je potreba mať veľký a nákladný automobil, keď väčšinu času využijete iba malý. Spoločnosť carsharingu ponúka automobilov niekoľko, a tak je možné pre každú cestu vybrať ten najvhodnejší.
- Kvalitné auta. Vozový park je možné obmieňať častejšie. Finančná investícia nie je tak veľká ako keď celé náklady na kúpu auta nesie sám zákazník. V dôsledku toho sú zdieľané autá menej poruchové, modernejšie, bezpečnejšie a úspornejšie.
- Možnosť použiť rôzne druhy dopravy pre rôzne cesty. Prieskumy ukazujú, že vodiči, ktorí prešli od súkromného vlastníctva k zdieľaniu automobilu, znížili celkový počet najazdených kilometrov asi o 30%. Zákazníci pred každou cestou premýšľajú všetky



možné druhy dopravy a vyhodnocujú, ktorá z nich je najvýhodnejšia, často potom volia hromadnú dopravu.

- Carsharing nie je obmedzený na pracovné hodiny.
- Rezervácia, vyzdvihnutie a návrat auta sú samo obslužné.
- Vozidlá si možno prenajať na hodinu, na deň, na ľubovoľný čas
- Užívatelia sú členmi spoločenstva s určenými pravidlami (vodičský preukaz, platobný mechanizmus a podobne).
- Vozidlá sú k dispozícii v určenej oblasti, a často sa nachádzajú na prístupoch s mestskou hromadnou dopravou.
- Poistenie a náklady na pohonné hmoty sú zahrnuté do sadzieb.
- Vozidlá nevyžadujú dodatočnú obsluhu (upratovanie, tankovanie) po každom použití.
- Prehľadnosť nákladov. Platí sa vtedy, keď sa auto používa. U vlastného auta sa náklady na cestu často mýlia s cenou prejdených pohonných hmôt. Zabúda sa pritom na rozpočítanie investície pri kúpe auta do ceny každej cesty.
- O havarijné poistenie, povinné ručenie, opravy alebo údržbu, sa postará carsharingová firma. [6]

Nevýhody

- Niekedy možno nenájdete auto, keď to potrebujete, najmä ak ste na veľmi obývanom území a každý hľadá auto, alebo keď žijete v meste, v ktorom ešte nie je dostatok carsharingových spoločností a tým pádom je nízka hustota pokrytia. Takáto komplikácia môže pre niektorých používateľov viesť k tomu, že carsharing prestanú úplne používať, pretože ho nebudú považovať za spoľahlivý spôsob dopravy.
- Stratíte osobný kontakt so svojim autom. Nemôžete si ho prispôbiť svojim potrebám a želaniam, pretože vždy používate iné auto.
- Môžu nastať komplikácie, keď sa vám vybije telefón. V mnohých prípadoch nebudete môcť výpožičku ukončiť. Tento problém je však už čiastočne riešený niektorými spoločnosťami, ktoré automaticky ukončia vašu jazdu po vystúpení z vozidla.
- Carsharing sa stáva drahším ako vlastníctvo auta keď auto vyžívate na dlhé jazdy a ročne najazdíte veľa kilometrov.
- Niekedy sa môžu vyskytnúť technické ťažkosti, ako napríklad:



- nemožnosť otvoriť / uzamknúť vozidlo
- nereagujúca podpora
- špinavý interiér alebo exteriér
- vozidlo, ktoré si rezervujete môže byť poškodené a zistíte to až keď k nemu prídete a obhliadnete si ho. [6]

3 Uniqway carsharing

Uniqway je carsharing učený pre študentov a zamestnancov vysokých škôl, prevádzkovaný študentami z troch Pražských univerzít, a to: České vysoké učení technické v Praze(ČVUT), Česká zemědělská univerzita v Praze(ČZU), Vysoká škola ekonomická v Praze(VŠE). Projekt vznikol spojením síl ŠKODA AUTO a práve týchto troch univerzít. Oficiálne uvedenie do prevádzky prebehlo 17. 10. 2018 na Fakulte architektúry ČVUT v Prahe, kedy Uniqway uviedlo do prevádzky 15 áut. Partnermi projektu sú ŠKODA AUTO a ŠKODA AUTO DigiLab, ktorí umožnili realizáciu projektu. Nielen, že je Uniqway vytvorené študentmi, ale študentami je aj prevádzkované. Študenti z VŠE majú na starosti marketingovú stratégiu, organizáciu podujatí a správu sociálnych sietí, z ČVUT vymysleli celý technický koncept a vizuálnu identitu značky, z ČZU sa starajú o jej prevádzku a stoja za koncepciou komunity. [7]

3.1 Ako Uniqway funguje?

Registrácia

Registrácia prebieha online prostredníctvom registračného formulára. Po jeho vyplnení je potrebné nahrať fotografie vás a vašich dokladov-občiansky preukaz, vodičský preukaz a študentskú kartu ISIC. Po overení všetkých dokumentov bude váš účet aktivovaný. [7]

Karta študenta a čítačka kariet

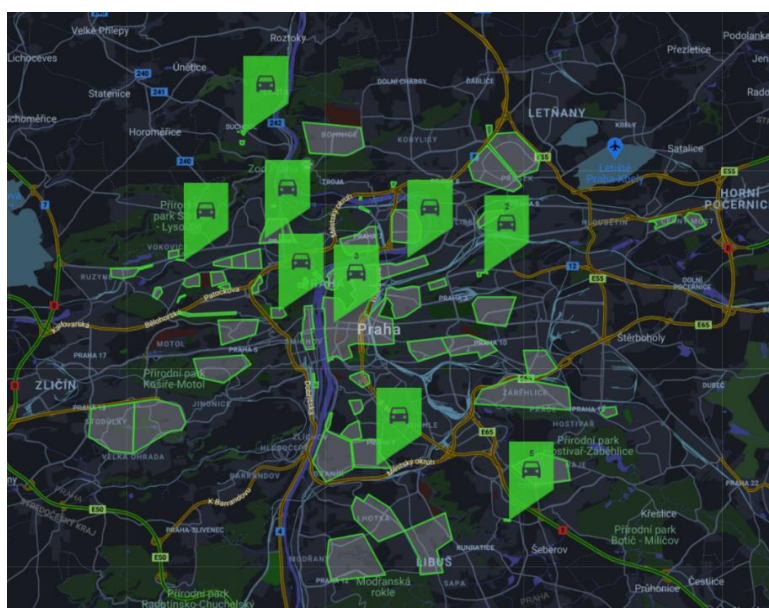
Tieto dva komponenty zohrávajú doslova kľúčovú rolu v odomykaní vozidla. Pomocou tejto karty, ktorú ste si zaregistrovali k vášmu účtu, sa dostanete do vami vybraného vozidla. Po priložení karty k čítačke kariet prebehne overenie registrácie. Ak ste registrovaní, vozidlo sa vám odomkne. Toto zariadenie je umiestnené na ľavej strane palubnej dosky v interiéri vozidla tak, aby k nej bolo možné cez čelné okno priložiť kartu.



Obrázok 1 - Čítačka karty študenta [8]

Aplikácia

Po úspešnej registrácii si stiahnete aplikáciu Uniqway, ktorá je dostupná ako na Android, tak aj iOS operačný systém. V prostredí aplikácie sa orientuje jednoducho, máte v nej prehľadne vyznačené zóny, v ktorých možno vozidlá vyzdvihnúť a odovzdať. Taktiež aplikácia ukazuje presnú polohu dostupných vozidiel, typ vozidla, stav nádrže alebo v prípade elektromobilu stav batérie. V aplikácii si môžete vami vybrané auto bezplatne zarezervovať na 15 minút. To vám umožní sa dostať k vozidlu bez toho, aby vám ho niekto počas tohto času „ukradol“. [7]



Obrázok 2 – Mapa dostupných vozidiel Uniqway [7]



Flotila vozidiel

Počas písania našej práce služba ponúkala spolu 38 vozidiel – 29 automobilov Škoda FABIA, 6 automobilov Škoda SCALA, 3 elektromobily a to: 2 elektromobily Škoda CITIGO^e iV a jeden elektromobil Škoda ENYAQ iV.

Vo všetkých modeloch Fabie je osadený motor 1.0 TSI o výkone 70, respektíve 81 kilowattov. Obe výkonové varianty sú spojené s manuálnou prevodovkou. 70 kilowattový model má päťstupňovú prevodovku, silnejší model má o jeden stupeň viac. Pri modeli Scala je zákazníkom dopriaty vyšší komfort vo forme silnejšieho, 85 kilowattového jedno litra TSI. O plynulé radenie rýchlostí sa stará sedemstupňový automat DSG

Elektrický model CITIGO^e iV patrí medzi kompaktné mestské autá. Poháňa ho 61 kilowattový elektromotor, ktorý je napájaný z 36,8 kWh batérie. V kombinácii s nízkou hmotnosťou vozidla môžeme rátať s dojazdom na plné nabitie približne 205 km.

Najnovším a najmodernejším prírastkom do flotily je Škoda ENYAQ iV, ktorý disponuje 150 kilowattovým elektromotorom, 77 kWh batériou, rýchlo nabíjaním a kombinovaným dojazdom na plné nabitie takmer 550km.

Všetky vozidlá majú svoj unikátny názov. Názvy boli vybrané na základe ankety na sociálnych sieťach, ktorej sa zúčastnili študenti zúčastnených univerzít. V ankete mali študenti na výber z možností budúcich povolání. Z tohto dôvodu sa vozidlá volajú napríklad Blogger, Technik, Myslicvec, Ekonom, Ajťák, a podobne. [7]

Cena vypožičania

Ceny vypožičania vozidiel závisia na danom modeli automobilu, počte prejazdených kilometrov a čase, ktorý jazdou strávime. Uniqway počas prvých 80 kilometrov používa minútovú tarifikáciu. Od 81. kilometra kombinuje minútovú a kilometrovú tarifikáciu. Minimálna cena každej rezervácia je 99 Kč, takže sa neoplatí používať auto na krátke, pár minútové presuny po meste ale skôr na dlhšie trasy.

Uniqway ponúka takzvaný 24 hodinový balíček, v ktorom je stanovená maximálna cena, ktorú za požičanie vozidla zaplatíme za 24 hodín. V tomto balíku je už zarátaných 20 km zdarma.



Zaujímavou ponukou je aj zľava za dobíjanie elektromobilov ŠKODA CITIGO^e iV a ŠKODA ENYAQ iV. Počas toho, ako máme auto vypožičané ho stačí zaparkovať na jednej z nabíjacích staníc dostupných v meste a Uniqway vám udelí zľavu za čas strávený nabíjaním.

V cene všetkých vozidiel je ďalej zahrnuté:

- Tankovanie a nabíjanie v Českej republike, zemiach Európskej únie a Shengenského priestoru
- Nabíjanie zdarma v celej Českej republike – za nabíjanie taktiež dostaneme spomínanú zľavu
- Havarijné poistenie so spoluúčasťou od 1000 Kč do 1% zo škody
- Diaľničná známka po Českej republike
- Zimné pneumatiky
- Možnosť vypožičania strešného boxu
- Zdarma parkovanie na vyhradených parkoviskách univerzít a všetkých modrých a fialových zónach v celej Prahe

Po zaparkovaní vo vyznačených zónach sa môžete rozhodnúť či chcete vozidlo odparovať a neskôr ďalej pokračovať v jazde alebo jazdu ukončiť. Vypožičanie môžete ukončiť cez aplikáciu jedným kliknutím. Po vystúpení z vozidla priložíte zaregistrovanú kartu k čítačke, čím vozidlo zamknete. Systém vám automaticky vypočíta cenu na základe prejazdenej vzdialenosti a uplynutého času. Táto cena sa odvíja na základe aktuálneho cenníka, ktorý môžeme vidieť v tabuľke 1 a tabuľke 2. Výsledná cena prenájmu bude automaticky strhnutá z platobnej karty, ktorá ste prideliť do vášho účtu pri registrácii. [7]

Minutový tarif				
	ŠKODA Fabia	ŠKODA Scala	ŠKODA Citigoe iV	ŠKODA ENYAQ iV
Každá započatá minúta parkovania	1.49 Kč	1.49 Kč	1.49 Kč	2.99 Kč
Každá započatá minúta jazdy	2.99 Kč	3.99 Kč	3.49 Kč	5.99 Kč
Prvých 80 km zapožičania	ZDARMA	ZDARMA	ZDARMA	ZDARMA
81. a každý začatý kilometer	3.90 Kč	4.90 Kč	3.90 Kč	4.90 Kč
Minimálna cena zapožičania	99 Kč	99 Kč	99 Kč	99 Kč

Tabuľka 1 – Ceny za vypožičanie vozidiel Uniqway [7]



Zľava za čas strávený nabíjaním						
ŠKODA Citigoe iV						
Doba strávená nabíjaním	0 - 10 min	11 - 20 min	21 - 40 min	41 - 60 min	61 - 90 min	91+ min
Zľava	0 Kč	35 Kč	75 Kč	110 Kč	150 Kč	175 Kč
ŠKODA ENYAQ iV						
Doba strávená nabíjaním	0 - 10 min	11 - 20 min	21 - 40 min	41 - 60 min	61 - 90 min	91+ min
Zľava	0 Kč	70 Kč	150 Kč	220 Kč	300 Kč	350 Kč

Tabuľka 2 – Zľava za nabíjanie vozidiel Uniqway [7]



4 Metodika a cieľ práce

Vozidlá používané v carsharingu Uniqway musia byť v čo najlepšej kondícii, aby ich stav neodrádzal zákazníkov a nelimitoval vypožičanie vozidla. Súčasťou udržiavania vozidiel je aj včasná detekcia prípadného poškodenia vozidla, následné „stiahnutie“ vozidla z obehu a následná oprava závady. Niektorí zákazníci však spôsobené poškodenie nenahlásia a správa vozidiel Uniqway sa o tejto závade preto nedozvie včas, tým pádom sa predlžuje čas medzi poškodením vozidla a jeho opravou. V neposlednom rade nám toto chovanie zákazníkov zaťažuje hľadanie vinníka a následnú úhradu spoluúčasti poisťovni. Výskyt poškodeného vozidla v ponuke môže spôsobiť ďalšie poškodenie vozidla, zranenie účastníkov premávky, zlé renomé projektu alebo už spomínané odradenie zákazníka.

Čiastočným cieľom je vytriedenie signifikantných závad a poškodení a identifikácia možných mechanizmov poškodenia. V našej práci budeme vychádzať z dvoch databáz. Prvá databáza je tvorená Dekrou a obsahuje záznamy o stave štrnástich vozidiel po dvoch rokoch fungovania v carsharingu. Druhá databáza, tvorená Uniqwayom, monitorovala 25 vozidiel približne po dobu jeden a pol roka. Obsahuje pre nás dôležité dôvody vyradenia z prevádzky.

Ďalším z cieľov našej práce je navrhnúť metódu detekcie vybraného typu opotrebenia. Výber daného typu opotrebenia sa odvíja od analýzy vykonanej na zhromaždených dátach. Včasná identifikácia poškodení vozidiel má za následok znižovanie nákladov vo forme zníženia dní potrebných na opravu a poistné konanie, uľahčuje identifikáciu osoby, ktorá toto poškodenie spôsobila a nepriamo zvyšuje spokojnosť zákazníkov vďaka udržiavaniu vozidiel v lepšom stave. Návrh metódy detekcie bude vychádzať zo štvrtinového modelu automobilu, z ktorého po dosadení vhodných vstupných hodnôt dostaneme hodnoty, ktoré môžeme počas prevádzky vozidla vyhodnocovať a prípadne zaznamenať možné poškodenie.



5 Výsledky analýzy údajov

5.1 Analýza údajov Dekry

Uniqway svoje vozidlá financuje pomocou leasingu. Spoločnosť Škoda Financial Services, leasingová spoločnosť vystupujúca ako partner projektu, vyžaduje po ukončení leasingovej zmluvy preverenie vozidla spoločnosťou Dekra. Táto spoločnosť vypracuje na základe obhliadky odborným technikom dokument o stave vozidla. Na základe týchto dokumentov sme boli schopný analyzovať druh poškodenia, poškodený diel, spôsob opravy a hlavne či je leasingová spoločnosť ochotná financovať jej opravu.

Podľa pravidiel leasingovej spoločnosti Dekra rozdelila závady do dvoch skupín: akceptované a neakceptované leasingovou spoločnosťou.

5.1.1 Závady akceptované leasingovou spoločnosťou

Ak leasingová spoločnosť závady zistené na vozidle akceptuje, znamená to, že ich opravu financuje vo vlastnej réžii. Do tejto skupiny patria závady ktorú nie sú priamo spôsobené správaním užívateľa, ale skôr bežným opotrebovaním vozidla.



Obrázok 3 - Počet závad akceptovaných leasingovou spoločnosťou [8]

Najčastejšie sa vyskytujúcimi závadami spomedzi akceptovaných boli: Poškriabané čelné sklo od poletujúceho kameňa, poškodená predná časť vozidla poškodená od odletujúceho kameňa, poškodené bočnice, celková plocha karosérie, znečistený interiér, poškodené dvere.



Obrázok 4 - Poškodenie bočnice [8]



Obrázok 5 - Poškodenie dverí [8]

5.1.2 Závady neakceptované leasingovou spoločnosťou

Závady ktoré nie sú akceptované leasingovou spoločnosťou majú pre Uniqway a hlavne pre našu prácu väčší význam. Tieto závady leasingová spoločnosť neprepláca, ich opravu musí financovať Uniqway.



Obrázok 6 - Počet závad neakceptovaných leasingovou spoločnosťou [8]

Do kategórie neakceptovaných sa najčastejšie zaradili:

- Stredná plocha karosérie – tým, že flotila je polepená reklamnými a informačnými nálepkami, je nutné tieto nálepky po uplynutí leasingovej zmluvy tieto nálepky odstrániť a následne plochu karosérie očistiť od zostatkového lepidla.
- chýbajúce kryty kolies – Dekra nebola oboznámená s faktom, že Uniqway demontuje kryty kolies zo všetkých vozidiel pred zaradením do prevádzky, z dôvodu možného odcudzenia, poškodenia, prípadnej straty.
- zadný nárazník – preliačieniny, škrabance, vypadnuté zadné senzory, praskliny. Tieto závady sa väčšinou riešia výmenou celého zadného nárazníku
- poškodený stredový panel – odstránenie vybavenia potrebného na prevádzku carsharingu-čítačka kariet, tlačidlá, nabíjacie káble mobilného telefónu atď.
- poškodená strecha – preliačieniny, škrabance, znečistenie



Obrázok 7 - Preliačenina a oškretie zadného nárazníku [8]

Zvlnenie odrazu stromu na streche signalizuje preliačenie



Obrázok 8 - Poškodenie strechy-preliačenie [8]

Z údajov Dekry je zjavné, že niektoré vozidlá majú niekoľkonásobne viac odhalených nedostatkov ako ostatné. Tento jav nastal aj napriek tomu, že vozidlá boli používané v rovnakom prostredí - v Prahe, rovnakou skupinou zákazníkov - študenti a zamestnanci vysokých škôl a v dobe prehliadky mali najazdený približne rovnaký počet kilometrov.



Obrázok 9 - Porovnanie počtu akceptovaných a neakceptovaných závad leasingovou spoločnosťou zistených na jednotlivých vozidlách [8]

5.2 Interná databáza Uniqway

V našej práci sme pracovali s dátami zozbieranými od začiatku fungovania projektu po dobu takmer jedného roka a ôsmich mesiacoch. Uniqway zbieral dáta napríklad o histórií výmeny pneumatík, haváriách a opravách. Pre našu prácu bola najpodstatnejšia databáza o vozidlách mimo prevádzky, ktorá obsahovala takmer 240 záznamov vyradenia vozidla z prevádzky o 25 vozidlách. To znamená, že vozidlo vyradené z prevádzky nie je možné vypožičať, rezervovať a tým pádom, projektu negeneruje zisk. Z databázy bolo možné zistiť koľko jednotlivé vyradenia z prevádzky trvali v dňoch. Tento údaj bolo možné vypočítať vďaka tomu, že pri každom zázname sa nachádza dátum vyradenia a dátum spätného zaradenia do prevádzky.

5.2.1 Opatrebenie pneumatík

Vozidlá Uniqway sú dvakrát ročne prezúvané na sezónne prezutie. Približne v polovici októbra sú vozidlá prezúvané z letných na zimné pneumatiky a začiatkom apríla späť zo zimných na letné. Technici, ktorí túto výmenu vykonávajú, vždy merajú hĺbku dezénu zdemontovanej sady pneumatík, skontrolujú či na pneumatikách nie sú trhliny alebo iné závažné problémy a zapíšu stav tachometra na každom vozidle. Po tomto úkone sú pneumatiky označené a uschované v priestoroch ČZU.



Z nameraných hodnôt hĺbky dezénu a počtu najazdených kilometrov vieme určiť, k akému opotrebeniu na pneumatikách dochádza. Pri niektorých vozidlách nebol dezén meraný alebo bola niektorá pneumatika vymenená kvôli poškodeniu. Preto v tomto prípade vychádzame len zo záznamov o pneumatikách z štrnástich vozidiel.

Keďže všetky vozidlá majú iný nájazd kilometrov, musíme úbytok dezénu vziať na jednu hodnotu najazdených kilometrov. Vďaka tomu, že poznáme spomínané parametre, ľahko sme určili pre nás smerodajnú hodnotu, a to úbytok dezénu v milimetroch na 10 000 km.



Obrázok 10 - Úbytok dezénu na jednotlivých vozidlách [9]

Z grafu 4 je zrejmé, že na niektorých vozidlách dochádzalo k niekoľkonásobne väčšiemu opotrebeniu pneumatík ako na iných. Hodnoty sa nachádzali v intervale od 0,53 mm/10 000 km až po 1,14 mm/10 000 km. Priemerná hodnota úbytku dezénu na skúmaných vozidlách bola 0,8 mm/10 000 km. Výrazné rozdiely v skúmanej veličine môžeme sledovať aj napriek tomu, že pneumatiky boli obuté na typovo rovnakých vozidlách. Vozidlá boli používané v rovnakom ročnom období, rovnakou skupinou ľudí a v rovnakom prostredí. To, prečo tento jav nastal nevieme presne určiť. Môžeme sa len domnievať, že opotrebenie pneumatík priamo súvisí so štýlom jazdy šoféra.

Napriek výrazným rozdielom v opotrebení nás však nemusí vyššie opotrebenie pneumatík na niektorých vozidlách „znervózňovať“. Keď predpokladáme, že priemerná hĺbka dezénu novej pneumatiky tohto typu je 8 až 10 milimetrov, tak aj pri opotrebení 1,14 mm/10 000 km bude najviac namáhaná pneumatika opotrebovaná na zákonom

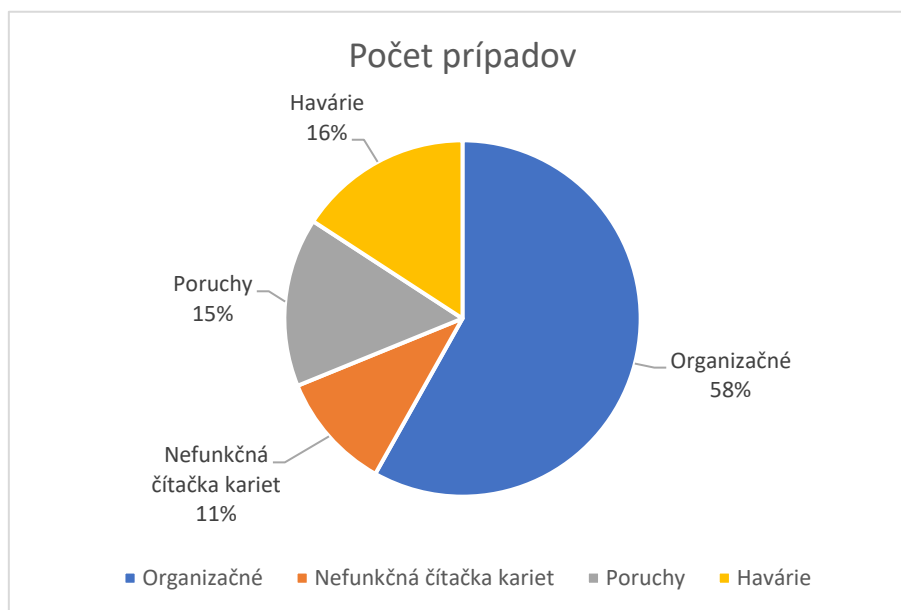


stanovený limit hĺbky dezénu 1,6mm až po 56 000 až 74 000 kilometroch. Takýto nájazd vozidlá v Uniqway nestihnú najazdiť, pretože každé vozidlo je po dvoch rokoch vymenené za nové.

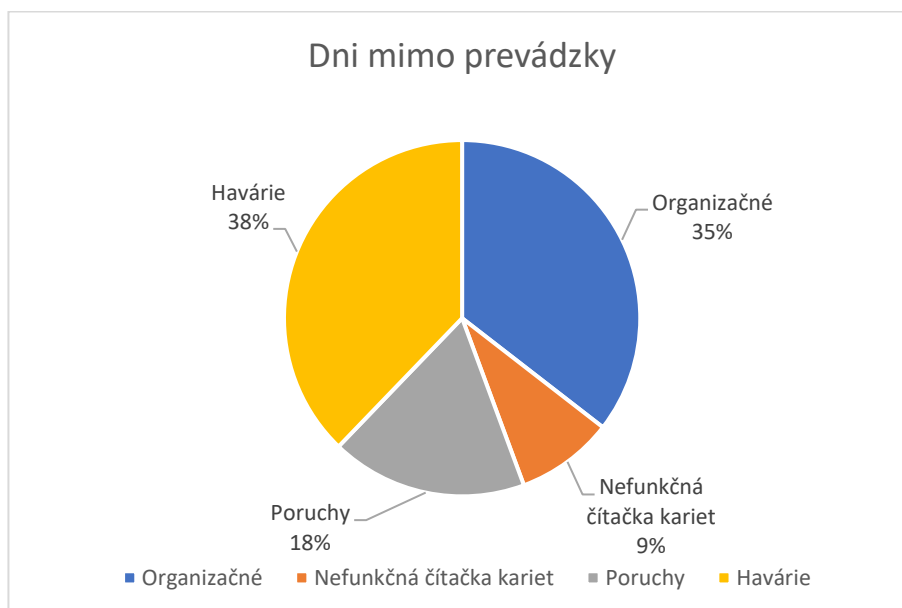
5.2.2 Vozidlá mimo prevádzku

Táto databáza obsahuje typ vozidla, evidenčné číslo vozidla, dátum vyradenia a následného zaradenia späť do prevádzky a najmä dôvod vyradenia z prevádzky. Celkový počet dní všetkých záznamov vyradenia vozidiel mimo prevádzku v sledovanom období 1082 dní čo predstavuje 5,5% z celkového času prevádzky všetkých vozidiel. Pre potrebu lepšej orientácie v zozbieraných dátach sme rozdelili dôvody vyradenia z prevádzky do štyroch hlavných skupín:

- Organizačné dôvody
- Poruchy spojené s nefunkčnou čítačkou kariet
- Poruchy
- Havárie

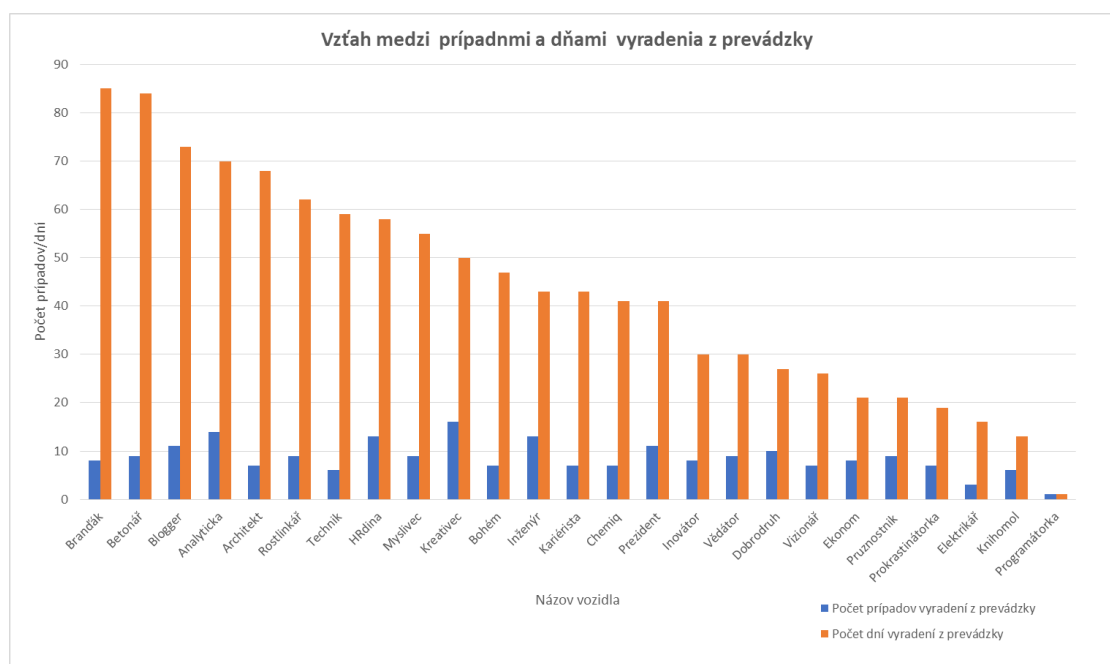


Obrázok 11 - Počet prípadov vyradenia z prevádzky vyjadrená v percentách [9]



Obrázok 12 - Počet dní mimo prevádzky vyjadrená v percentách [9]

Zo zozbieraných dát môžeme na obrázku 13 pozorovať počet prípadov a počet dní vyradenia z prevádzky.



Obrázok 13 - Vzťah medzi prípadmi a dňami vyradenia z prevádzky [9]

Pri niektorých vozidlách pozorujeme vyšší pomer medzi dňami mimo prevádzky a počtom vyradení z prevádzky. Z našej analýzy vyplýva, že tento jav nastáva práve z dôvodu rozdielneho trvania opravy pri každej kategórii závad. V tabuľke číslo 3 môžeme vidieť rozdelenie počtu prípadov vyradenia na základe rozdelenia do kategórií spolu s počtom dní mimo prevádzky a ich percentuálny podiel.



Najviac prípadov z celkového počtu dôvodov na vyradenia tvorili vyradenia z organizačných dôvodov. Tých bolo 125 čo tvorí takmer 60 % celkových prípadov. Najmenej početnú kategóriu tvoria vyradenia z prevádzky z dôvodu nefunkčnej čítačky kariet - 10,70%. Kategórie poruchy a havárie mali takmer rovnaké zastúpenie v celkovom počte – 33 respektíve 34 prípadov, čo tvorí 15,35 % respektíve 15,81 %.

Z našich výpočtov vychádza priemerná dĺžka opravy naprieč všetkými kategóriami vychádza na 6,28 dňa pričom najkratšie opravy pozorujeme pri vyradeniach z organizačných dôvodov. Opravy pri haváriách si vyžadujú suverénne najdlhší čas. Napriek tomu, že kategórie poruchy a havárie boli kvantitatívne takmer rovnako zastúpené na celkovom počte vyradení, dĺžka opravy havárií je viac ako dvojnásobná v porovnaní s dĺžkou opravy porúch.

	POČET PRÍPADOV	PODIEL PRÍPADOV [%]	DNÍ MIMO PREVÁDZKY	PODIEL DNÍ [%]	PRIEMERNE DNI MIMO PREVÁDZKY
ORGANIZAČNÉ	125	58,14	384	35,49	3,07
NEFUNKČNÁ ČÍTAČKA KARIET	23	10,70	96	8,87	4,17
PORUCHY	33	15,35	193	17,84	5,85
HAVÁRIE	34	15,81	409	37,80	12,03
CELKOM	215	100,00	1082	100,00	6,28

Tabuľka 3 - Počty prípadov jednotlivých kategórií [9]

Na základe našej analýzy sme sa zamerali na kategóriu havárie. Táto kategória tvorí 37,80 % z celkového počtu dní mimo prevádzky, napriek tomu že tvorí len 15,81 % z celkového počtu prípadov vyradenia z prevádzky.

Organizačné dôvody

Za organizačné dôvody považujeme vyradenia z prevádzky spôsobené iným dôvodom ako technickým stavom alebo správaním zákazníka. Medzi tieto závady patria rezervácie na školské alebo promo-akcie, výmena pneumatík, príprava vozidla podľa špeciálnych požiadaviek zákazníka (napríklad montáž strešného boxu), lepenie diaľničných známk, aplikácia polepov, umývanie vozidiel alebo foteenie fleetu. Počas globálnej pandémie Covid vírusu sa v organizačných dôvodoch vyskytli aj dezinfekcie interiérov automobilov ale aj vypožičanie vozidiel pre pomoc pri boji proti tejto pandémie. Vyradenie z prevádzky z dôvodu zaobstarania, lepenia diaľničných známk už nie je aktuálne. Od 1. januára 2021 v Českej



republike funguje projekt elektronickej diaľničnej známky, ktorý umožňuje registráciu diaľničnej známky na EČV, známky sa nakupujú cez internet a kiosk na čerpacích stanici. Pre projekt Uniqway je výhodou možnosť hromadného nákupu elektronických diaľničných známok. [10]

Pre účely našej práce nemá veľký zmysel sa zaoberať touto skupinou dôvodov vyradenia z prevádzky. V tejto skupine sa nachádzajú úkony nevyhnutné pre správne fungovanie carsharingu, ktoré nie je možné vo výraznej miere zefektívniť, respektíve eliminovať.

Poruchy spojené s nefunkčnou čítačkou kariet

Jedná sa o poruchy kedy správne nefunguje systém čítačky kariet. Bez správneho fungovania nie je možné vozidlo odomknúť alebo uzamknúť, načítať kartu zákazníka, naštartovať alebo lokalizovať na mape.

Väčšina závad v tejto kategórii je nahlásených práve zákazníkmi alebo sú oznámené centrálnemu systému chybovým hlásením. Tieto problémy možno redukovať softvérovými optimalizáciami.

Poruchy

Medzi poruchy radíme technické problémy s vozidlami, pod ktorými si môžeme predstaviť opotrebenie spojky, problémy s elektronikou, brzdami alebo štartovaním. Medzi poruchami sa tiež vyskytli problémy so zámkom dverí, nedostatkom prevádzkových kvapalín a rôznymi výstražnými kontrolkami.

Opotrebenie spojky a jej následná výmena nastala na 3 vozidlách. Na všetkých vozidlách nebolo najazdených viac ako 35 000 km. Životnosť spojky v prevodovke nepodlieha presne stanovenému servisnému intervalu. Opotrebenie tohto komponentu závisí hlavne na spôsobe jeho využívania. Na základe nášho prieskumu a následnej konzultácie s autorizovaným servisom Škoda sme zistili, že výmena spojky po menej ako 35 000 km je nezvyčajná. Výmena po takto krátkom nájazde býva spôsobená výrobnou chybou a častejšou príčinou je neadekvátne správanie sa zákazníka k vozidlu. [9]



Havárie

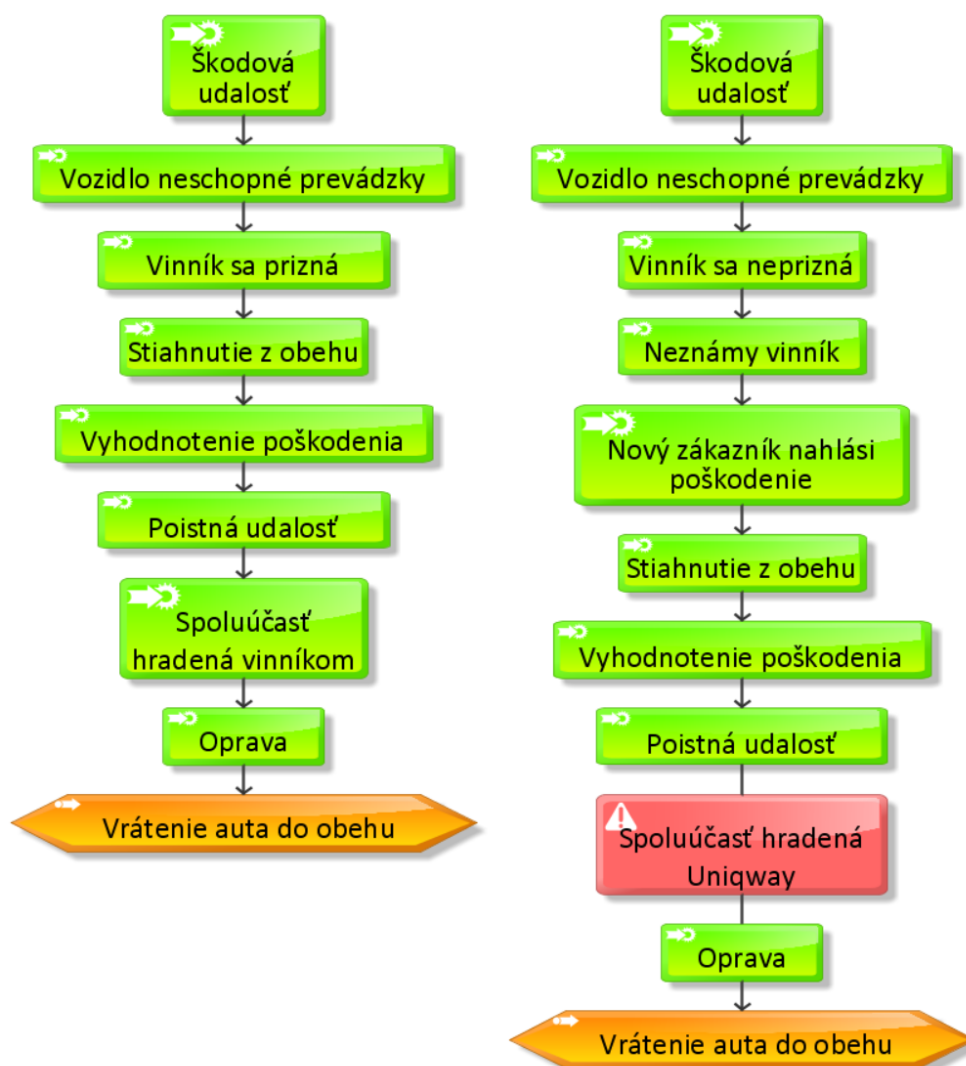
Do kategórii havárií sme zaradili nehody v premávke počas používania, poškodenia vozidla počas odstavenia iným vozidlom, poškodenia počas parkovacieho manévru. V tejto kategórii sa nachádzajú vyradenia z prevádzky z dôvodu rozbitého svetlometu, výmeny poškrabaných, respektíve preliačených karosárskych dielov.

Najväčšiu podkategóriu havárií, 10 prípadov z 34, tvoria havárie spojené s poškodením disku a pneumatiky, ktorých oprava trvala 141 dní čo predstavuje približne 35 % z celkovej dĺžky opráv havárií. Medzi tieto poškodenia zaraďujeme roztrhané pneumatiky od nabehnutia na obrubník, oškretý disk kolesa, ohnutie disku, defekty a tiež závažnejšie poškodenia nápravy. Havárie s poškodením kolesa nemusia byť na prvý pohľad zreteľné a tak ich naši zákazníci nenahlasujú. Vyosenie kolesa nemusí prvotne znamenať veľký problém ale môže viesť k poškodeniu alebo oslabeniu dielov nápravy. V neposlednom rade aj k diskomfortu alebo ohrozeniu zdravia posádky a ostatných účastníkov cestnej premávky. [9]



6 Metóda detekcie opotrebenia

Metóda detekcie je pre carsharing Uniqway jednou z vecí, kde je čo zlepšovať. Účastníci carsharingu buď s cieľom vyhnutiu sa zodpovednosti alebo nevedomosti o spôsobe poškodenia nenahlasujú prípadné poškodenia vozidla. Ak vozidlo zostane poškodené, Uniqway nie je schopný takéto vozidlo včas identifikovať a vozidlo zostáva dostupné pre ďalších zákazníkov. Ak si poškodené vozidlo vypožičia ďalší zákazník, ktorý si nie je vedomý poškodenia pred jazdou, môže to viesť dodatočnému poškodeniu na automobile, ohrozenie vodiča a ostatných účastníkov cestnej premávky a v neposlednom rade utrpí aj dobré renomé projektu. Na obrázku 14 môžeme vidieť porovnanie postupov pri riešení škodových udalostí.



Obrázok 14 - Proces poisťnej udalosti bez metódy detekcie poškodenia



Ďalším problémom spojeným s nenahlásením poškodenia tým, kto ho spôsobil, je aj následné poistné konanie. Všetky vozidlá sú havarijne poistené. To znamená, že ak dôjde k poškodeniu, poisťovňa sa zavazuje podľa platnej zmluvy uhradiť opravu vozidla a poistenec platí len spoluúčasť. Zákazník Uniqwayu je počas registrácie oboznámený s povinnosťou uhradiť spoluúčasť, ktorá sa pre Uniqway pohybuje v rozsahu od 1000 Kč po 1% z ceny opravy. Okrem zaplatenia spoluúčasti poisťovňa vyžaduje aj uvedenie osoby, ktorá poškodenie zaviniła. Tu sa však dostávame k problému. Koho uvedieme ako vinníka v prípade, že sa reálny vinník neprizná? Ak by išlo len o formalitu, nebol by to taký problém ak by vinu na seba zobral niekto z členov projektu, avšak poisťovňa tieto štatistiky vyhodnocuje. Tieto štatistiky môže poisťovňa využiť na vyhodnotenie danej osoby ako rizikovej, čo môže viesť k navýšeniu poistného pre danú osobu.

Metóda detekcie poškodenia má byť riešením práve problému s určením vinníka. Ak vinníka dokážeme včas identifikovať, znížia sa náklady pre Uniqway a zjednoduší sa poistné konanie.

6.1 Mechanika poškodenia

Samotné poškodenie disku a pneumatiky malo na základe našej analýzy za následok najviac dní mimo prevádzky spomedzi havárií. Tieto poškodenia tvorili 10 prípadov z celkových 34, a ich oprava oprava trvala 141 dní čo predstavuje približne 35 % z celkovej dĺžky opráv havárií. Práve preto sme sa rozhodli pre návrh detekcie tohoto druhu opotrebenia na vozidlách. [9]

To, ako každé poškodenie disku alebo pneumatiky nastane, nevieme presne určiť. Jedným zo spôsobov ako k poškodeniu kolesa dôjde, je nabehnutie na obrubník v neprimeranej rýchlosti. Takáto situácia môže nastať pri nezvládnutí riadenia vozidla, pri parkovaní a podobne.

Hlavne v centre Prahy sa vodiči vypožičaných vozidiel stretnú pri parkovaní s pozdĺžnymi parkovacími miestami, pri ktorých je nutné vyjsť na chodník. Pri tomto manévri vozidlo prekonáva často vysoký obrubník s ostrou hranou, ktorý pri nesprávnom odhadnutí rýchlosti môže pneumatiku a disk poškodiť.



6.2 Typ nápravy skúmaných vozidiel

6.2.1 Oceľové disky

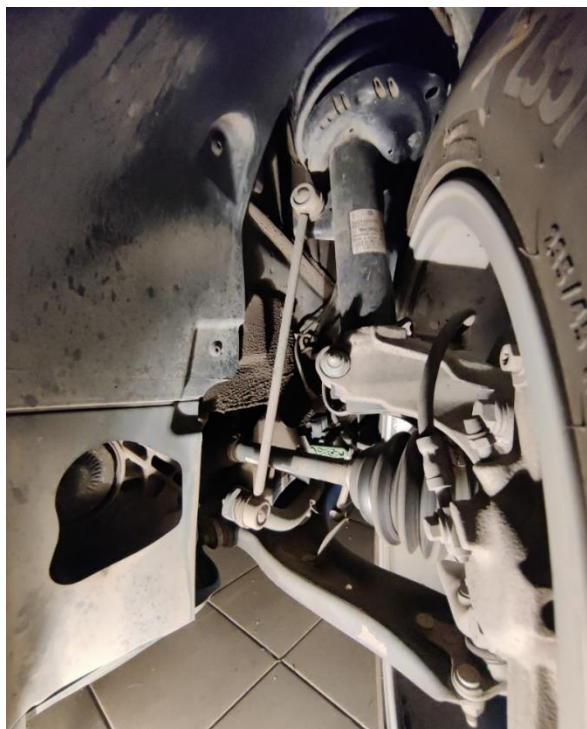
Všetky skúmané vozidlá flotily Uniqway sú vybavené oceľovými diskami. Ich výhodou je najmä cena, vysoká pevnosť a v prípade poškodenia, sú ľahko opraviteľné. Sú vyrobené z dvoch komponentov, ráfika a disku. Dnešné oceľové kolesa sú vyrobené z ocele valcovanej za tepla s vysokou medzou klzu, viac ako 600 MPa.

Medzi ich nevýhody patrí vyššia hmotnosť v porovnaní s hliníkovými diskami. Vyššia hmotnosť kladie vyššie nároky na zavesenie kolies, ktoré sa musí vysporiadať s vyššou neodpruženou hmotnosťou, čo priamo vplyva na jazdné vlastnosti a pevnosť. Napriek spomínaným nevýhodám, tento typ diskov kolies je jedným z najpoužívanejších na menších, lacnejších vozidlách. [11]

6.2.2 Náprava MacPherson

O spojenie kolesa s automobilom sa stará náprava. V našom prípade ide o modifikovaný typ MacPherson. Odpruženie MacPherson je jednoduchá nezávislá konštrukcia odpruženia, ktorú používa takmer každý hlavný výrobca automobilov na svete, zvyčajne pre predné kolesá. U pravého MacPherson je koleso priečne vedené iba jednoduchým ramenom. Šikmé sily zachytáva takzvaná posuvná vzpera, ktorá je u tohto typu zavesenia spojená so stabilizátorom. Znamená to teda, že stabilizátor tu zastupuje dve funkcie. Jednak potláča priečne náklony karosérie pri jazde v zákrute a ďalej zachytáva pozdĺžne sily, teda brzdné a akceleračné, pôsobiace na automobil.

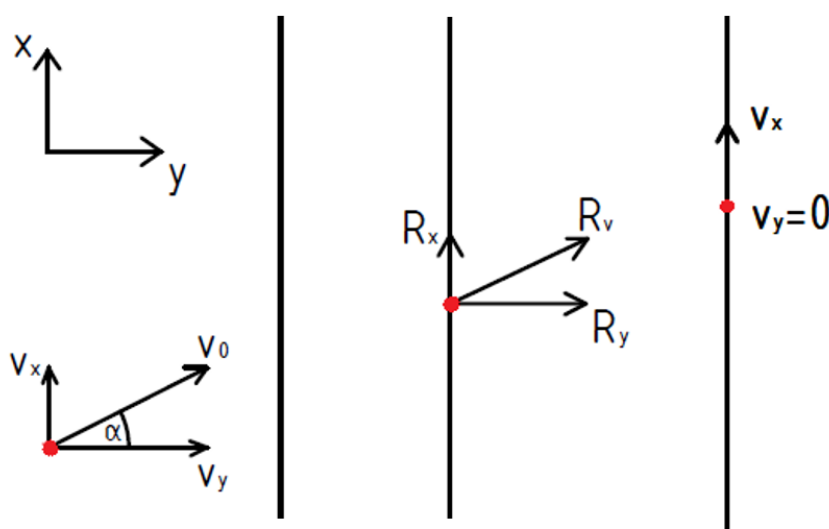
U modifikovaného typu nápravy MacPherson (Obr. 8), ktorý sa dnes väčšinou používa, je spodná priečne rameno uchytené k rámu vozidla nie v jednom bode, ale v dvoch. Môže tak zachytávať ako priečne, tak i pozdĺžne sily, pôsobiace na koleso vozidla. Ak je inštalovaný stabilizátor, jeho funkcie v danom prípade len obmedzuje priečne náklony karosérie pri jazde v zákrutách. Bez ohľadu na to, či je pri vozidle pravý MacPherson či modifikovaný, vždy sa spolu s kolesom, respektíve jeho tehlice, otáča zároveň aj tlmič, u prevažnej väčšiny áut dokopy s pružinou. [12]



Obrázok 15 - Modifikovaný typ nápravy MacPherson [8]

6.3 Odhad sily pri náraze na obrubník

Na odhadnutie sily pri náraze zostavíme schému, v ktorej x-ový smer je rovnobežný s obrubníkom, vozidlo narazí na obrubník rýchlosťou v_0 pod uhlom α . V tomto prípade môžeme predpokladať, že celá ypsilonová zložka reakcie bude prenesená do nápravy a vozidlo bude pokračovať v pohybe len v x-ovom smere. Na obrázku 16 je koleso vozidla reprezentované hmotným bodom a obrubník zvislou čiarou.



Obrázok 16 - Schéma nárazu na obrubník



6.3.1 Výpočet reakcie

Na vypočítanie sily pri náraze musíme najprv definovať vstupné hodnoty. Vychádzame z modelového prípadu, v ktorom sme si zadefinovali rýchlosť vozidla, hmotnosť vozidla, priemer disku a pneumatiky, zmenu rýchlosti pri náraze a uhol nárazu.

$$\begin{aligned}L &= 0,15 \text{ m} && \text{- Dĺžka odrenia na disku} \\v_0 &= 30 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 8,33 \frac{\text{m}}{\text{s}} && \text{- Rýchlosť vozidla pri náraze} \\D_d &= 15 \text{ in} = 0,381 \text{ m} && \text{- Priemer disku} \\D_p &= 0,577 \text{ m} && \text{- Priemer pneumatiky} \\m &= 1200 \text{ kg} && \text{- Hmotnosť vozidla} \\\alpha &= 30^\circ && \text{- Uhol nárazu} \\dv &= 5 \text{ km/h} && \text{- Zmena rýchlosti pri náraze}\end{aligned}$$

Z priemeru pneumatiky a rýchlosti vozidla spočítame obvodovú rýchlosť kolesa

$$\omega_0 = \frac{v_0}{\frac{D_d}{2}} = \frac{8,33}{\frac{0,381}{2}} = 7,22 \text{ s}^{-1} \quad (1)$$

Z dĺžky odrenia a obvodu pneumatiky vypočítame uhol odrenia

$$\beta = \frac{360 * L}{\pi * D_d} = \frac{360 * 0,15}{\pi * 0,381} = 45,14^\circ \quad (2)$$

Z uhlu odrenia a obvodovej rýchlosti vypočítame čas trvania nárazu

$$dt = \frac{\beta * \pi}{\omega_0 * 180} = \frac{45,14 * \pi}{7,22 * 180} = 0,11 \text{ s} \quad (3)$$

Na výpočet celkovej reakcie pri náraze použijeme druhý Newtonov zákon

$$R_{celk} = m * \frac{dv}{dt} = 1200 * \frac{5}{3,6 * 0,11} = 15\,152 \text{ N} \quad (4)$$

Pre nás je podstatná reakcia v smere ypsilon

$$R_y = R_{celk} * \cos(\alpha) = 15\,152 * \cos(30^\circ) = 13\,122 \text{ N} \quad (5)$$



Vypočítané hodnoty môžeme prehľadne vidieť v tabuľke 4

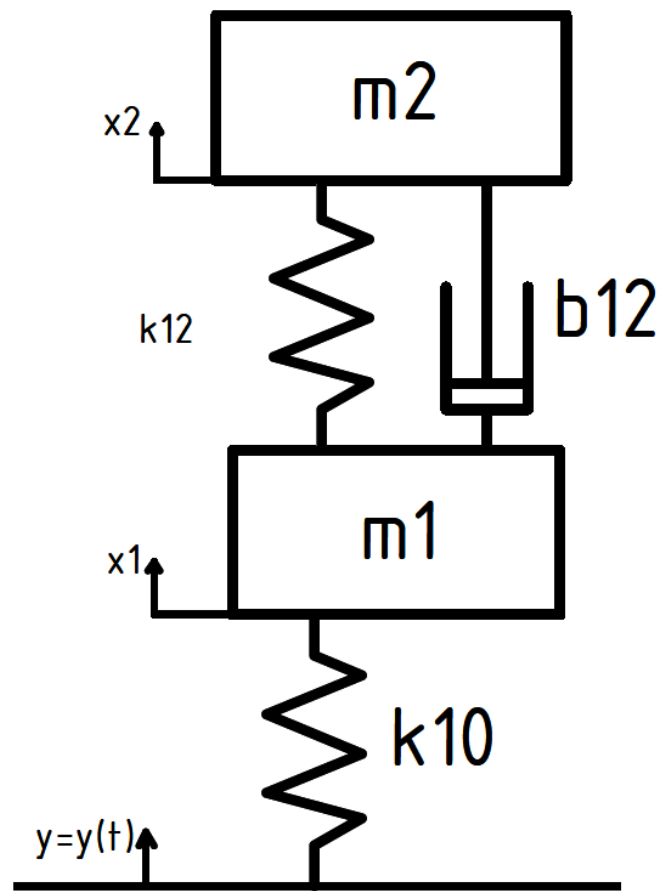
Hmotnosť vozidla	m	1200	[kg]
Dĺžka odrenia disku	L	0.15	[m]
Priemer disku	Dd	0.381	[m]
Priemer pneumatiky	Dp	0.577	[m]
Úhol nárazu	α	30	[°]
Rýchlosť vozidla	v0	30	[km/h]
Zmena rýchlosti vplyvom nárazu	dv	5	[km/h]
Celková sila pri náraze	Rcelk	15 152	[N]
	Rx	7 576	[N]
	Ry	13 122	[N]

Tabuľka 4 - Tabuľka hodnôt

6.4 Štvrtinový model automobilu

V našej práci sme sa rozhodli detekovať náraz s pomocou palubného akcelerometra. Nabehnutím na obrubník sa na vozidlo preniesie sila. Táto sila okrem toho, že poškodí prvky nápravy, spôsobí aj zrýchlenie vozidla, ktoré budeme schopní zaznamenať už spomínaným akcelerometrom.

Pri detekcii nárazu využijeme model podobný štvrtinovému modelu vozidla, pomocou ktorého vieme simulovať správanie automobilu. Je často používaný v analýzach vozidiel a podvozkov, najmä v súvislosti s jazdnou dynamikou. Štvrtinový model automobilu reprezentuje model mechanického systému, ktorý predstavuje kmitanie zavesenia kolies štvrtinovej časti automobilu. V tradičnom štvrtinovom modeli automobilu sa vyskytujú parametre tuhosť pneumatiky, hmotnosť kolesa, tuhosť tlmiča, koeficient tlmenia tlmiča a $\frac{1}{4}$ hmotnosti vozidla. V našom modeli členy k_{12} a b_{12} predstavujú tuhosť a tlmenie zavesenia.



Obrázok 17 - Štvrtinový model automobilu

m_1 [kg]	- Hmotnosť neodpruženej hmoty
m_2 [kg]	- Hmotnosť odpruženej hmoty
k_{10} [N/m]	- Tuhosť pneumatiky
k_{12} [N/m]	- Tuhosť zavesenia
b_{12} [Ns/m]	- Koeficient tlmenia zavesenia

Na zostavenie pohybových rovníc telesá uvoľníme a po dosadení dostaneme nasledovné rovnice

$$m_1 \ddot{x}_1 = -k_{10}(x_1 - y) + k_{12}(x_2 - x_1) + b_{12}(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) \quad (6)$$

$$m_2 \ddot{x}_2 = -k_{12}(x_2 - x_1) - b_{12}(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) \quad (7)$$



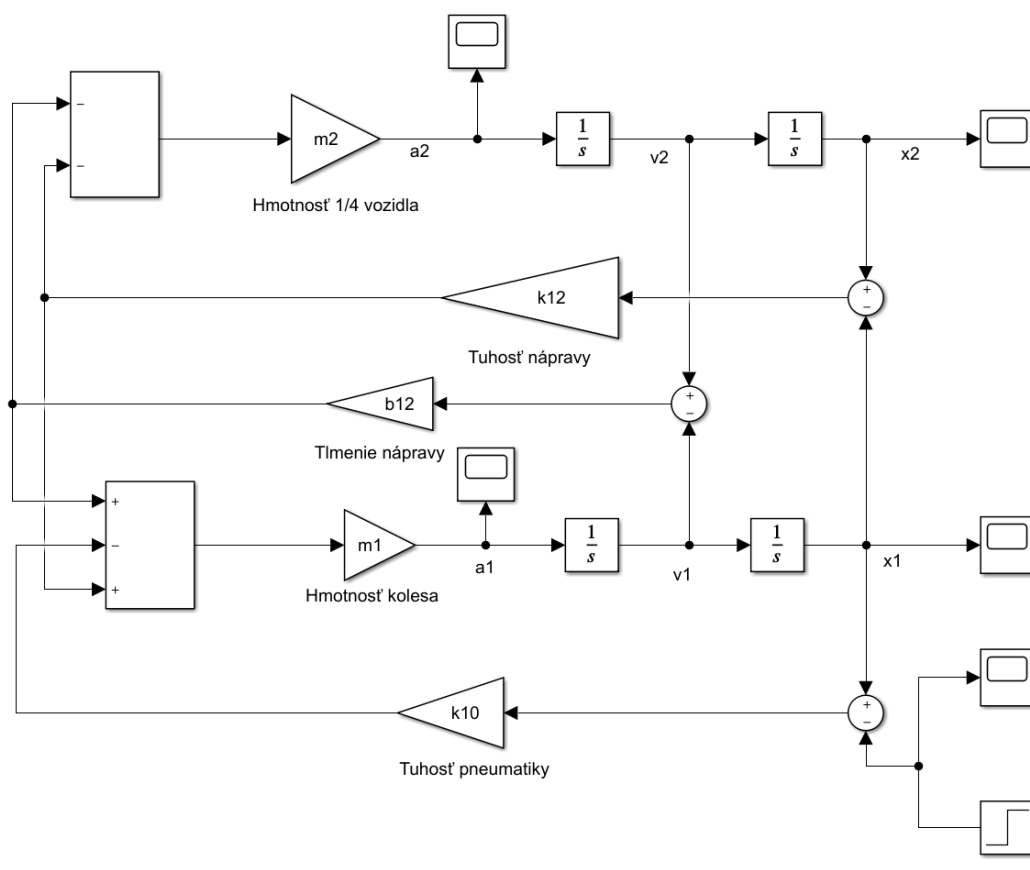
6.5 Riešenie rovníc pomocou Simulinku

Zo zostavených rovníc vyjadříme zrýchlenia

$$\ddot{x}_1 = \frac{1}{m_1} \{-k_{10}(x_1 - y) + k_{12}(x_2 - x_1) + b_{12}(\dot{x}_2 - \dot{x}_1)\} \quad (8)$$

$$\ddot{x}_2 = \frac{1}{m_2} \{-k_{12}(x_2 - x_1) - b_{12}(\dot{x}_2 - \dot{x}_1)\} \quad (9)$$

Rovnica 3 a rovnica 4 vyzerajú v Simulinku takto:



Obrázok 18 - Pohybové rovnice v Simulinku

Vstupné hodnoty do týchto rovníc, ktoré by zodpovedali realite by bolo potrebné zistiť pokusom. Pokus sme nevykonali a pre to sme tieto hodnoty v našej práci odhadli. Práve preto nasledujúce priebehy zrýchlenia (Obr. 18) sú len ilustračné. Použili sme hodnoty:

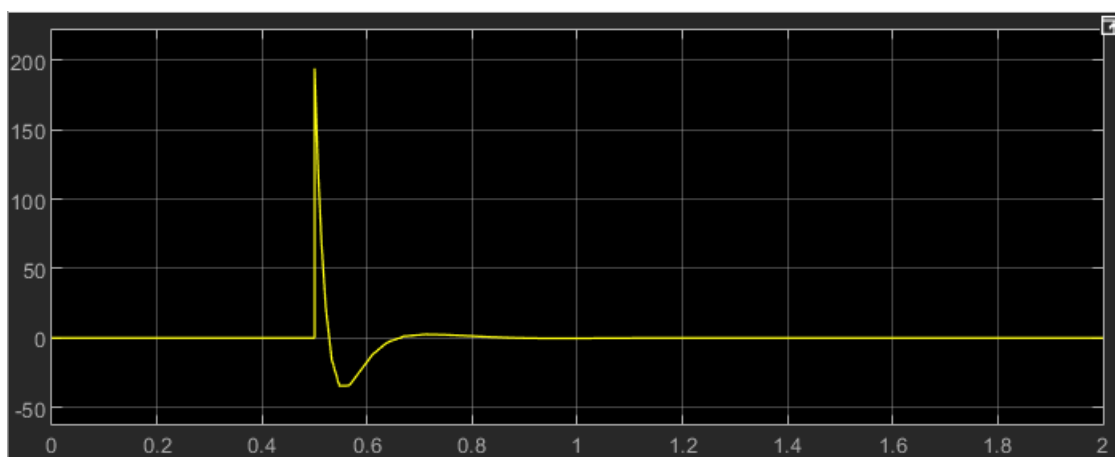
- | | |
|---|--------------------------------|
| $m_1 = 90 \text{ kg}$ | - Hmotnosť kolesa |
| $m_2 = 300 \text{ kg}$ | - Hmotnosť ¼ vozidla |
| $k_{10} = 200\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ | - Tuhosť pneumatiky |
| $k_{12} = 50\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ | - Tuhosť zavesenia |
| $b_{12} = 5800 \frac{\text{Ns}}{\text{m}}$ | - Koeficient tlmenia zavesenia |



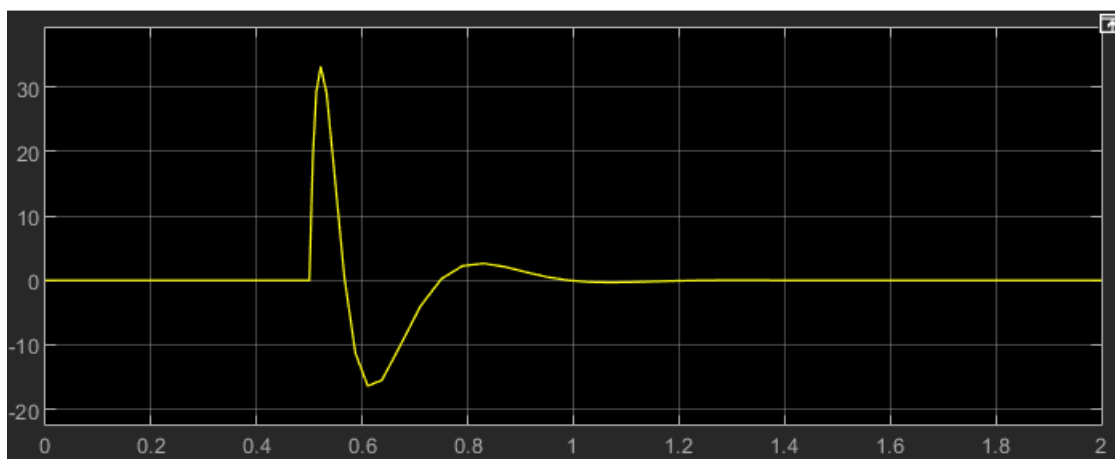
Vstupnú hodnotu do Simulinkového modelu y , ktorá predstavuje deformáciu pneumatiky pri náraze spočítame z tuhosti pneumatiky a vypočítanej reakcie v smere ypsilon (5).

$$y = \frac{R_y}{k_{10}} = \frac{13\,122}{200\,000} = 0,066\,m \quad (10)$$

Po zadaní všetkých vstupných hodnôt do matematického modelu, priebeh zrýchlenia na jednotlivých komponentoch bude vyzeráť nasledovne (Obr. 19 a Obr. 20). Na oboch obrázkoch osa x vyjadruje čas v sekundách, osa y vyjadruje zrýchlenie [$m * s^{-2}$].



Obrázok 19 - Priebeh zrýchlenia kolesa



Obrázok 20 - Priebeh zrýchlenia automobilu

Na obrázku 20 môžeme vidieť, že zrýchlenie vozidla pri takomto náraze je viac ako $30\,m * s^{-2}$. Takéto zrýchlenie vysoko prevyšuje zrýchlenie, s ktorými sa stretne pri bežnom manévrovaní s vozidlom.



7 Záver

Pre lepšie pochopenie fungovania carsharingu sa prvá časť venovala v teoretickej rovine. Definovali sme základné princípy fungovania, výhody a nevýhody, históriu a veľkosť európskeho trhu. V teoretickej časti sme tiež predstavili projekt Uniqway. Predstavili sme flotilu vozidiel, registračný proces a cenník.

V našej práci sme zozbierali z dvoch nezávislých zdrojov. Zo zozbieraných údajov sme vytvorili dve databázy, na základe ktorých sme vytriedili poškodenia, ktoré zapríčinili najdlhšie vyradenia z prevádzky. Určenie závažnosti poškodenia sme vyhodnotili na základe dĺžky nedostupnosti vozidla z ponuky pre účely opravy v dňoch. Všetky dôvody vyradenia z prevádzky sme rozdelili do štyroch kategórií, pričom najviac dní bolo zapríčinených haváriami.

Pre návrh detekcie opotrebenia sme si vybrali detekciu nárazu na obrubník. Pri takomto náraze dochádza k poškodeniu disku, pneumatiky a ostatných častí nápravy. Tento druh poškodenia mal za následok 35 % z celkovej dĺžky opráv havárií. Účastníci carsharingu buď s cieľom vyhnúť sa zodpovednosti alebo nevedomosti o spôsobe poškodenia nenahlasujú prípadné poškodenia vozidla. Metóda detekcie poškodenia je riešením problému s určením vinníka, znižuje náklady pre Uniqway a zjednodušuje poisťovné konanie. Celý systém je založený na štvrtinovom modeli automobilu, z ktorého po dosadení vhodných vstupných hodnôt dostávame priebeh zrýchlenia, ktorý môžeme porovnávať s priebehom zrýchlenia z palubného akcelerometru čím dokážeme identifikovať náraz. Spoľahlivé fungovanie tejto metódy si vyžaduje dodatočné testovanie a spresnenie vstupných parametrov.

Podľa nášho názoru zistenia a výsledky tejto práce môžu prispieť k zlepšeniu fungovania carsharingu Uniqway.



- [1] *About the CSA* [online]. Vancouver, Canada: Carsharing Association, 2021 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://carsharing.org/about/>
- [2] SHAHEEN, Susan, Conrad WAGNER a Daniel SPERLING. Carsharing in Europe and North America: *Past, Present, and Future*. *Transportation Quarterly* [online]. 1998, 1998(52), 35-52 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015048134814&view=1up&seq=1>
- [3] Car Sharing Market Trends 2021 - Regional Statistics and Forecasts 2024 | Europe, North America & APAC: Graphical Research. *Globenewswire.com* [online]. Pune: Graphical Research, 2021 [cit. 2021-07-07]. Dostupné z: <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/02/03/2168780/0/en/Car-Sharing-Market-Trends-2021-Regional-Statistics-and-Forecasts-2024-Europe-North-America-APAC-Graphical-Research.html?fbclid=IwAR2myC5Y7nRjaDWupk-E41a4ineAwlkHmUd0MYDX5Ae88Ty9gUE42eZMpoA>
- [4] Carsharing. *Autonapul.cz* [online]. Brno: Autonapůl, družstvo, 2020 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.autonapul.cz/carsharing/>
- [5] NEHRKE, Gunnar. Verkehrsentslastung durch CarSharing. *Carsharing.de* [online]. Berlin: Bundesverband CarSharing e.V., 2020 [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-factsheets/verkehrsentslastung-durch-carsharing>
- [6] KOVÁČOVÁ, Ľubica. Systém zdieľania automobilu - carsharing a trend elektrických automobilov. *Transfer inovácií. Košice*, 2011, 2011(19), 234-237. ISSN 1337-7094.
- [7] Uniqway: Jak to funguje? [online]. Praha: Uniqway, 2021 [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://www.uniqway.cz/>
- [8] Údaje o prohlídce. Praha, 2020.
- [9] Opravy Uniqway. Praha, 2020.
- [10] Elektronická dálniční známka. *Edalnice.cz* [online]. Praha: Státní fond dopravní infrastruktury, 2021 [cit. 2021-06-12]. Dostupné z: <https://edalnice.cz/index.html#/validation>



- [11] Car steel wheels [online]. Lugano: EUWQ Operative Office: c/o, 2018 [cit. 2021-06-25].
Dostupné z: <https://www.euwa.org/products/car-steel-wheels/>
- [12] DUSIL, Tomáš. Přední nápravy: Proč McPherson vlastně neexistuje a dvojitý lichoběžník je chyba. *Auto.cz* [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER a.s, 2016 [cit. 2021-07-07].
Dostupné z: <https://www.auto.cz/predni-napravy-proc-mcpherson-vlastne-neexistuje-a-dvojity-lichobeznik-je-chyba-101269>