

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Bezdrátové ovládání a monitoring vozidel

Diplomová práce

Vedoucí práce: **Ing. Jan Hart, Ph.D.**

Autor práce: **Bc. Jan Růžička**

Praha 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Bezdrátové ovládání a monitoring vozidel vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Táboře dne 31. března 2017

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Janu Hartovi, Ph.D. za odborné vedení při zpracování mé diplomové práce a za odborné informace. V neposlední řadě patří díky celé mé rodině především prarodičům Kiršnerovým, kteří mě podporovali jak finančně tak morálně po celou dobu mého studia. Poděkování si zaslouží i všichni přátelé a kamarádi za podporu.

Abstrakt: Tato diplomová práce se věnuje rozboru tematiky autonomního řízení vozidel, která je neustále diskutována jak odborníky, tak lidskou veřejností. Diskuse se převážně věnují bezpečnosti, takto ovládaných vozidel a i nad právními důsledky případných dopravních nehod. Proto je pozornost věnována popisu některých samočinných asistenčních systémů, které jsou v dnešní době instalovány ve vozidlech jako standardní výbava nebo jako příplatkový asistent a které společnou komunikací vytvářejí vozidlo autonomním. Asistenční systémy, jako takové, jsou uvedeny na příkladech osobních automobilů. Komplexní systém zhodnocení použití je uveden na vozidlech nákladních. V praktické části je řešena problematika bezdrátového přenosu signálu dálkových ovladačů pro centrální zamykání vozidel a jejich zhodnocení použitelnosti. Dle multikriteriálního zhodnocení, kde jako vstupní parametry pro posuzování jsou síla signálu, bezpečný přenos dat a využití bezlicenčního pásma, získal nejlepší hodnocení dálkový ovladač od vozidla Toyota Verso, který vysílal signály téměř pouze v rozsahu pásma ISM 433 a jeho výkonová charakteristika byla, v poměru s ostatními zkoumanými ovladači, vysoká.

Klíčová slova: monitoring, bezdrátový přenos, ovládání, rizika, vozidla

Wireless control and monitoring of vehicles

Summary: This thesis is devoted to analysis of the themes of autonomous driving, which is constantly discussed both experts and human public. The discussion was mainly devoted to safety, and thus controlled vehicles and of the legal consequences of potential accidents. Therefore, attention is paid to the description of some automatic driver assistance systems, which are now installed in vehicles as standard equipment or as special assistant to create a common roads autonomous vehicle. Assistance systems such as those listed examples of cars. Comprehensive evaluation system use is given to trucks. The practical part is solved the problems of wireless signal transmission of remote controls for central locking vehicles and their usability evaluation. According to the multi-criteria evaluation, where as input parameters for assessing the signal strength, secure data transfer and use of unlicensed spectrum, won the best rating remote from the vehicle Toyota Verso, which aired signals almost only in the range of ISM band 433 and its performance characteristics were the highest in proportion examinees with other drivers.

Keywords: monitoring, wireless transmission, controlling, risks, vehicles

Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Cíle práce	2
3.	Metodika práce	3
4.	Přehled řešené problematiky.....	4
4.1	Asistenční technologie	5
4.1.1	Front Assist.....	5
4.1.2	Park Assist.....	6
4.1.3	Park Pilot	7
4.1.4	Remote Parking Pilot.....	8
4.1.5	Lane Assist	9
4.1.6	AEB City	11
4.2	Autonomní systém	12
4.2.1	Samo-řízení	12
4.2.2	Upřednostnění techniky před člověkem	13
4.2.3	Problematika autonomního řízení	15
4.2.4	Aplikace v automobilovém průmyslu	19
4.3	Navigační technologie.....	20
4.3.1	Historie vzniku GPS.....	21
4.3.2	Časový přehled	22
4.3.3	Technický popis rozdělení systému	23
4.4	Platooning	24
4.5	Bezpečnost autonomního řízení	27
4.6	Systém dálkového centrálního zamykání.....	33
4.6.1	Centrální zamykání.....	33
4.6.2	Elektrické centrální zamykání	33
5.	Praktická část práce	37
5.1	Měření střední hodnoty elektromagnetického rušení.....	39
5.2	Měření přenosů u dálkových ovládaných vozidel	42
6.	Výsledky práce	52
7.	Závěr	53
8.	Seznam použitých zdrojů.....	55

Seznam obrázků	58
----------------------	----

1. Úvod

Téma autonomního ovládání vozidel je v poslední době velmi rozšířeným pojmem, nikoliv však zcela novým. V 50. letech 20. století se objevil první projekt zahrnující snahu o vývoj samořiditelného vozidla skrze radio-vysílače.

Dnešní vývoj autonomních vozidel se zaměřuje především na dálkovou dopravu. To znamená, že v současnosti jsou testována nákladní vozidla, která přepravují zboží a materiál na velké vzdálenosti, jež jsou mnohdy pro řidiče velmi vyčerpávající. Autonomní řízení přináší nejen kooperativního asistenta pro řízení z pohledu řidiče, ale také pro samotného dopravce. Řidiči musí dodržovat bezpečnostní přestávky a tak dopravce musí počítat s určitými prodlevami s doručení přepravovaného zboží. Autonomní řízení tento faktor eliminuje, jelikož bezpečnostní přestávky dodržovat nemusí.

Pro městský provoz je tato tematika prozatím vzdáleným cílem, protože v městské lokalitě je o mnoho faktorů více, které by ovlivňovali systémy samořízení a to hlavně z pohledu bezpečnosti. Ve městech se pohybují především chodci a také je zde větší koncentrace cyklistů, než mimo město. Proto se v tuto chvíli vývoj soustředí především na dálniční dopravu, kde tyto faktory nejsou.

Asistenční systémy v dnešní době již fungují a jsou instalovány do vozidel buďto jednotlivě, nebo v několika balíčcích. Pro autonomní ovládání jsou takové systémy nezbytné, avšak nejsou zcela všechny vyvinuty, aby se dalo hovořit o autonomních vozidlech. V současnosti jsou systémy pro taková vozidla ve fázi testování a bude trvat ještě několik let, než budou tyto systémy schváleny pro provoz na pozemních komunikacích.

2. Cíle práce

Diplomová práce je tematicky zaměřena na problematiku bezdrátového ovládání a monitoringu vozidel. Hlavním cílem je provést popis současných technologií a systémů bezdrátového ovládání a monitoringu vozidel.

Dílčí cíle diplomové práce jsou:

- vytvořit přehled řešené problematiky,
- definovat a popsat jednotlivé typy současných technologií pro bezdrátové ovládání a monitoring vozidel,
- provést zhodnocení bezpečnostních rizik bezdrátových přenosů sloužících k monitoringu a ovládání vozidel
- provést měření bezdrátových přenosů u uzamykání vozidel s přihlédnutím k jejich rizikům
- stanovení typů jednotlivých dálkových ovládacích zařízení
- zhodnocení využití frekvenčního pásma

3. Metodika práce

Teoretická část bude tvořena z rozboru dostupných informačních zdrojů a analýzou jednotlivých asistenčních systémů, které jsou v současnosti používány ve vozidlech. Uvedeno tedy bude jejich využití a vysvětleno, jak takové systémy fungují. Pozornost bude věnována i navigačnímu systému GPS, které jsou součástí systémů, které patří do odvětví monitoringu vozidel. V teoretické části bude uvedeno, jakým způsobem se v současnosti testují vozidla, která by se v budoucnosti měla stát autonomními. Rozbor obsahuje nejenom výhody těchto systémů, ale zároveň dopady na samotné řidiče.

Praktická část práce se bude věnovat měření vysílaného signálu z dálkových ovladačů centrálního zamykání od různých výrobců vozidel. Měření bude probíhat v rozsahu pásma ISM 433 a bude zkoumáno využití tohoto pásma jednotlivých ovladačů. Pro měření bude použit spektrální analyzátor Spectan HF 6060, ke kterému přísluší softwarový program, kam se zaznamenávají výsledky měření v podobě grafu. Na vodorovné ose se zaznamenávají hodnoty v jednotkách MHz (megahertz) a znázorňují frekvenční rozsah signálu. Svislá osa udává hodnoty v jednotkách dBm (decibelmiliwatt) a znázorňuje výkonovou charakteristiku signálu.

Výsledkem měření bude porovnání všech přenosových signálů měřených dálkových ovladačů centrálního zamykání. Ke každému měření bude uvedena ukázka charakteristiky ve formě obrázku. Jelikož se bude měřit v několika různých lokalitách, bude za potřebí na každém měřeném místě provést měření střední hodnoty, aby se zjistil případný nežádoucí ruch, který by mohl ovlivnit přesnost měření.

4. Přehled řešené problematiky

Autonomní ovládání znamená zcela samostatné a nezávislé fungování asistenčních systémů, za účelem dosažení určeného cíle, který vyplývá ze zadaných úkolů. Díky moderní technologii, softwarům, sensorům a dalším, jsou tato vozidla schopna samostatně se pohybovat z výchozího do cílového bodu, bez přímého zásahu řidiče a dokáží se samostatně rozhodovat v řešení dopravních situacích. Vývoj autonomních vozidel spočívá především v tom, aby vozidla dokázala lépe dohlížet nad naší bezpečností a dokázala se lépe a rychleji rozhodovat při řešení dopravních situací. ³

Již staletí před vynálezem automobilu dokázal Leonardo da Vinci nakreslit návrh vozíku (Obr. 1), který by se mohl pohybovat, aniž by byl tlačен nebo tažen. K tomu měly sloužit pružiny. Předem nastavený výkon společně s řízením by byli stanoveny před zahájením samotné jízdy, která by vedla po stanovené trase. Tento vzdálený předchůdce automobilů je někdy považován za prvního robota na světě. ²

Z historického hlediska můžeme jako první stroj s autonomním ovládním považovat vynález Roberta Whiteheada z roku 1860, kdy vynalezl torpédo se samonaváděcím systémem. Nastavením počáteční a cílové destinace, společně s automatickým udržením hloubky a kurzu, se torpédo stalo zcela autonomním. Autopilot s gyroskopem, umožňující navigaci a řízení se objevil v roce 1930 v podobě letadla. Největší rozvoj byl zaznamenán za 2. světové války, kdy vrcholem bylo použití automatického naváděcího systému ve střelách V2 německého vojska. ⁴

Obr.1 Da Vinciho vozík



(Zdroj:

[http://i.ebayimg.com/00/s/NTAwWDc1Nw==/z/P2oAAOSw0HVWA6y7/\\$_1.JPG?set_id=880000500F](http://i.ebayimg.com/00/s/NTAwWDc1Nw==/z/P2oAAOSw0HVWA6y7/$_1.JPG?set_id=880000500F))

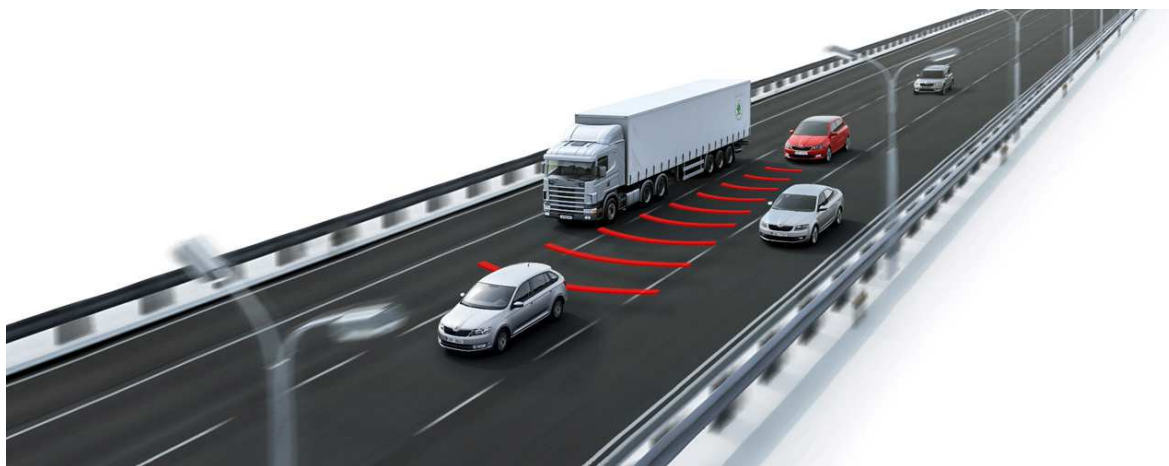
4.1 Asistenční technologie

Asistenční systémy mají velký význam pro bezpečnost silničního provozu. Výrazným způsobem řidiči pomáhají v kritických situacích a přebírají zcela, nebo jen částečně kontrolu nad vozidlem. Pokud se jedná o takzvané plně automatické systémy, ty dokáží převzít aktivitu za řidiče. Aktivují se v případech, kdy o ně požádá sám řidič. Některé se aktivují automaticky po nastartování vozidla a jsou aktivní po celou dobu jízdy. Takové systémy výrazně pomáhají zabránit kolizím, případně snižují následky před hrozícím nebezpečím a mohou řidiči ukázat, co má v dané situaci dělat. ⁵

4.1.1 Front Assist

Jedná se o jednoho z mnoha asistentů aktivní bezpečnosti, které v dnešní době vozidla používají. Front Assist řidiče upozorňuje před možnou kolizí na vozovce, viz Obr. 2. Svým automatickým brzděním dokáže zabránit srážce s překážkou, respektive minimalizovat následky. ¹

Obr.2 Front Assist



(Zdroj: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/front-assist/>)

Základním prvkem systému Front Assist je radar, který může být umístěný jednak v mřížce chladiče, nebo přímo v předním nárazníku vozidla. Radarový snímač Bosch, využívaný například ve vozidle Škoda Fabia III, pracuje na principu přijímání a vysílání mikrovlnného elektromagnetického signálu v pásmu 76 – 77 GHz. Řídící jednotka

vypočítává relativní rychlost a vzdálenost objektů na základě příjmu odražených vln, které jsou tímto způsobem rozpoznávány. ¹

Systém Front Assist se aktivuje při minimální rychlosti 5 km/h. Jestliže čidlo detekuje tzv. kritický odstup od překážky, může se jednat o stojící nebo vpředu jedoucí vozidlo, aktivuje se reakce v několika fázích tak, aby odvrátil kolizi, popřípadě zkrátil nezbytnou brzdovou dráhu vozidla. ¹

Při detekování překážky jako první systém upozorní řidiče optickým varováním na displeji MaxiDOT. ¹

Ve druhé fázi se brzdy připraví na brzdný úkon, tzn., že dojde k natlakování brzdového systému a brzdové destičky dosednou ke kotouči. Ve stejný okamžik dochází k akustickému i optickému varování. V případě, že řidič začne reagovat brzděním, má k dispozici zesílený brzdný účinek a varování zhasne. Pokud je rychlost jízdy nízká, varování se nezobrazuje. ¹

Třetí fáze nastává v okamžiku, kdy je třetí varovné trnutí brzd. V tuto chvíli je již brzdový systém připraven a natlakován k činnosti se zvýšeným brzdným účinkem. Protože řidič stále nereaguje, a tak zvaný kritický odstup se zmenšil, nastává varovné trnutí či vibrace brzd. Vozidlo jedoucí rychlostí více než 34 km/h, zahajuje fázi částečného brzdění s decelerací přibližně 3,5 m/s². ¹

V této fázi se rozestup mezi vozidlem a překážkou zmenšil na tolik, že nastává automatický brzdný zásah systémem se zvýšenou intenzitou decelerace přibližně 6 m/s². ¹

4.1.2 Park Assist

Poloautomatický systém automobilky Volkswagen, která ho nabízí od roku 2008. Asistent umožňuje couvání tím, že si sám dokáže změřit mezeru k zaparkování a dokáže do ní vozidlo nasměrovat. Řidič ovládá pouze plynový a brzdový pedál. ⁶

I Škoda Superb II. Generace Park Assist také nabízí ve své výbavě. Jedná se o prvek komfortní výbavy, který usnadňuje parkování především řidičům začátečnickům, parkujícím do podélné řady stojících vozidel (Obr. 3). ⁶

Pro aktivaci funkce stačí řidiči stisknout tlačítko při pomalé jízdě kolem řady stojících vozidel a parkovací asistent sám začne vyhodnocovat velikosti potenciálních parkovacích míst. K tomu slouží ultrazvukové senzory. Celý parkovací manévř se řidiči, společně s pokyny parkovacího asistentu zobrazuje na přístrojové desce pomocí MAXI-

DOTu, což je displej, zobrazující více informací najednou. Zobrazuje tak prostor pro zaparkování i polohu samotného vozidla. Následně systém vyzve řidiče k zařazení zpátečky. Poté se musí uvolnit volant, protože jeho pevné sevření by znamenalo vyřazení činnosti parkovacího asistentu. Ovládání tedy převezme elektronika a řidič pomocí plynu koriguje rychlost. Aby se vozidlo srovnalo, vyzve řidiče k zařazení prvního rychlostního stupně. Systém využívá principu sonaru. Senzory vysílají ultrazvukový signál o kmitočtu 40 kHz. Následnou analýzou, díky odraženým vlnám, řídicí jednotka vypočítává skutečnou vzdálenost od nejbližší překážky. Tuto vzdálenost počítá řídicí jednotka z informací nejméně dvou senzorů pomocí tzv. triangulace. ⁶

Obr.3 Parkovací asistent



(Zdroj: http://www.autolexicon.net/obr_clanky/cs_parkpilot_001.jpg)

4.1.3 Park Pilot

Na stejném principu, jako je parkovací asistent, funguje i Park Pilot. Je to systém, který řidiči ulehčuje manévrování s automobilem v omezených prostorech. Jedná se o systém, který pomocí akustických signálů řidiče upozorňuje na vzdálenost za vozidlem i předním, viz Obr. 4. ⁷

U nás tento asistent známe více pod označením „parkovací senzory“. K jejich aktivaci automaticky dochází při zařazení reverzního ozubeného kola, tedy zpátečky. Čidla umístěná v nárazníku snímají vzdálenost vozu od překážky a upozorňuje řidiče akusticky na

zkracující se vzdálenost. Existuje i zobrazení situace na displeji. Senzory jsou ultrazvukové, které nemají více než 10 mm v průměru a mohou se lakovat do barvy vozu. Kontrolují vzdálenost od 150 cm.⁷

Obr.4 Park pilot



(Zdroj: http://www.autolexicon.net/obr_clanky/cs_parkpilot_001.jpg)

4.1.4 Remote Parking Pilot

Další z řady pomocníků při usnadňování parkování v přeplněných ulicích. Systém umožňuje zaparkovat vozidlo pomocí mobilní aplikace, aniž by musel řidič sedět uvnitř vozidla. Tomuto systému můžeme porozumět, jako bezdrátové ovládání vozidla, viz Obr. 5.⁸

Automobilka Mercedes-Benz představila v roce 2016 sériovou podobu svého asistenčního prvku, který umožňuje autonomní parkování vozidla. Tento asistenční prvek jako první dostal Mercedes-Benz třídy E, který je dodáván společně s 360° kamerou.⁸

Hlavní funkce systému je tedy parkování vozidla pomocí mobilní aplikace, aniž by řidič seděl uvnitř vozu. Časově je takto řízená operace jistě delší, než kdyby řidič ovládal vozidlo přímo. Nicméně leckdy se tento asistent může velmi hodit.⁸

Break parking pilot je velmi jednoduchý. V první řadě se musí aplikace telefonu spárovat s vozidlem pomocí Bluetooth. Následně odemknout již odemčené vozidlo, aby

aplikace s vozem komunikovala. Poté řidič nastartuje pomocí krouživého pohybu prstu po displeji a zvolí směr pohybu. Dalším krouživým pohybem se automobil uvádí do pohybu. Pro zastavení stačí pouze přestat kroužit po displeji. Během celého manévru je okolní prostor a případná kolize hlídána 360° kamerou. Vozidlo se tedy dokáže samo vyhnout drobné překážce, například pneumatikám v garáži.⁸

Obr.5 Dálkově ovládaný parkovací pilot



(Zdroj: http://www.autolexicon.net/obr_clanky/cs_remote_parking_pilot_007.jpg)

4.1.5 Lane Assist

Lane Assist (Obr. 6) systémy jsou k dispozici ve většině nových vozů, které sledují polohu vozu na silnici a které kontrolují, zda řidič nechtěně opouští svůj jízdní pruh. Reagují na to buď prostřednictvím varování, nebo aktivně zasáhne řídicí jednotka a vrátí vůz zpět do jízdního pruhu. Tento systém varuje řidiče v případě, že neúmyslně přejede čáru jízdního pruhu. Je to tedy dalším krokem k autonomnímu řízení, který napomáhá odvrátit nehodu dříve, než k ní dojde.⁹

Ke sledování se používají různé senzory, nejčastěji širokoúhlý objektiv kamery umístěný v přední části zpětného zrcátka a systémy pro identifikaci jízdních pruhů a polohy vozidla při rychlostech větších než 65 km/h. Pokud systém zjistí, že se řidič chystá opustit jízdní pruh, upozorní jej zvukovým signálem. V novějších vozech je řidič upozorňován vibracemi volantů. Problém je, že nepozorný řidič může varování ignorovat, což ve skutečnosti znamená, že když systém vyše varovný signál, ještě neznamená, že zcela odvrátí

hrozící nebezpečí. Aktivní systém však dokáže fyzicky zasáhnout v případě vybočení z jízdního pruhu a vozidlo přivede zpět do jízdního pruhu.⁹

Obr.6 Lane assist



(Zdroj: http://www.mogi.bme.hu/TAMOP/jarmurendszerek_iranyitasa_angol/images/image_89.png)

Některé systémy typicky využívají elektronický systém posilovače řízení pro návrat vozidla zpět do jízdního pruhu. Další možností, jak uvést vozidlo zpět do jízdního pruhu spočívá v použití brzd. Nejmodernější systémy se dokáží sami deaktivovat, pokud zjistí, že řidič chce skutečně předjíždět pomalu jedoucí vozidlo, tedy vyjet ze svého jízdního pruhu a opět se do něj zařadit. V takových případech řidiče o hrozícím nebezpečí neupozornují.⁹

Téměř každý výrobce vozidel nabízí svou formu systému Lane assist. Například Volkswagen, Audi a BMW nabízejí systémy, které řidiče varují, pokud vozidlo začne vybočovat z jízdního pruhu. Naproti tomu například Mercedes a Ford jsou jedny z výrobců, nabízející aktivní systém, který dokáže vozidlo udržet v jízdním pruhu.⁹

Většina systémů je nastavena tak, aby varovaly řidiče při nízkých otáčkách, kde je běžnou praxí, že se dráhy kříží. Ovšem žádný systém není neomylný a může se tedy stát, za neobvyklých silničních situacích, nebo při vybledlém dopravním značení, že řidič bude o hrozícím nebezpečí falešně upozorněn.⁹

Ve většině případech automobilky nabízejí Lane assist pouze v kombinaci s jinými asistenčními systémy, jako jsou identifikace mrtvého úhlu nebo adaptivní tempomat. Kupující tedy bude muset být připraven na to, že pokud si bude chtít pořídit vozidlo se systémem Lane assist, tak jeho vozidlo bude vybaveno i dalšími systémy, což se odrazí i na vyšší ceně vozidla. Tento systém je však brán, jako bezpečnostní prvek a je tak neocenitelným pomocným systémem, jak snížit pravděpodobnost dopravní nehody.⁹

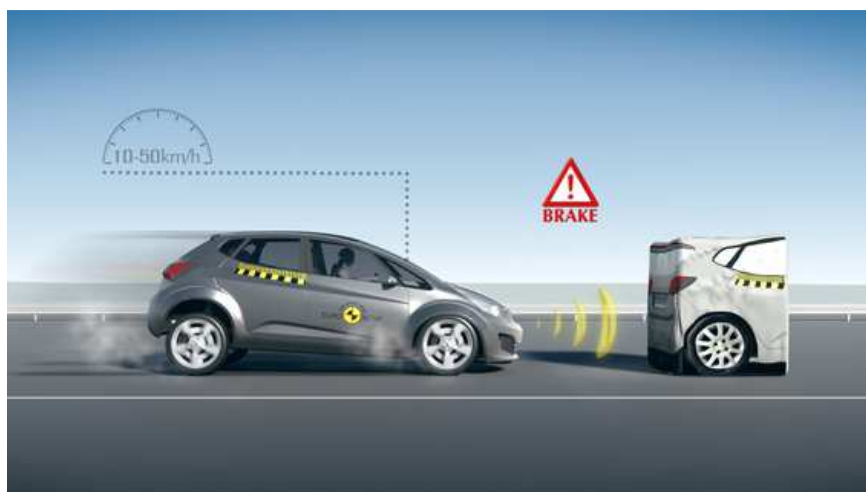
4.1.6 AEB City

Novou součástí testování nových automobilů, v rámci Euro NCAPu, je test automatického brzdění. Má tedy vliv na celkový počet získaných hvězdiček.

AEB vychází z anglického Autonomous Emergency Braking, což v překladu znamená Autonomní Nouzové Brzdění. Tento systém je uzpůsoben tak, že pokud řidič nereaguje na hrozící nebezpečí, má za úkol zabránit hrozící kolizi. Systémy autonomního nouzového brzdění různých automobilek mají různé názvy (Front Assist, City Safe Drive, Front Assist, Active City Stop, Forward Alert, City Break Control...), přesto mají shodný cíl, zmenšit následky kolize nebo jí zcela zabránit.¹⁰

Zkouška se skládá z několika simulovaných dopravních situací s různými parametry. Zkoušené vozidlo se pohybuje určitou rychlostí k překážce, která představuje zadní část vozidla, které by v běžném provozu jelo předním. Pro městský provoz je zkoušené vozidlo v pohybu rychlostí 10-50 km/h, pro meziměstský 30-80 km/h. Náraz je veden do brzdícího, stojícího nebo jedoucího vozidla, jak je vidět na Obr. 7. Typ nárazu se tedy mění v závislosti na podskupině zkoušky. V průběhu zkoušky řidič na hrozící nebezpečí záměrně nereaguje. Těsně předtím, než se aktivuje AEB, některé systémy řidiče varují, jiné se aktivují bez varování. Varovný systém sám o sobě předmětem testování není. Důležitý parametr pro vyhodnocení je pouze výsledek, tzn. zabránění kolizi. Pokud k nárazu vůbec nedojde, je udělen plný počet bodů. Ale i za pouhé snížení rychlosti je udělován dílčí bodový zisk. Snížením energie může být rozhodující pro vážnost poranění.¹⁰

Obr.7 Nouzové brzdění



(Zdroj: http://www.autolexicon.net/obr_clanky/cs_euro_ncap_AEB-city_002.jpg)

4.2 Autonomní systém

Nákladní automobily jsou po vizuální stránce téměř k nerozeznání, co se týče značek výrobce. Koncern Daimler se rozhodl v tomto ohledu odlišit, minimálně aby první na trhu a přichází s novou technologií, a jakožto vlastník značky Mercedes-Benz, chce udělat dálkovou silniční dopravu bezpečnější, levnější a také i z environmentálního hlediska přijatelnější. Podle Mercedesu je jasná potřeba této generace nákladních automobilů, jehož jsou průkopníky právě oni a kteří jsou ochotni tuto problematiku řešit.

4.2.1 Samo-řízení

Freightliner Inspiration, pro ilustraci na Obr. 8, je vlajková loď Mercedesu, na kterém se nová technologie zkouší a nabízí zatím jen omezenou verzi autonomního ovládání. Vozidlo by mělo mít pouze kontrolu nad udržení ve svém jízdním pruhu a zároveň dodržovat bezpečnou vzdálenost od ostatních vozidel jedoucím ve stejném pruhu. Pokud budou pomalejší, předjíždět je nebude. V případě, že se vozidlo setká se situací, kterou nebude moci systém sám zvládnout, jako je například těžký sníh pokrývající vozovku, řidič bude upozorněn výstražným optickým i zvukovým varováním k převzetí řízení do svých rukou. Pokud by řidič na výstrahy nereagoval, vozidlo by po pěti sekundách výstrahy začalo samovolně zpomalovat až do úplného zastavení.¹¹

Obr.8 Freightliner Inspiration, Daimler



(Zdroj: http://www.freightlinerinspiration.com/assets/images/header_inspiration_story.jpg)

V hardwarovém nastavení se tyto nákladní vozidla příliš neliší od nejnovějších vozů, jak osobních, tak nákladních. Nová vlajková loď je vybavena navíc 3D stereoskopickou kamerou, která snímá průběh cesty před vozidlem v jízdním pruhu. Krátký i dlouhý dosah radaru skenuje silniční provoz do vzdálenosti přibližně 250 m před vozidlem a zaznamenává veškeré překážky. Vzadu vozidla takové senzory potřebné nejsou. Tento senzor by se mohl zaměnit s lidarem, který také dokáže analyzovat 3D prostor, ale v tomto případě Mercedes vyvinul svou vlastní technologii, která používá své algoritmy.¹¹

Freightliner je stále pouze zkušební vozidlo. Nicméně Daimler je přesvědčen, že pro veřejné silnice je stále bezpečným vozem. Automobilka bude potřebovat několik milionů testovacích kilometrů v nejrůznějších lokalitách a podmínkách (sníh, déšť, extrémní teploty), než bude vozidlo připraveno pro koncové zákazníky. To může trvat i desítku let. Nákladní vozidla jsou velmi důležitá pro ekonomiku jako takovou a v tom je právě viděn velký potenciál pro zlepšení bezpečnosti a účinnosti na silnicích. Autonomní jízda, dokonce i v této omezené podobě, může být skutečně doporučována.¹¹

V roce 2012 bylo v USA do dopravních nehod zapojeno na 300.000 nákladních vozidel, při kterých zahynulo téměř 4.000 lidí. Většina z nich v osobních automobilech. Asi v 90 % byly tyto nehody způsobeny chybou řidiče. Z tohoto důvodu cokoliv, co může vést ke zlepšení bezpečnosti užitkových vozidel, má v automobilovém průmyslu velkou hodnotu. Není tedy žádným překvapením, že největší dopravci světa v posledních letech začali vybavovat svá vozidla prvky aktivní bezpečnosti, jako jsou senzory pro udržení v jízdním pruhu a automatickému brzdění. Ekonomické argumenty těchto opatření, nyní jim můžeme rozumět jako předchůdci plné autonomie, jsou více než zřetelné. Není tedy žádný důvod, proč by se společnosti na tomto vývoji nechtěly podílet.¹¹

4.2.2 Upřednostnění techniky před člověkem

Dalším bodem je ovšem zhoršující se situace vzhledem k tomu, že se zvyšuje důraz na spolehlivost techniky, před lidskými schopnostmi a rozumem. Nedostatek kvalifikovaných řidičů vytvořila tzv., „kapacitní krizi“ podle zprávy z října 2014 americké Transporting Research Instituce. Americká přepravní asociace předpovídá úbytek cca 240.000 kvalifikovaných řidičů do roku 2022. Nyní je v USA přibližně 3 miliony řidičů z povolání.¹¹

Je to také proto, že dlouhé cesty nákladní dopravy nejsou obzvláště příjemnou prací. Aby si řidiči udrželi profesní řidičský průkaz, stojí to velké peníze i čas. Nedostatek řidičů se ještě zhorší. Kvůli velkému množství pravidel se tato skutečnost projeví již v několika letech.¹¹

Národní databáze shromažďují informace o kontrolách řidičů na drogy i alkohol a testy budou těžší pro ty řidiče, kteří již nějaký přestupek měli a budou se chtít hlásit o práci v jiné společnosti. Omezení rychlosti by mohlo dosáhnout maximální rychlosti 64 mil/h (zhruba 103 km/h). Nařízený elektronický report ujetých hodin bude těžké dodržovat a taktéž nařízenou dobu odpočinku. Poptávka na nákladní dopravu roste rychle, zejména díky online nakupování, kde je možno odeslat zboží přímo ze skladu k adresátovi. Cesta, jak přesvědčit nové lidské zdroje, stát se řidičem z povolání, je stále složitější. Autonomní vývoj nákladních vozidel má vývojovou tendenci zcela potlačit roli řidiče až do úplného odstranění. Tím, že kamiony budou jezdit sami, se zvyšuje bezpečnost silničního provozu, šetří se palivo i čas. Přínosy autonomní bezpečnosti jsou naprosto zřejmé. Stroj není nikdy unavený, ve stresu, naštvaný nebo roztržitý. A protože nákladní automobil stráví většinu svého času na dálnicích, vyhnou se tak městskému provozu s chodci, cyklisty a podobně.¹¹

Díky této technologii by mohly nákladní vozy jezdit ve skupinách, kdy pouze jeden řidič řídí jedno vozidlo, ostatní vozy pojedou v konvoji za ním ve vzdálenosti několika metrů. Pokud tedy jeden řidič povede sedm nákladních vozů, znamenalo by to výrazné úspory na práci i spotřebu paliva. I když bude potřeba řidiče v každém voze jako záloha, odpor vzduchu bude působit pouze na vedoucí vozidlo.¹¹

Nákladní automobil, který je samo-řiditelný, by mohl pomoci se situací, kdy je málo řidičů. Pokud se stane řízení nákladního vozidla snadnější, nemusí se klást tak velký důraz na kvalifikaci řidičů a otevřou se možnosti pro nové zaměstnance (pravděpodobně ale i snížení mezd).¹¹

Další výhoda, která je pro stroj daleko jednodušší, než pro člověka je couvání. Spousta spotřebitelských vozů na trhu nyní nabízejí vlastní asistent parkování. To samé by mohl dělat sám i nákladní automobil, je to jen otázkou vylepšení softwaru.¹¹

Cílem projektu je eliminace lidských řidičů alespoň v případě jízdy po dálnici. Autonomní vozidlo by mělo opustit dálnici těsně před koncem své cesty, zaparkovat na určitém místě a tam čekat na lidského řidiče, který nákladní vozidlo dopraví na místo určení.

Prozatímní studie ukazují, že američtí spotřebitelé mají velký zájem o technologii, která by udělala z dálkové nákladní dopravy polo nebo zcela autonomní dopravu. Vzniká

velká mezera mezi samostatně řídících malých osobních automobilů a čtyřiceti tunových osmnáctikolových vozů, které jedou samostatně po dálnici pouze s uhlíkatou formou života uvnitř vozu. Což by samozřejmě velkou část populace velmi znepokojovalo.¹¹

I když nákladní vozy budou moci v podstatě skutečně řídit sami, ohromný potenciál těchto vozů znamená, že v dohledné době budou i v takto technicky vyspělých automobilech řidiči i přesto sedět. Vedení vývojového oddělení Daimler Trucks tvrdí, že důraz je kladen na to, aby pracovní život řidičů byl jednodušší a bezpečnější. Pouze časem se ukáže, jak jsou v praxi autonomní funkce nákladních i osobních vozů spolehlivé a jestli jsou účinnější a bezpečnější, než lidský faktor. Spotřebitelé budou nakonec změnu akceptovat. Zákon se jednou může změnit a bude akceptovat jízdu vozidel bez řidiče, alespoň co se týče silniční dopravy.¹¹

4.2.3 Problematika autonomního řízení

Problematikou autonomního řízení se vývojáři zabývají již řadu let. Ovšem v posledních letech se automobilky (ale i společnost Google) snaží vyvinout plně autonomní vozidlo. Jeho první plně funkční prototypy jsou v provozu a čekají na sériovou výrobu. Tato inovativní věc s sebou nese i legislativní rámec číslo 05/2014, který je doplněním Vídeňské úmluvy o silničním provozu a připouští autonomní řízení pouze za předpokladu, že ho bude moci řidič sám aktivovat a deaktivovat. Myšlenka na autonomní vozidlo se objevila již v 50. letech 20. století, viz Obr. 8. Toto vozidlo bylo testováno společností GM a RCA, který měl fungovat na kabeláži ve vozidle a radiového signálu z řídicí věže.¹³

Obr.9 Autonomní vozidlo v 50. letech 20. stol



(Zdroj: http://www.computerhistory.org/atcm/wp-content/uploads/2014/05/4.0_RCA_automated_highwaylores.jpg)

Autonomní doprava nese přínosy ve využití času jinak. Snižují se emise, zvyšuje se bezpečnost na silnicích a nevytváří se například kongesce. Společnost DHL (zkratka ze jmen zakladatelů) vytvořila studii, kde uvádí, že až 90 % nehod je způsobeno řidičem, z čehož plyne, že autonomní řízení má velký potenciál. Nabízí také jízdu v konvoji, která má pozitivní dopad na životní prostředí z pohledu plynulejší jízdy, což s sebou nese nejen úsporu času, ale také emisí. Celková doba dopravy se tedy sníží až o 15 %. Nákladní vozidlo bez řidiče nemusí dodržovat bezpečnostní přestávky, je tedy nepřetržitě v pracovním cyklu, což vede k úsporám nákladů až o 40 %.¹³

4 základní funkce:

- Navigace
- Situační analýza
- Plánování pohybu
- Řízení trajektorie pohybu

Funkce autonomní jízdy se neobejde bez schopnosti vozidla rozpoznávat a analyzovat své okolí pomocí různých druhů senzorů a vyspělé elektroniky a bez obousměrné komunikace s dopravní infrastrukturou a ostatními účastníky silničního provozu.¹³

Komplexnost systému klade velké nároky na spolehlivost, odolnost vůči chybám a poruchám. Automobilky tedy přicházejí s asistenčními systémy, jako jsou parkovací senzory, adaptivní tempomaty až po rozpoznávání značek nebo využití navigačních dat řídicími jednotkami motoru a převodovky. Propojení těchto systémů se pomalu přibližujeme k cíli.¹³

Logistická centra se mohou těšit z autonomního řízení již dnes, pokud je provozováno v uzavřeném areálu. Trend chceme posunout ze skladu na silnice s veřejnou a hromadnou dopravou.¹³

Současné nejmodernější systémy se využívají v různých skladech materiálu. Hloubkové kamery, lasery – vytváření prostorové mapy kolem vozidla pro následnou navigaci. Autonomní vozidla přepravují ve skladech materiál, ale dokáží ho i nakládat a vykládat – flexibilita – řízení provozu.¹³

Prvním krokem pro autonomní řízení je začlenit taková vozidla na dálniční síť. Tím se dostáváme mimo bezpečnou zónu uzavřených areálů. Nicméně je to daleko jednodušší, než městský provoz. Mercedes-Benz (Future Truck 2025, Obr. 10) v praxi ukázal, jak taková budoucnost může probíhat. Najetí na dálnici, dodržování bezpečné vzdálenosti, rychlosti,

předjíždění, vyjetí z dálnice a to vše bez zásahu řidiče. Pokud by systém vyhodnotil, že některou situaci není schopen zvládnout, upozorní řidiče, aby převzal řízení.¹²

Před námi tedy vzniká zásadní revoluce, která ovšem probíhá v uvolněném tempu. Pro představu je uveden následující příklad, kdy podél krajnice jede traktor s přívěsem a brzdí kolonu za sebou. Future Truck 2025, jedoucí za ním, má aktivovaný Highway Pilot, který dokáže tuto situaci vyřešit. Při detekci pomalejšího vozidla, které částečně zasahuje do jízdního pruhu, dokáže objet tak, že si najede blíže ke středové čáře, aby vznikl dostatečný prostor pro předjetí překážejícího vozidla. Během takového manévru si řidič může na příslušném médiu hledat místo pro odpočinek, studovat další trasu nebo kontrolovat stav nákladu na čipových paletách, které veze ve svém návěsu. Naopak se také dokáže stáhnout k pravé straně vozovky, aby byl umožněn průjezd pro záchranou službu blížící se zezadu. Ta ovšem oznámila svou polohu pomocí výměny dat mezi vozidly. Speciálně u malých vozidel se tomuto procesu říká car-to-car (C2C), obecný název je vehicle-to-vehicle (V2V).

12

Obr.10 Highway Pilot



(Zdroj: <https://www.mercedes-benz.com/wp-content/uploads/sites/3/2015/01/03-Mercedes-Benz-Autonomous-Truck-Logistic-Future-Truck-2025-1180x4361-1180x436.jpg>)

Pouze, pokud vůz opustí prostory dálnice, může řidič opět převzít kontrolu nad vozidlem a dopravit náklad na místo určení. Ačkoliv Highway Pilot v těchto Mercedesech řídí, brzdí a zrychluje autonomně, systém nebude rozhodovat pouze na základě informací ze svých senzorů. Dostává totiž značné množství informací výměnou dat s jinými vozidly (V2V) a také komunikací se samotnou infrastrukturou (V2I). Pomocí satelitní navigace se pak určuje poloha vozidla.¹²

Tento princip sdílené inteligence má budoucnost nejen v odvětví automobilové dopravy, ale i v globálním měřítku. Future Truck 2025 vystupoval v rámci iniciativy „Mobility 4.0“ na stejné úrovni, jako digitální propojení výrobních procesů a intralogistiky. Tyto druhy procesů, založených na flexibilní výměně informací mezi stroji, vozidly, sklady a jinými prvky průmyslových procesních řetězců, které se označují jako „Industry 4.0“, představují čtvrtou průmyslovou revoluci. Budoucnost nespočívá v samotných vozidlech s inteligentními systémy, ale v komunikaci mezi vozidly a souhře celého systému. ¹²

Obr.11 Future Truck 2025, Daimler



(Zdroj: <http://img.etimg.com/thumb/msid-43789678,width-640,resizemode-4,imlength-28574/future-truck-2025-mercedes-benzs-self-driving-truck.jpg>)

Složitá infrastruktura, nepředvídatelné situace. Otázkou tedy je, zda by systém mohl ve městech za takových podmínek vůbec fungovat. Značné přínosy jsou z pohledu například internetového obchodu – doručování zásilek, sdílení autonomních vozidel – odvoz nákupu až domů. ¹²

4.2.4 Aplikace v automobilovém průmyslu

Polořízená, autonomní vozidla dostávají spoustu pozornosti, vzhledem k jejich usilovnému vývoji a dramatického pokroku dosaženého společnostmi, jakými jsou například Google. Zatímco obecné použití autonomních vozidel pro rozšířené používání na veřejných komunikacích je pravděpodobně ještě vzdáleno v několika letech, jsou tato vozidla již používána v omezeném provozu, jakým je například zemědělství.¹⁴

Mezi mnohé technologie, které tvoří autonomní vozidla tím, čím jsou, patří kombinace čidel a akčních členů, sofistikované algoritmy a výkonné procesory. Senzory a akční členy v autonomních vozidlech spadají do tří kategorií. 1) navigace a navádění (kde jste, kde chcete být, jak se tam dostat; 2) doby řízení a bezpečnosti (řízení vozidla, ujištění se, že se vozidlo chová správně za všech okolností a řídí se pravidly silničního provozu) a 3) výkon (řízení základních vnitřních systémů vozidla)¹⁴

V dnešní době existují již desítky subsystémů a stovky speciálních senzorů ve všech třech kategoriích.¹⁴

Navigace a navádění, byly otázky lidstva již odedávna. Toto odvětví se zabývá otázkou, kde se člověk nachází v danou chvíli a jaké jsou cesty k dispozici dostat se na tížené místo. Nástroje techniky, jako je kompas, radiolokace a výpočty patří k těm, které byly použity s různým stupněm přesnosti, konzistence a dostupnosti.¹⁴

Autonomní vozidla musí být díky navigaci a dalším systémům stále aktivní a stále pod kontrolou a jakým způsobem pracují. Například, pokud má původní, optimální trasa neočekávané odklony dopravy, cesta musí být znovu přepočítána v reálném čase, aby se zabránilo jízdě ve špatném, nevyhovujícím směru. Vzhledem k tomu, že se vozidlo pohybuje po silniční komunikaci, jsou výpočty daleko složitější, než pokud by se jednalo o přímku z místa A do místa B.¹⁴

Primární subsystém používá pro navigaci systém GPS, který počítá současné pozice na základě komplexní analýzy signálů přijímaných z nejméně čtyř konstelací skrze více než 60 satelitů, které se pohybují na nízké oběžné dráze Země. GPS systém může zajistit přesnost polohy v řádech jednoho metru. Je třeba si všimnout, že řidič, který nasedne do vozidla a vyjede, přijímači GPS trvá 30 – 60 sec., k vytvoření počáteční polohy, z čehož vyplývá, že autonomní vozidlo také musí svůj „výjezd“ odsunout o nezbytně nutnou dobu, aby systém měl možnost výpočtu polohy i trasy.¹⁴

GSP subsystemy jsou nyní velmi sofistikované systémy čipů, které vyžadují pouze silnou anténu a zahrnují aplikaci pro konkrétní výpočty. Mnoho z těchto čipů zahrnují radiofrekvenční předzesilovače pro signál GPS na frekvenci 1,5 GHz. Většina vozidel mají řešeny antény na střeše s lokací s nízko-šumivým zesilovačem. Nyní se hledá vhodnější řešení lokalizace obvodů GPS uvnitř vozidla. Anténa musí mít pravidelné kruhové polarizační vlastnosti tak, aby odpovídala polarizaci signálu GPS.¹⁴

Příkladem GPS modulu je RXM-GPS-F4-T od Linx Technologies. Tato jednotka o rozměrech 18 mm x 13 mm x 2,2 mm pro povrchovou montáž vyžaduje dodávku energie 1,8 V na 33 mA, která dokáže sledovat až 48 satelitů současně. Více kanálů umožní vidět a zachytit větší množství dat. Tím jsou i lepší výsledky výpočtů a menší výpadky. Poté co vypočítá polohu na základě přijímaných signálů GPS, poskytuje výstupní data do procesoru systému přes sériové rozhraní pomocí formátu zprávy National Marine Electronics Association průmyslovým standardem.¹⁴

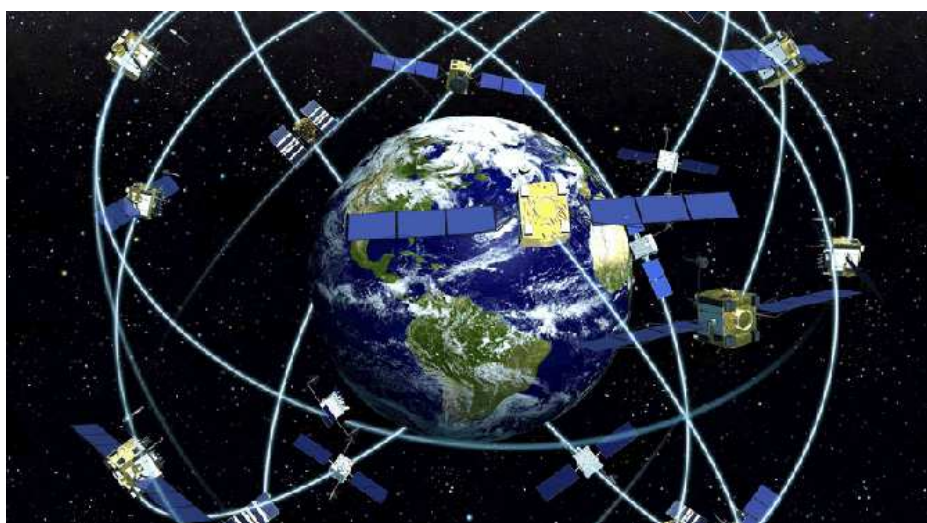
Zatímco GPS je základní funkce pro autonomní vozidla, není sama o sobě dostatečná. Signál GPS je blokován kaňony, tunely, rušení a mnoha dalších faktorů a tyto výpadky mohou trvat i několik minut. Doplnky GPS, které autonomní vozidla využívají, používají inertní vedení, které nevyžadují žádné externí signály jakéhokoliv typu. Inertní měřicí jednotky se skládají z plošiny upevněných na vozidle. Tato platforma má tři gyroskopy a tři akcelerometry. Každý pár je orientovaný ortogonálně do os X, Y a Z. Tyto senzory poskytují údaje o rotačním a lineárním pohybu platformy, která je použita pro výpočet pohybu a polohy vozidla bez ohledu na rychlost nebo na jakoukoliv obstrukci signálu. Inertní měřicí jednotka nemůže sdělit, kde se vozidlo nachází, dokáže určit jen pohyb, takže počáteční poloha vozidla musí být určena pomocí GPS, nebo zadána ručně.¹⁴

4.3 Navigační technologie

Globální Polohový Systém (z anglického Global Positional System). V současné době ho vnímáme, jako jediný plně funkční satelitní navigační systém. Na střední oběžné dráze (Medium Earth Orbit), což je rozsah od 2.000 až do 35.000 km nad povrchem Země, obíhá již více než 24 družic, které vysílají signály. GPS přijímače pak dokážou určit svou rychlost, směr pohybu a polohu.¹⁵

První GPS družice byla vypuštěna v roce 1978. Od té doby se GPS stal velkým pomocníkem především v geodézii. Dále však pro tvoření map a navigaci po celém světě. GPS se stal velmi přesným referenčním nástrojem pro určování času, čehož se hojně využívá při zkoumání zemětřesení, nebo pro synchronizaci telekomunikačních sítí. Plně funkční se tento systém stal 17. ledna 1994, kdy sestava poprvé dovršila 24 družic, obíhajících kolem Země a stal se tak plně dostupným systémem po celém světě.¹⁵

Obr.12 Global Positional System



(Zdroj: <https://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2012/04/gps-satellite-constellation.jpg>)

Systém byl vyvíjen Ministerstvem obrany Spojených států amerických a oficiálně se nazývá Navigation Signal Timing And Ranging Global Position System. Družicovou konstelaci řídí a udržuje „padesátý vesmírný“ oddíl vzdušných sil Spojených států. Celkové náklady na údržbu, včetně výměny poškozených družic, činí přibližně 400 miliard dolarů ročně. I přesto je tento systém pro civilní použití zcela zadarmo. Po technické a vědecké stránce je GPS pravděpodobně nejdůležitějším praktickým důkazem Einsteinovy obecné teorie relativity.¹⁵

4.3.1 Historie vzniku GPS

Konečná podoba systému GPS je částečně odvozena od podobných radiových navigačních systémů. Jedním z nich je LORAN, který byl vyvíjen již v průběhu 40. let 20. století a byl používán během druhé světové války.¹⁵

Dalším inspirativním projektem pro systém GPS byl v roce 1957 vypuštění Sputniku Sovětským svazem, jehož radiové vysílání bylo montováno týmem amerických vědců vedených Dr. Richardem B. Kerschnerem. Díky Dopplerově efektu vědci zjistili, že frekvence vysílaného signálu byla vyšší, když se Sputnik přibližoval a naopak nižší, když se vzdaloval. Vědci došli k závěru, že pokud znají svou polohu na Zemi, mohou určit přesnou polohu Sputniku na oběžné dráze (při známých parametrech oběžné dráhy Sputniku) pomocí měření frekvencí změny.¹⁵

V roce 1960 byl otestován vůbec první navigační systém Transit, který byl používán Námořnictvem Spojených států amerických. Systém využíval 5 družic a dokázal určit polohu jednou za hodinu. Námořnictvo v roce 1967 vyvinulo další družici Timation, která ve svém vybavení nesla do vesmíru přesné hodiny. Systém GPS je založen právě na přesném určování času.¹⁵

Pozemní navigační systém Omega je založený na porovnávání fází signálů. V 70. letech 20. století se tento systém stal prvním celosvětovým radiovým navigačním systémem.

První experimentální družice GPS Block I, byla vypuštěna v roce 1978. Nejdříve vyráběny firmou Rockwell International, nyní je to Lockheed Martin.¹⁵

4.3.2 Časový přehled

V roce 1983 bylo sestřeleno korejské civilní letadlo KAL 007 sovětským stíhacím letounem v zakázaném území. Zahynulo všech 269 cestujících. Americký prezident Ronald Regan tehdy rozhodl, že GPS bude po dokončení dostupný i k civilním účelům. Roku 1985 bylo vypuštěno dalších 10 družic do Bloku I. 14. února 1985 byla na oběžnou dráhu vynesena moderní družice Bloku II, která byla první svého druhu. V roce 1992 byl zrušen druhý vesmírný oddíl, který do té doby udržoval a řídil celý systém a byl nahrazen padesátým oddílem. 17. ledna 1994 byl poprvé v plné funkčnosti systém GPS, vypuštěním poslední 24. družice. Roku 1996 Bill Clinton oficiálně uznal GPS jako důležitý systém dvojího využití, jak pro civilní, tak pro vojenský účel. Založil Správní orgán GPS (Interagency GPS Executive Board) pro správu GPS jako národního majetku. 1998 viceprezident Al Gore oznámil modernizaci GPS přidáním dvou civilních signálů, především pro leteckou bezpečnost. 2.5.2000 byla vypnuta Selective Availability, což umožnilo civilním uživatelům přijímat plnohodnotný signál. V roce 2004 americký prezident George W. Bush nahradil

správním odgán GPS jiným – National Space – Based Positioning, Navigation and Timing Executive Committee. ¹⁵

4.3.3 *Technický popis rozdělení systému*

Existují 3 hlavní segmenty, které jsou rozděleny podle jejich funkcí. Kosmický segment tak představuje, jaký počet družic se pohybuje po oběžné dráze Země, v jaké výšce apod. Řídící segment sleduje pohyb těchto družic a získané informace zpracovává a posílá je v podobě aktualizací navigačních dat, dle kterých se seřizují satelitní hodiny. Poslední uživatelský segment je zaměřen na koncové uživatele zařízeních, které pracují s daty GPS.

Kosmický segment je tvořen GPS družicemi, z anglického Space Vehicles se můžeme někdy setkat i s označením SV. V šesti oběžných rovinách je rovnoměrně rozloženo 24 družic. Oběžné roviny jsou centrické vzhledem k Zemi. Roviny mají sklon k rovníku 55° a jsou k sobě posunuty o 60° podél rovníku. ¹⁵

Družice obíhají ve výšce 11.000 námořních mil, což odpovídá vzdálenosti přibližně 20.000 km nad povrchem Země. Každá družice oběhne svou dráhu 2x za hvězdný den, takže přeletí nad stejným místem na Zemi jednou za den. (Oběžná doba je rovna 11h 58min) tzn., že pozorovatel na Zemi uvidí družici vycházet. (pohybuje se vždy o 4 minuty dříve po stejné trajektorii). Oběžné dráhy družic jsou navrženy tak, aby z jakéhokoliv místa na Zemi bylo vidět alespoň 6 družic. ¹⁵

K lednu 2007 bylo 29 aktivních družic. 5 družic je použito pro přesnější výpočet GPS přijímačů, protože poskytují nadbytečná měření. Nadbytečnost ovšem způsobilo nesouměrné rozmístění, nicméně díky tomuto většímu počtu družic, pokud některá selže, zůstává systém plně funkční a tím se zvyšuje spolehlivost a dostupnost systému. ¹⁵

V řídicím segmentu jsou dráhy letu sledovány monitorovacími stanicemi. Havajské ostrovy, Kwajalein, Ascension, Diego Gracia a Colorado Springs, Colorado. Sledovací data (tracking information) se posílají do hlavní sledovací základny, která se nachází v letecké základně Schriever (Schriever Air Force Base) v Colorado Springs, Colorado. Základna je pod velením Leteckých sil Spojených států amerických, jmenovitě je spravována druhou vesmírnou řídicí skupinou (2nd Space Operations Squadron) 2nd SOPS pravidelně posílá GPS družici aktualizaci navigačních dat. Tyto aktualizace synchronizují družicové atomové hodiny s přesností do jedné mikrosekundy a upravují družicové efemeridy (využívá přitom pozemní antény, které jsou součástí zařízení stanic Ascension, Kwajalein, Diego Gracia a

Colorado Springs). Aktualizace tvoří Kalmanův filtr, který využívá data od pozemních monitorovacích stanic, informace o vesmírném počasí a další různé zdroje dat.¹⁵

Uživatelský segment je tvořen veškerými přijímači, které uživatelé vlastní. Ty jsou tvořeny procesorem, anténou naladěnou na frekvenci vysílané družicemi a vysoce stabilními hodinami (často s pasivní elektronickou součástí zvanou krystal). Mají display, na kterém uživatel může vidět jak rychlost, tak polohu zařízení. Přijímače jsou často označovány počtem kanálů, což značí počet družic, od kterých je schopen přijímat signál. Původně 4 – 5, dnes jsou schopny přijímat signál od 12 – 20 kanálů. Součástí GPS jsou i zařízení pro přenos dat do PC nebo jiných zařízení, například Bluetooth.¹⁵

4.4 Platooning

Veškeré komponenty a asistenční systémy, které ve společné spolupráci dělají vozidlo autonomní, s sebou nesou riziko chaosu na silnicích, ale zároveň velkou technologickou výzvu. Jedním z možných řešení je systém s názvem Platooning, který spojuje vozidla ve skupině s vysokou účinností, stejně jako vlaková souprava.¹⁹

Tato myšlenka byla již před několika lety, ale až s příchodem moderní výpočetní techniky byla přesunuta do reálného světa na testování. Nejlepším příkladem je evropský projekt s názvem Sartre (Safe Road Trains for the Environment), kde jedou tři autonomně ovládaná osobní vozidla za kamionem na skutečné silnici (Obr. 13).¹⁹

Obr.13 Platooning



(Zdroj:

<https://cnet3.cbsistatic.com/img/tPvl3pb5DA9PDSgyhTKL6HaY0qU=/770x433/2013/07/26/daaee628-67d3-11e3-a665-14feb5ca9861/Satre-platooning-photo.jpg>)

Podle Centra pro automobilový průmysl by platooning mohl zvýšit stávající kapacitu komunikací díky tomu, že by vozidla za sebou jezdila autonomně rychlostí 120 km/h stylem bumper-to-bumper (nárazník na nárazník).¹⁹

Sartre začal nikoliv na vzdálené sci-fi budoucnosti, ale již na dnešním silničním systému ve kterém má každý nárazník svou IP adresu. Využívají se řidiči v hlavním vozidle, protože Sartre mění pouze zúčastněná vozidla na silnicích, nikoliv její infrastrukturu.¹⁹

Vstup nebo výstup z jedoucí kolony může být pod kontrolou buď řidiče, nebo samotného automobilu. Vzdálenost mezi vozidly je řízena počítačem, ale řízení může být buď manuální, nebo automatické. Vozidla mezi sebou, a také s vedoucím vozidlem, komunikují pomocí bezdrátové sítě 802.11p. Výsledkem je skupina vozidel, která dosahuje o 20 % menší spotřebu paliva, než v běžném provozu.¹⁹

Do projektu Sartre byl použit autobus i nákladní vozidlo jako speciální vedoucí vozidlo a to z několika důvodů. V první řadě jsou za volantem vedoucího vozu profesionální řidiči, u kterých je pravděpodobnost bezpečné jízdy větší, než u běžného řidiče. Za druhé, použitím speciálního vozidla se zjednodušuje výsada být vedoucím kolony. A za třetí, velké vozy lépe rozrání vzduch a zlepšují tak aerodynamiku vozidlům jedoucím za ním. Osobní vozidla také dokáží efektivněji brzdit, než nákladní. Vozidla v koloně tedy budou reagovat daleko lépe, než kdyby na jejich místě bylo nákladní vozidlo.¹⁹

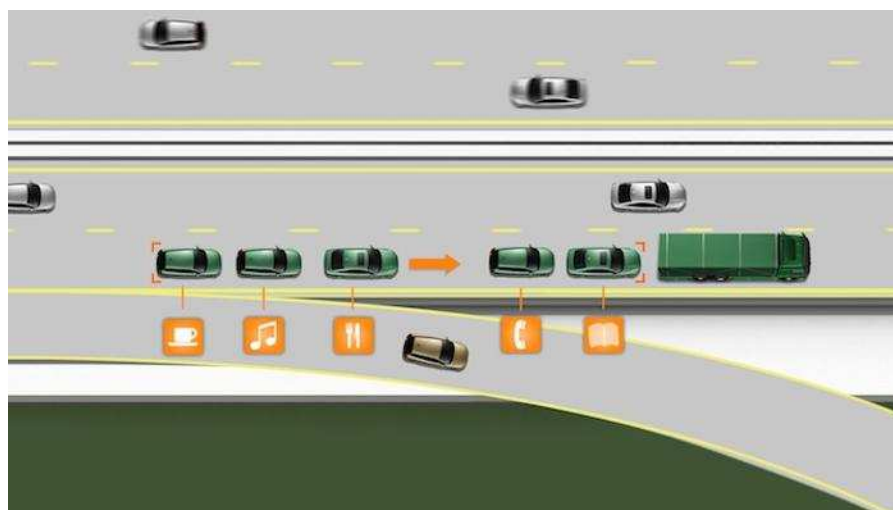
Nastává otázka, zda by nebylo lepší, kdyby vozidla jela těsně za sebou. Ve skutečnosti je lepší vozy oddělit větší mezerou, i když jen asi desetinou toho, co je doporučeno pro vozidla, která mají pod kontrolou řidiči. Optimální rozstup je tedy zhruba 6 m. Problém je v tom, že kdyby byla vzdálenost mezi vozidly menší, efekt úspory paliva by ze ztratil v neustálém brzdění a akcelerování pro udržení co nejmenší vzdálenosti. A samozřejmě bezpečnost se stává větším problémem, i když to není tak velký problém, jako udržení bezdrátového spojení s vedoucím vozem.¹⁹

Platooning s sebou přináší i vedlejší účinky. Je zde efekt zmírnění rázových vln, zrychlení a zpomalení, se kterými se na silnicích často setkáváme. Když řidič sešlápne brzdový pedál, další řidič musí často brzdit intenzivněji a třetí řidič ještě více. A tak to jde dál, až se na konci vozidla zastaví úplně. Platooning tedy tlumí rázovou vlnu, protože celá kolona funguje jako celek a brzdí všichni stejně ve stejný okamžik.¹⁹

Další výhodou je, že se na silnice vejde více vozidel. Sartre je omezen na 10 vozidel a to z důvodu řádného promíchání provozu a eliminaci blokování dálničních sjezdů.¹⁹

Jednou z hlavních výhod platooningu je, že se řidič může věnovat jiným činnostem, například čtením e-mailu nebo pouhého odpočívání, viz Obr. 14. To je ovšem prozatím technologie, která v projektu Sartre není, protože v tuto chvíli jsou řidiči stále odpovědní za kontrolu vozidla.¹⁹

Obr.14 Projekt Sartre - Platooning



(Zdroj: <https://wordlesstech.com/wp-content/uploads/2011/01/platooning-the-autonomous-road-train-3.jpg>)

Projekt Sartre pomohl vyvinout platební mechanismus, který je podobný, jako on-line zakoupení jízdenky pro veřejnou dopravu. On-line stránky pro zakoupení jízdenky v jízdní koloně umožňují zaplacení předem stanoveného místa určení a back-office sdělí, kdy a kde se v koloně může vozidlo připojit. Když se na místo setkání dostane, musí vedoucí vůz potvrdit, že se jedná o autorizované vozidlo s platnou jízdenkou.¹⁹

Samozřejmě tohle všechno je jen začátek. Existuje stále spousta závažných komplikací, jako jsou například integrace reálné silniční infrastruktury a ostatních řidičů, zlepšení automatizace natolik, aby mohli řidiči při jízdě relaxovat a zbavili se tak plného dohledu nad vozem a nechat vozidla mezi sebou spontánně tvořit systematické kolony, atd. Takže platooning dosud není připraven pro reálný provoz, ale je na dobré cestě.¹⁹

4.5 Bezpečnost autonomního řízení

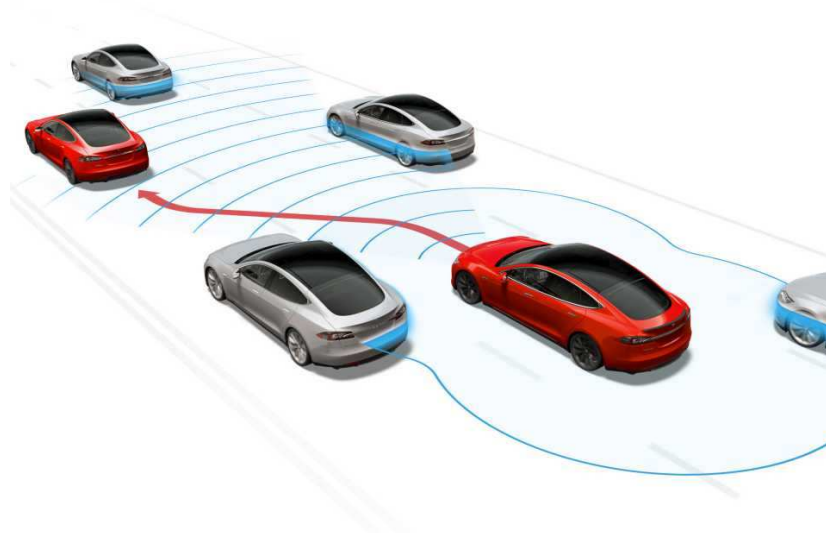
Vozy, které jsou v současné době testovány na veřejných komunikacích, jsou podrobeni zkoumáním, jestli je jejich příchod skutečně vítán, nebo si od nich udržovat bezpečnou vzdálenost z důvodu bezpečnosti. ¹⁶

Jak již bylo popsáno, autonomní řízení vozidel není úplnou novinkou. Společnost Google testuje automobily bez řidiče ve Spojených státech od roku 2009. Do současnosti se nasbíralo téměř tři a půl milionů kilometrů. Ve Velké Británii existují tři samostatné studie, které by měly být zahájeny v horizontu několika následujících měsíců. ¹⁶

Na začátku roku 2016 jedno z vozidlo flotily společnosti Google, Lexus SUV, se srazil v Kalifornii s autobusem. To však nebylo poprvé, kdy vozidlo společnosti bylo účastníkem dopravní nehody. Ale bylo to poprvé, kdy Google přiznal, že vůz byl částečně za dopravní nehodu zodpovědný. ¹⁶

Dne 7. května 2016 se stala tragická dopravní nehoda, kdy řidič s vozidlem Tesla Model S narazil do návěsu nákladního vozidla, který přejížděl silnici. Ani senzory, ani řidič si návěsu nevšimli, takže nebyly aktivovány brzdy. Čelní sklo bylo proraženo nárazem do zadní části návěsu a řidič na místě zemřel. Autopilot (Obr. 15) byl v době nárazu aktivní a podle některých zpráv se řidič díval na film v přenosném DVD přehrávači. ¹⁶

Obr.15 Autopilot Tesla Model S



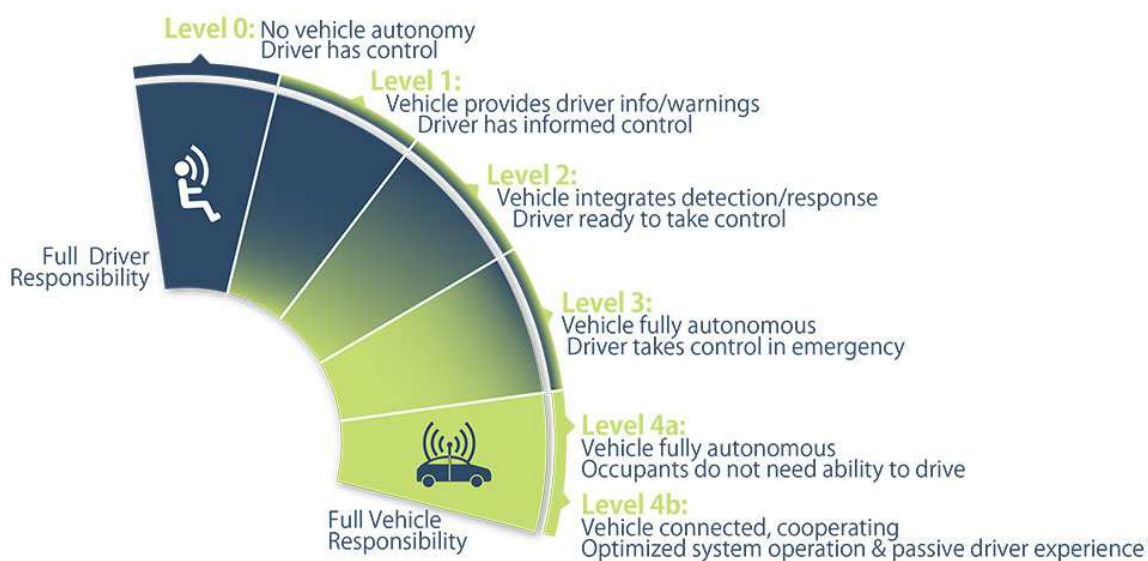
(Zdroj:

[http://whatcar.media/jpg/50/0/0/960/640/0/0/0/0/0/aspectfit/0/0/0/0/0/0/images/uploads/inline/e5e3dbc7c44fbd5e700b713d84b2e93610fa8564.jpg](http://whatcar.media/jpg/50/0/0/960/640/0/0/0/0/aspectfit/0/0/0/0/0/0/images/uploads/inline/e5e3dbc7c44fbd5e700b713d84b2e93610fa8564.jpg))

Automobilová společnost Tesla později uvedla, že se jednalo o první smrtelnou nehodu po zhruba 130 milionech ujetých mil, kdy ve vozidle byl aktivován autopilot. Přičemž ze všech vozidel ve Spojených státech je smrtelná nehoda v průměru po 94 milionech ujetých mil. Nicméně společnost přiznala, že systému se nepodařilo detekovat návěs, díky jeho výšce a takzvaných „extrémně vzácných okolností“, které umožnily, aby se vozidlo dostalo pod střední úroveň návěsu a narazilo tak čelním sklem.¹⁶

Systém autopilota společnosti Tesla nečiní Model S skutečně autonomní. Tento autopilot patří, podle americké Národní dálniční dopravy administrace bezpečí (NHTSA), do úrovně Level 2, která kombinací automatické funkce s činností řidiče. (NHTSA určila pět úrovní v rozmezí 0, což je bez jakékoliv automatizace, až na úroveň 4, což je plně automatizovaný systém, viz Obr. 16).¹⁶

Obr.16 Level 0 – 4 určeno NHTSA



(Zdroj: <http://www.leftlaneadvisors.com/wp-content/uploads/2014/06/LevelsOfAutonomyChart.jpg>)

Level 0 - vozidlo není autonomní, řidič má plnou kontrolu nad vozidlem

Level 1 - vozidlo poskytuje informace/varování, řidič má kontrolu

Level 2 - vozidlo detekuje/reaguje, řidič připraven převzít kontrolu

Level 3 - vozidlo je plně autonomní, řidič přebírá kontrolu za stavu nouze

Level 4 - vozidlo je plně autonomní, uživatelé nemusí umět řídit vozidlo

Level 2 v praxi znamená, že i když se řidič nemusí aktivně podílet na řízení vozu ať už při práci s volantem nebo ovládním pedálu, stále je zodpovědný za to, aby sledoval situaci na silnici. Klíčová definice podle NHTSA je, že se systém může vzdát kontroly nad vozidlem bez předchozího varování a musí být stále připraven bezpečně vozidlo ovládat.¹⁶

Můžeme se setkat s propagačními videi, kde jsou řidiči vozidel Tesla vyobrazeni tak, že vozidlo je v pohybu, aniž by měli ruce na volantu. To však není autopilot, který je určen k použití. Tesla poukazuje na fakt, že všichni řidiči musí vědět, že je systém aktivní.¹⁶

Autopilot je funkce, která napomáhá snížení rizika autonehody, avšak vyžaduje, aby ruce zůstali po celou dobu na volantu. Je zapotřebí, aby řidič skutečně udržel kontrolu a zodpovědnost za vozidlo, zatímco je autopilot aktivní. Pokud tomu tak není, vozidlo vždy řidiči připomene, aby vrátil ruce na volant (Obr. 17).¹⁶

Obr.17 Varování autopilota



(Zdroj:

<http://whatcar.media/jpg/50/0/0/960/640/0/0/0/0/aspectfit/0/0/0/0/0/images/uploads/inline/6b246336f01085682a46f317cf1af5323b8faa02.jpg>)

Neexistují tedy žádné ponaučení a budoucí opatření z popisované tragické nehody, které by předcházely dalším takovým nehodám. Naproti tomu se více potvrzuje potřeby řidičů lidských, při používání moderní technologie.¹⁶

Velká Británie se snaží se svými třemi projekty dohnat americké prototypy od firmy Google. Projekt Gateway (Greenwich Automated Transport Environment) bude zahrnovat sedm elektricky poháněných samo říditelných vozidel, které budou testovány na silnicích mezi Greenwich a Londýnem. Projekt je vedený společností TRL (Transport Research Laboratory). Jako největší důraz TRL bere bezesporu bezpečnost. Což v praxi znamená, že

ve vozidle bude vždy sedět řidič, který bude dohlížet na celý systém. Trasy vozidla jsou plně zmapovány. K tomu bude na vozidle nainstalován radar s rozsahem 360° a monitorovací kamerou kolem celého vozidla.¹⁶

V současnosti se nedá posoudit, jak dlouho budou testovací jízdy trvat, než bude možno, aby vozidlo dokázalo řídit zcela samostatně na všech druzích silnic. Předpoklad je deset a více let. Co se týče dálničních silnic, to je otázkou jen několika let.¹⁶

Jedná se o další fázi NHTSA pro autonomní měřítko a tím je Level 3. Což znamená, že řidiči nebudou muset stále dohlížet na automatizovaný systém a budou moci cestovat na delší vzdálenosti na určitých typech silnic. Takže řidič bude mít vozidlo zcela pod kontrolou, dokud se nedostane na dálniční síť, kde si kontrolu převezme samo vozidlo. Po opuštění dálniční silnice se opět vrátí kontrola nad vozidlem řidiči, který si dokáže poradit se složitějším a náročnějším dopravním prostředím.¹⁶

Než se takové vozidlo dostane do prodeje, vědci se budou muset vypořádat s nejtěžším problémem a tím je stát se z aktivního řidiče pasivní cestující. Každý člověk je jiný a každý reaguje a vyhodnocuje blížící se nebezpečí jinak. Intenzivnímu výzkumu je podrobována situace, kdy bude muset v nouzi řidič okamžitě zasáhnout do autonomního řízení a převzít kontrolu nad vozidlem.¹⁶

Volvo je jedním z výrobců, který se zabývá nejlepším způsobem, jak tento přechod zvládnout. Nesmí se v daných situacích vyskytnout zmatek, kdy si řidič bude myslet, že kontrolu nad vozidlem má samotné vozidlo a naopak si vozidlo nesmí myslet, že kontrolu nad vozidlem má sám řidič. Volvo bude vyhodnocovat řešení, kde řidiči stlačí dva senzory na volantu pro aktivaci a deaktivaci takzvaného IntelliSafe Autopilotu. Vůz tak bude jasně informován, kdy má převzít nebo předat kontrolu nad vozidlem.¹⁶

Potíže s částečnou autonomií se neomezují pouze na situace, kdy má přejít kontrola nad vozidlem mezi řidičem a právě vozidlem. Otázka vzniká, jak spolu budou komunikovat vozidla, pokud budou částečně autonomní a nakonec i ty plně autonomní. To je oblast výzkumu vědců z Univerzity Transport Research Institute v Michiganu. Tito vědci zjistili, že zkušený řidič využívá oční kontakt pro další jemné znamení a vyhodnocuje tak záměry ostatních účastníků silničního provozu. Bez rozpoznání těchto důležitých informací budou autonomní vozidla špatně vyhodnocovat, co se jiná autonomní vozidla chystají udělat. Vědci v tuto chvíli došli k závěru, že v přechodném období, kdy se na silnicích budou pohybovat

konvenční vozidla a vozidla s částečnou autonomií, by konvenční vozidla mohla bezpečnost ještě zhoršit. ¹⁶

Pro použití autonomní technologie je zapotřebí ji zakomponovat i legislativně. Velkým odvětvím problematiky je bezpečnost mezi autonomními vozidly s chodci a cyklisty. Odhaduje se ovšem, že úmrtí chodců po srážce s autonomními vozidly by se mohlo snížit až o 20 %. Chodci a cyklisté jsou skupiny, které budou s autonomními vozidly zápasit nejvíce. ¹⁶

Zapojení autopilota je doprovázeno varováním, aby ruce řidiče stále zůstaly na volantu a řidič tak měl stále situaci pod kontrolou. Pokud řidič bude toto varování ignorovat, autopilot se automaticky vypne. Základní funkcí Modelu S, s autopilotem, je udržení se uprostřed jízdního pruhu. Avšak řidič může změnit jízdní pruh, pokud to silniční situace bude vyžadovat. Systém takové rozhodnutí bude akceptovat a přepočítá údaje na změněný jízdní pruh. ¹⁶

V průzkumu bylo dotázáno přibližně 4.000 řidičů, zda by se cítili v bezpečí s autonomním vozidlem. Zhruba 27 % uvedlo, že by se tak necítilo, 24 % uvedlo, že by se cítili velmi nebezpečně. Méně než čtvrtina by se ovšem cítila velmi bezpečně. Necelá pětina dotázaných (19,5 %) našla velkou perspektivu nebo atraktivitu v této technologii. Téměř polovina (45 %) hodnotí nápad velmi neatraktivní a téměř čtvrtina (23 %) odpověděla, že technologie je velmi zajímavá. ¹⁶

Obr.18 Tesla Model S



(Zdroj:

<http://whatcar.media/images/uploads/news/77ffe6bf180b6e4e4d4a6f4a3ec61b81c117ae0c.jpg?width=810&resizeStyle=aspectfit&quality=90>)

Autonomní vozidla nejsou v současné době na prodej a nebudou ještě několik let. Některé vozy se ale za určitých okolností k samořízení blíží. V automobilu Tesla Modelu S (Obr. 18) se autopilot nabízí kupujícím za 2.200 liber (přibližně 69.000 Kč). Pomocí kombinací ultrazvukových senzorů, radaru a kamery po směru jízdy, může autopilot detekovat ostatní účastníky silničního provozu a zároveň i značení jízdního pruhu. To znamená, že dokáže řídit, udržovat stanovenou rychlost, brzdít a dokonce i měnit jízdní pruhy. Mercedes-Benz nabízí ve své výbavě vozů třídy E autopilota jako součást balíčku Driver Assistance Plus za cenu 1695 liber (přibližně 53.000 Kč). Tento systém byl testován inženýry tovární značky přes více než jeden milion kilometrů a nezpůsobil žádný vážný incident. I u Mercedesu systém vyžaduje, aby ruce řidiče zůstaly na volantu. Jedná se tak o pomocníka řízení, nikoliv o autonomní systém. Nicméně podle automobilky je toto krok na cestě k autonomním vozidlům.¹⁶

Také kupříkladu vozidla značky Volvo nabízejí jako standardní výbavu svůj systém autopilota na vozidlech s označením XC90 (Obr. 19), S90 a V90. Systém pracuje při rychlostech do 130 km/h. Stejně, jako tomu bylo v předchozích případech, i zde se systém automaticky vypne, pokud řidič nebude mít ruce na volantu a neuposlechne pokyny pro držení volantu. V tomto ohledu má Volvo velmi striktní pravidla a řidič tak musí zůstat stále ve střehu, s očima na silnici a soustředit se na řízení. Autonomní vozidla jsou odrazovým můstkem pro vývoj technologií, avšak to neznamená, že bude konec úmrtím a zraněním na silnicích. Ve skutečnosti to znamená, že tato vozidla s sebou přinesou svoje vlastní problémy, které nebude snadné vyřešit. V dlouhodobém horizontu je však očekáváno, že tato vozidla pomůžou k záchraně lidských životů a eliminaci těžkých dopravních nehod.¹⁶

Obr.19 Volvo XC90



(Zdroj:

[http://whatcar.media/jpg/50/0/0/960/640/0/0/0/0/0/aspectfit/0/0/0/0/0/0/images/uploads/inline/2d0aaeba626d92606dcc935fdffb1c23560434d1.jpg](http://whatcar.media/jpg/50/0/0/960/640/0/0/0/0/aspectfit/0/0/0/0/0/0/images/uploads/inline/2d0aaeba626d92606dcc935fdffb1c23560434d1.jpg))

4.6 Systém dálkového centrálního zamykání

V souvislosti s bezdrátovým ovládáním vozidel je zapotřebí dotknout se problematiky centrálního zamykání vozidel. Jedná se o ochranu proti krádeži a neoprávněnému užívání.¹⁸

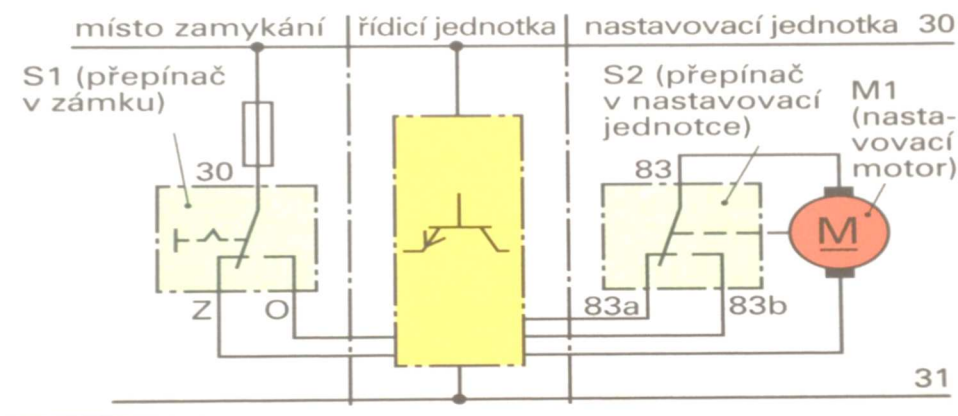
4.6.1 Centrální zamykání

Zamknutí nebo odemknutí vozidla je možno provést například z pozice dveří řidiče, spolujezdce nebo víka zavazadlového prostoru. Mimo jiné lze také centrálním zamykáním automaticky zajistit jak okna dveřních, tak okna střešního. Pokud bude klíček ze zapalovací jednotky vyndán, funkce oken zůstává po určitou dobu aktivní. K takovým úkonům je zapotřebí, aby ve vozidle byla i nastavovací jednotka.¹⁸

4.6.2 Elektrické centrální zamykání

Pomocí elektrického centrálního zamykání, vozidlo díky ovládání nastavovacích motorů provádí základní funkce zamykání a odemykání dveří vozidla. Ovládání je prováděno většinou dvěma přepínači, z čehož se jeden nachází v nastavovací jednotce a druhý v zámku dveří.¹⁸

Obr.20 Zapojení nastavovacího motoru



(Zdroj: Gscheidle R. - Příručka pro automechanika, str. 603)

Zjednodušený plán zapojení na Obr. 20 zobrazuje spolupůsobení. Otočením klíče se mechanicky ovládá zámek a přepínač S1. Ten je umístěn např. ve dveřích řidiče nebo spolujezdce. Takto se mohou ovládat řídicí jednotkou všechny nastavovací motory.¹⁸

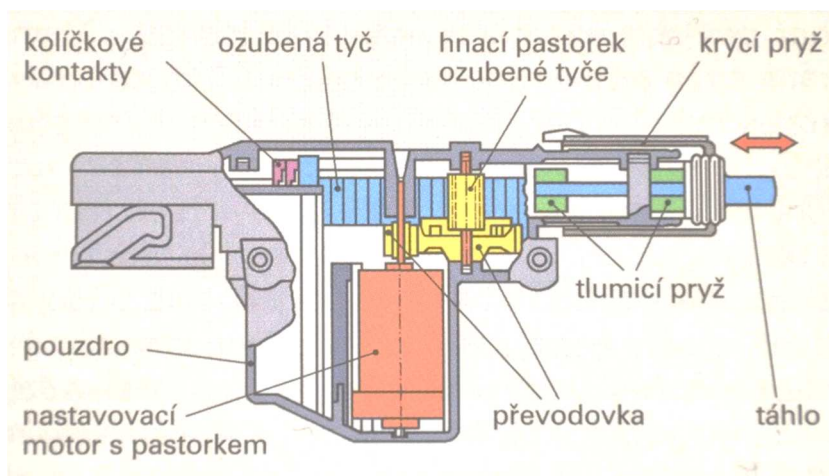
Přepínač S1 má dvě polohy: (Z) zamknuto a (O) odemknuto. Přepínač S2 je většinou integrován do nastavovací jednotky a je ovládán přes převodovku motoru nebo řídicí tyč. Vypíná nebo zapíná spínač koncové polohy se dvěma polohami zapnutí nastavovací motor. Řídící signály jsou přes sběrníkový systém nebo kabeláž přenášeny k řídicí jednotce.

Zamknutí (Obr. 20). V přepínači S1 se otočením klíčku spojí svorka Z a svorka 30. Tento impuls pošle řídicí jednotce signál, aby svorku 83a zásobila napětím. Nastavovací motor M1 je v chodu. V přepínači S2 zůstanou svorky 83a a 83 tak dlouho spojeny, dokud zamykání nedosáhne koncové polohy a spojení 83a a 83 se nepřeruší nastavovacím motorem M1. Motor se zastaví.¹⁸

Odemknutí. V přepínači S1 se opačným otočením klíčku S1 spojí svorka O a svorka 30. Tento impuls signalizuje řídicí jednotce, aby zásobila napětím svorku 83b. Nastavovací motor M1 nyní běží v opačném směru. V přepínači S2 zůstanou svorky 83b a 83 tak dlouho spojeny, dokud odemykání nedosáhne své koncové polohy a spojení 83b a 83 se nepřeruší nastavovacím motorem M1. Motor se zastaví.¹⁸

Elektricky ovládaná nastavovací jednotka (Obr. 21). Zámek je ovládán v bodě centrálního zamykání mechanicky klíčem tak, že například pro odemykání táhlo přenáší, přes ozubenou tyč a několik ozubených kol, pohyb pro odemykání skrze nastavovací jednotku. Přepínač S2 je nastaven mechanicky do koncové polohy pro odemknutí. Nastavovací motor je v tu chvíli bez proudu. Skrze kolíčkové kontakty je předán řídicí jednotce impuls odemykání. Poté jsou nastavovací motory ostatních jednotek připojeny k napětí a odemknou.¹⁸

Obr.21 Nastavovací jednotka



(Zdroj: Gscheidle R. - Příručka pro automechanika, str. 603)

Systém s infračerveným dálkovým ovládním (Obr. 22). Zde se může navíc zamykat a odemýkat infračerveným signálem ze vzdálenosti až cca 6 metrů.¹⁸

Obr.22 Systém s infračerveným dálkovým ovládním



(Zdroj: Gscheidle R. - Příručka pro automechanika, str. 605)

Princip činnosti. Infračervený vysílač pomocí infračervených vln vysílá signály k přijímací jednotce infračerveného dálkového ovládním. Infračervená řídicí jednotka je spojena s přijímačem. Řídící jednotka skrze relé zjistí zpětné hlášení zamknutí, zda jsou dveře vozidla odemknuty nebo zamknuty. Jestliže se vůz uzamkne, je to řidiči ohlášeno např. zablikáním směrových světel. Tato informace je, mimo jiné, dále předána do vlastní řídicí jednotky s kombinovanými funkcemi. Ta je spojena sběrnicí CAN s pneumatickou řídicí jednotkou. Pneumatická řídicí jednotka vytváří elektropneumatickému centrálnímu zamykání potřebný podtlak nebo přetlak, aby bylo zamykání umožněno.¹⁸

Systém s radiovým dálkovým ovládním. Systém radiových vln lze použít pro ovládním nastavovacích jednotek. U radiových vln nemusí být vysílač nasměrován na přijímač. Zapnutí alarmu i zamknutí vozidla je prováděno skrytě. Radiové vlny mají vysokou ochranu proti dekódování signálu nepovolanými osobami. I samotný kód může být velmi složitý.

Systém s radiovým dálkovým ovládním s automatickým otevřením (keyless-go).

U toho systému není potřeba, aby k vozidlu, jak pro odemknutí, zamknutí nebo samotného nastartování motoru, byla potřeba klíčku. S tímto systémem má řidič u sebe klíč elektronický, není potřeba s ním jakkoli manipulovat a pro odemknutí stačí vzít za některou kliku. Kapacitní snímač umístěný v klice dveří zjistí, že se někdo snaží otevřít vozidlo, a vyšle řídicí jednotce signál, který opravňuje ke vstupu do vozidla a následnému spuštění motoru. Řídicí jednotka zahájí indukční testování imobilizéru v elektronickém klíči. Zamknutí se provádí stisknutím tlačítka na klice. ¹⁸

Obr.23 Keyless-go



(Zdroj: https://i.ytimg.com/vi/bGF4_4-Uokc/maxresdefault.jpg)

Princip činnosti. Antény uvnitř i vně vozidla detekují elektronický klíček s oprávněním přístupu, zároveň vysílají radiový signál s kódovou výzvou a identifikačním číslem ke spárování informací s imobilizérem. Jestliže spárování proběhne, dveře se odemknou. Vnější oblast vozidla zajišťuje detekci klíče v této oblasti. Odemykání a zamykání je umožněno pouze tehdy, pokud je elektronický klíč v této oblasti přítomen. Vnitřní oblast detekuje elektronický klíček pro startování motoru. V takovém případě postačí, pokud se klíček nachází uvnitř vozu a po stisku startovacího tlačítka motoru se zahájí indukční ověřování prostřednictvím antén uvnitř vozu. Jestliže proběhne pozitivní identifikace, motor se nastartuje a elektrickým blokováním sloupku řízení je řízení uvolněno. Řidič při takovém startování musí sešlápnout pedál spojky nebo brzdy. ¹⁸

5. Praktická část práce

Úvodem praktické části práce je ustanovení Českého radiokomunikačního ústavu, jaký rozsah pásma je povolený pro přenos dat bezdrátových signálů. Dále je zpracováno měření bezdrátových přenosů dálkových ovladačů centrálního zamykání vozidel. Testování jejich rozsahu, zda splňují stanovený rozsah využití bezlicenčního pásma ISM 433.

Celé měření proběhlo ve standardních podmínkách podle normy ČSN EN 61326-1. Bylo bráno v potaz rozdělení frekvenčního pásma ISM 433. Toto pásmo je platné podle ustanovení Českého telekomunikačního úřadu, který dále rozděluje využití licenčních a bezlicenčních frekvenčních pásem. Určuje, jaké zařízení mohou v daných rozděleních signály vysílat, kvůli předcházení vzájemného překrývání signálů.

Předmětem úpravy této části článku o využívání radiového spektra, č. PV-P/15/04.2016-7 pro pásmo 380 – 470 MHz je stanovení podmínek využití radiového spektra a stanovení technických parametrů. A to jak pro zařízení provozovány mimo radiokomunikační služby, tak pro samotné služby radiokomunikací.¹⁷

V oddílu 2, článku 5 je uveden současný stav v podmínkách pro zařízení, která jsou provozována mimo radiokomunikační služby.¹⁷

Úsek 430 – 430,45 MHz je určen pro dálkové ovládání lesních strojů, železničních vlečků, průmyslových vah, jeřábů a jiných mechanismů. Jedná se o nepersonální komunikaci označované jako datové stanice, datové spoje, stanice pro přenos dat, M2M (z angl. Machine-to-Machine). Využívání kmitočtů je možné pouze na základě všeobecného oprávnění č. VO-R/10/05.2014-3 k provozování zařízení krátkého dosahu a k využívání kmitočtů.¹⁷

Úsek 433,05 – 434,79 MHz lze využít pro neurčité zařízení krátkého dosahu SRD (z angl. Short Range Device). Využívání těchto kmitočtů je také povoleno na základě všeobecného oprávnění č. VO-R/10/05.2014-3. Úsek je také možno využít pro průmysl, vědecké a lékařské účely ISM (z angl. Industrial, Scientific and Medical), jedná se o využití radiových přenosů pro účely jiné, než pro přenos informací, jako je osvětlení, technologický ohřev, vaření a podobně. Rušení, které vzniká provozem aplikací ISM musí být omezeno na minimum.¹⁷

Před samotným měřením se musí stanovit základní signál bezdrátového přenosu. V tomto případě bude rozsah 433 – 434,79 MHz. Tato hypotéza bude po skončeném měření buď potvrzena nebo vyvrácena.

Bezdrátový přenos byl měřen na dálkových ovládacích klíších od vozidel značky Škoda, Toyota, Alfa Romeo a Mercedes-Benz. Dále bylo použito měřicí zařízení Spectan HF 6060 (Obr. 24), na kterém byly nastaveny hodnoty:

Šířka pásma (Bandwidth)	1 MHz
Počet vzorků za cyklus (Samples)	500
Čas odběru vzorku (Sampletime)	20 ms

Obr.24 Spectan HF 6060



(Zdroj: <https://www.wifi-shop.cz/img.asp?attid=173>)

Měření probíhalo tak, že byly postupně mačkány dálkové ovladače od vozidel v místě vysílaného signálu pro zamykání a odemykání a to ve vzdálenosti přibližně 0,5 m od spektrálního analyzátoru Spectran HF-6060, který přímo směřoval na dálkové ovládání. Byla zjištěna abnormalita, kdy při různém natočení dálkového ovládání, ale stále v přímém

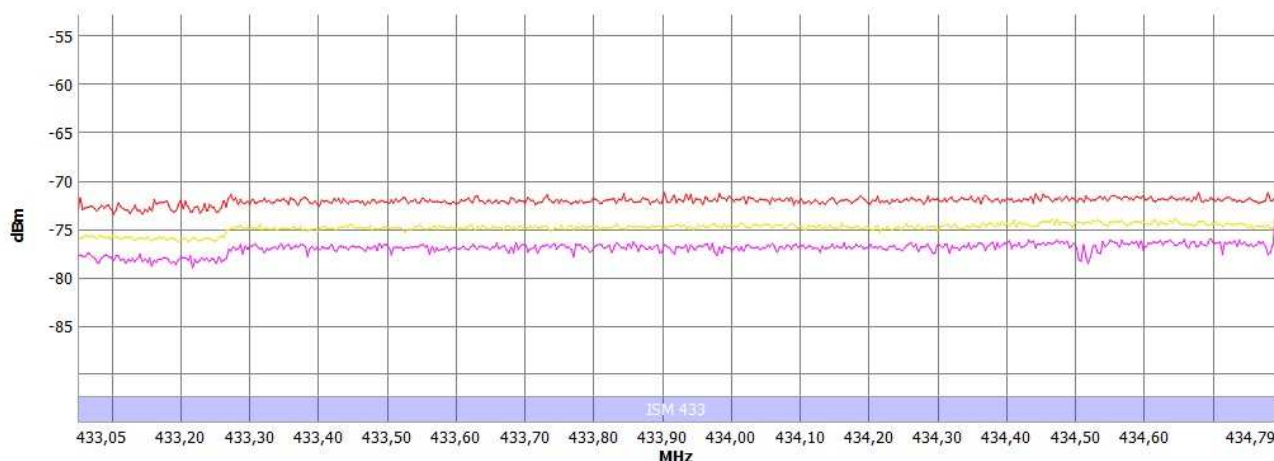
směru se spektrálním analyzátozem, bylo zaznamenáno různé síly signálu. Pomocí softwaru byly vytvořeny grafy, které měly různé průběhy, lišící se podle značky vozu. Cílem měření bylo dosáhnout co nejpřesnějšího celkového průběhu signálu v daném rozsahu měření.

5.1 Měření střední hodnoty elektromagnetického rušení

První měření probíhalo v laboratoři Technické fakulty, České zemědělské univerzity. Nejdříve byla naměřena střední hodnota signálu. Takové měření je nutné pro kontrolu klidného stavu a ujištění se, zda signál není něčím rušen. Na Obr. 25 je vidět klidný průběh měření střední hodnoty, jen s drobným vychýlením kolem hodnoty 434,50 MHz, což mohlo být způsobeno vzdáleným zachycením signálu dálkového ovládání jiného vozu. Nastavené pásmo ISM 433, s běžným rozsahem 433,05 MHz až 434,79 MHz, bylo pro všechna měření stejné. Každé měření zachytilo několik stovek informačních dat, za průměrnou dobu 30 min.

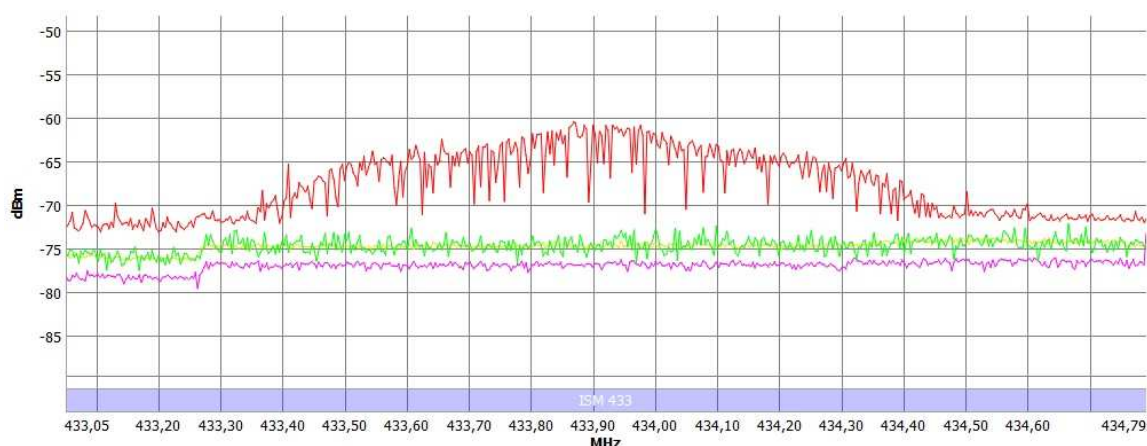
U všech měření střední hodnoty jsou výstupem grafy, kde je vidět, zda bylo zjištěno nepříznivé rušení. Červená barva znázorňuje maximální dosaženou hodnotu měření, fialová pak minimální hodnotu. Žlutá je zástupcem průměrné střední naměřené hodnoty.

Obr.25 Střední hodnota - laboratoř ČZU



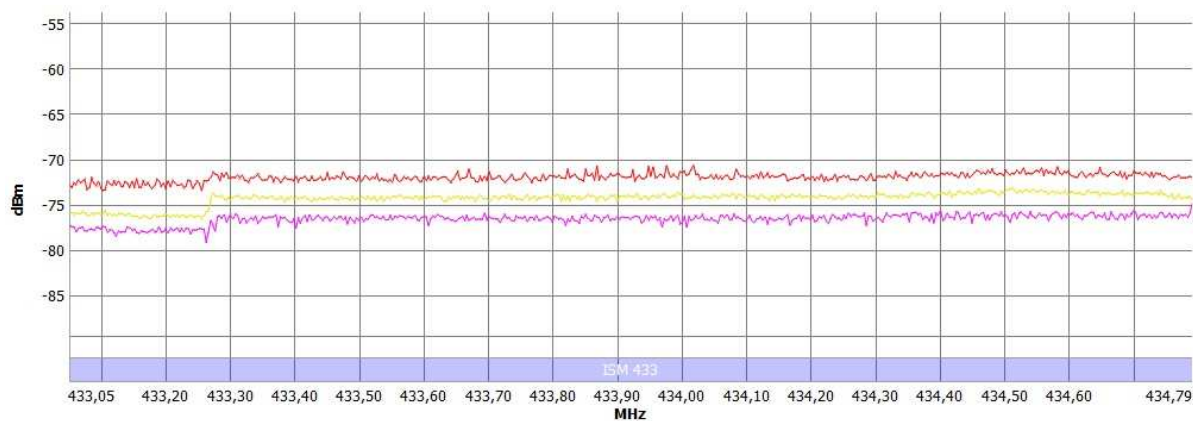
Další měření bylo prováděno ve 4. poschodí běžného panelového domu s parkováním před domem, kde je velká koncentrace vozidel s dálkovým ovládáním centrálního zamykání. Z Obr. 26 je patrné veliké rušení při měření střední hodnoty, což mohlo být způsobeno zachycením signálu dálkového ovladače zcela jiného vozidla, než právě měřeného. Jak je ale uvedeno níže, na samotné měření tato abnormalita neměla žádný vliv. Zde zelená barva představuje momentální hodnotu přijímaného signálu.

Obr.26 Střední hodnota - byt č. 1



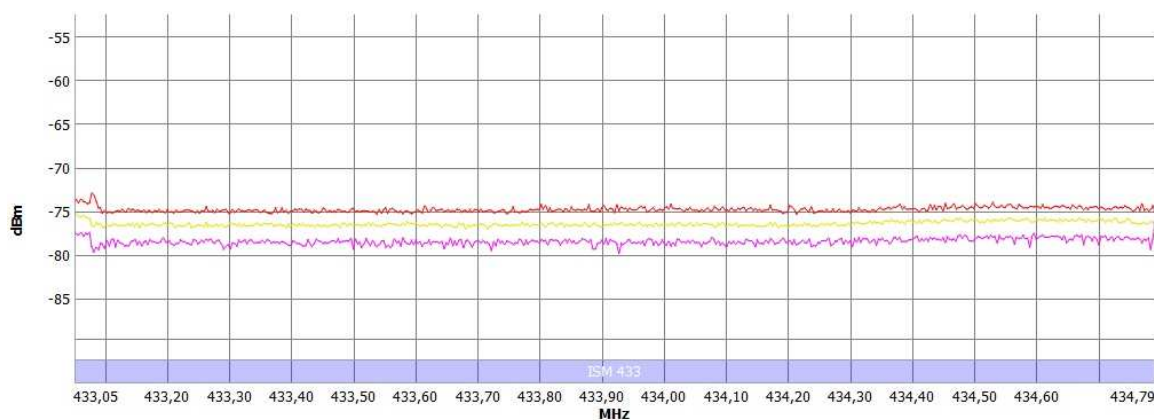
Následující měření bylo prováděno asi 300 m od předešlého. Jednalo se také o běžný panelový dům, ovšem v 6. poschodí. Zde byly naměřeny 3 různé dálkové ovladače od výrobce vozů Škoda. Nebylo zaznamenáno výraznějších rušení, jako tomu bylo při předchozím měření – Obr. 27.

Obr.27 Střední hodnota – byt č. 2



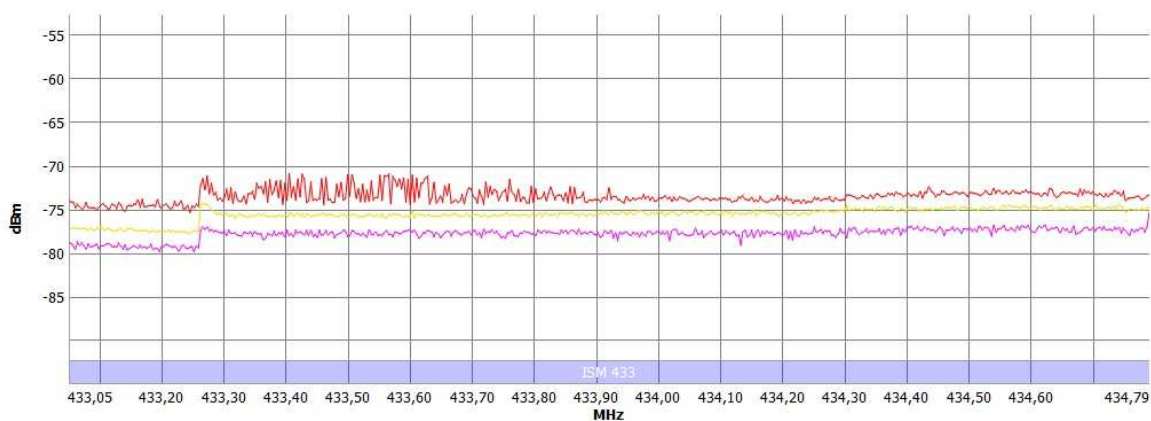
Pro další měření bylo vybráno místo autorizovaného prodeje a servisu vozů Škoda v Táboře. Zde byly zapůjčeny 4 dálkové ovladače centrálního zamykání. V první řadě byla opět změřena střední hodnota signálu, kde nedošlo k žádnému narušení, viz Obr. 28.

Obr.28 Střední hodnota Show room Škoda



Poslední měření probíhalo v lokalizaci čtvrti rodinných domů v Táboře. Uvedena je charakteristika střední hodnoty. Pásmo ISM 433 bylo v běžném rozsahu pro střední hodnotu. I v tomto případě byla jako první měřena střední hodnota pro zjištění rušivých elementů. Dle Obr. 29 je vidět, že v rozsahu přibližně od 433,25 MHz do 433,90 MHz bylo zaznamenáno mírné rušení signálu v jeho maximální hodnotě. Pro samotné měření tento ruch neměl žádný vliv.

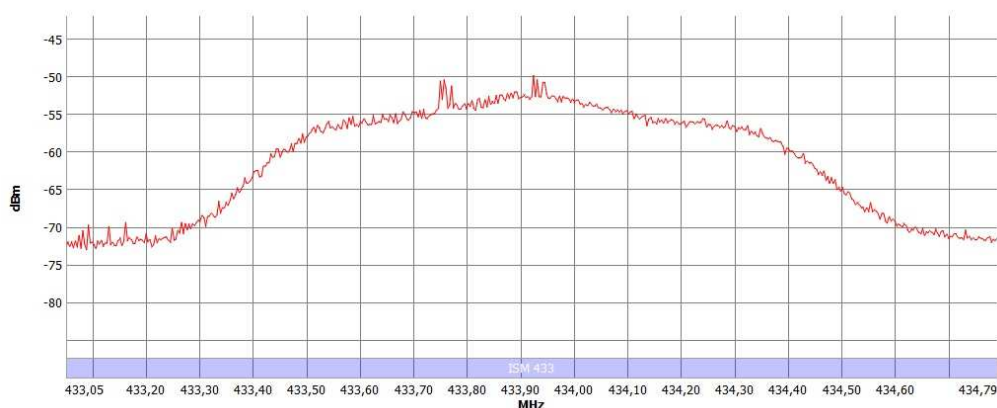
Obr.29 Střední hodnota Rodinný dům



5.2 Měření přenosů u dálkových ovládaní vozidel

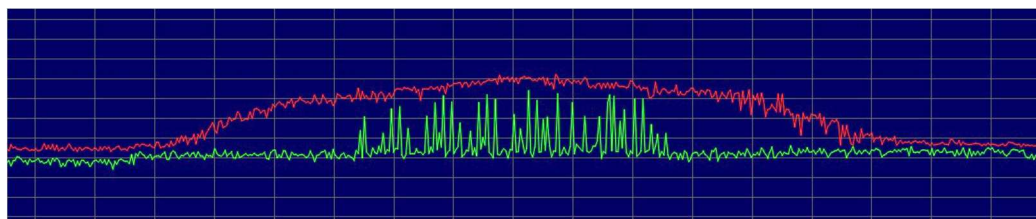
Dalším krokem bylo již samotné měření vysílaného signálu dálkového ovládaní centrálního zamykání vozidel. Na Obr. 30 je vidět průběh signálu klíčku od vozu Hyundai i30. Zaznamenaný signál je správně v rozmezí uváděný Českým telekomunikačním ústavem. Zde bylo zaznamenáno přibližně 3.000 hodnot.

Obr.30 Charakteristika Hyundai i30



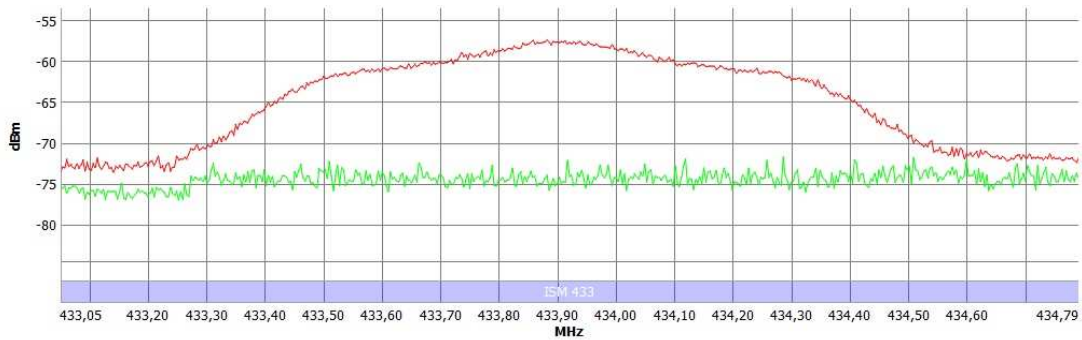
Na následujícím Obr. 31 můžeme pozorovat, jak se chová signál (zelený průběh) vypuštěný dálkovým ovladačem vozu Hyundai i30 v momentě zmáčknutí tlačítka pro zamknutí a okamžitého puštění.

Obr.31 Signál Hyundai i30



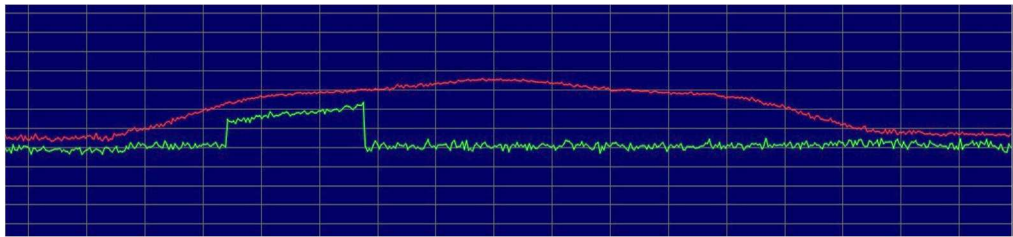
V dalším Obr. 32 je patrná čistější charakteristika celkového signálu, než tomu bylo u předchozího vozidla. Jedná se o dálkového ovládaní Mercedes-Benz CLK a také zde byl signál zachycen v předepsaných hodnotách ISM 433.

Obr.32 Charakteristika Mercedes-Benz CLK



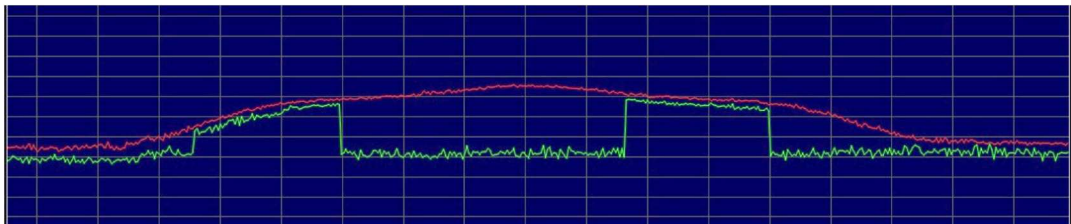
I zde se může podívat na průběh vysílaného signálu z dálkového ovládání. Bylo zkoušeno jak pouhé zmáčknutí, tak podržení tlačítka pro zamykání vozu, ovšem průběh signálu byl stále stejný a naměřeno bylo okolo 1.200 hodnot.

Obr.33 Signál 1 Mercedes-Benz CLK



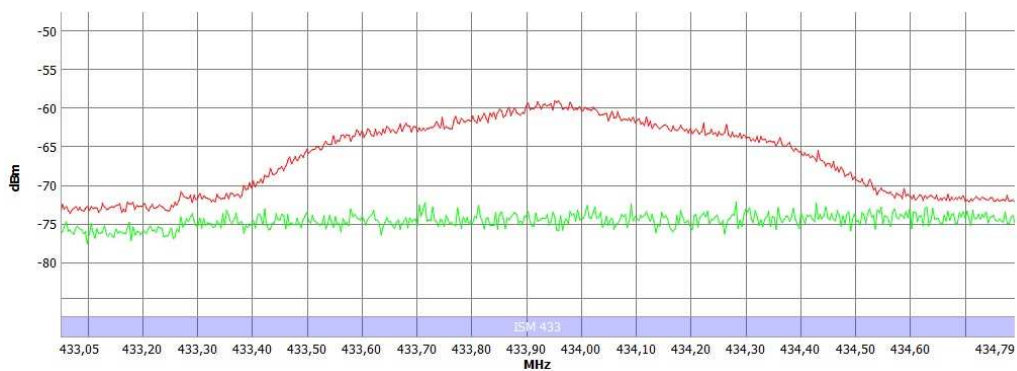
V ojedinělých případech a zcela náhodně se objevoval další signál, který následoval bezprostředně po vyslání základního signálu. S největší pravděpodobností se jedná o bezpečnostní signál.

Obr.34 Signál 2 Mercedes-Benz CLK



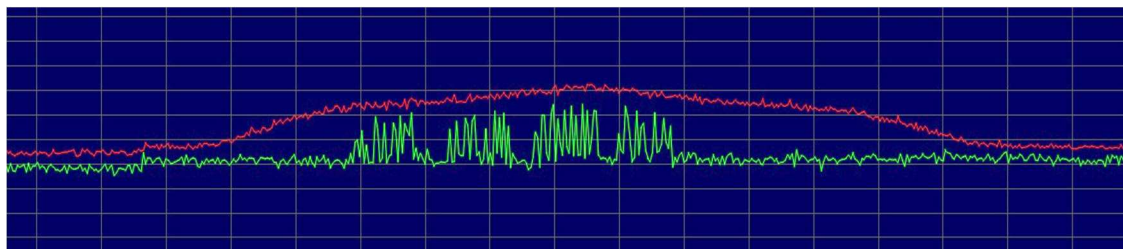
Jako poslední měření v laboratoři bylo měření dálkového ovladače centrálního zamykání vozu Alfa Romeo 159. Naměřeno bylo přibližně 1.200 hodnot, jako tomu bylo u předchozího měření.

Obr.35 Charakteristika Alfa Romeo 159



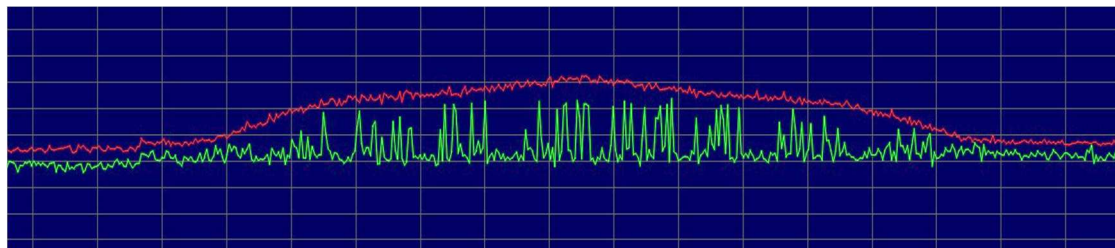
Signál tohoto vozu byl zaznamenán také po zmáčknutí tlačítka, jeho chování vidíme na Obr. 36.

Obr.36 Signál 1 Alfa Romeo 159



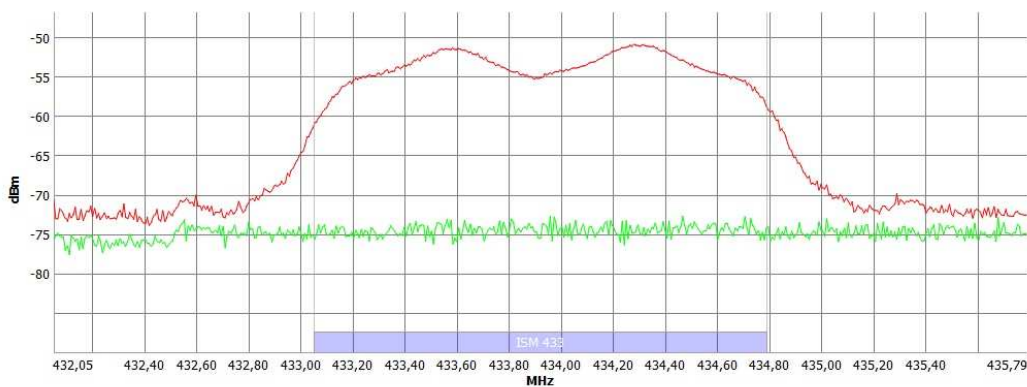
První odlišnost průběhu chování vysílaného signálu byla zaznamenána právě u tohoto dálkového ovladače. Zatímco u předchozího Obr. 36 bylo chování zaznamenáno pouhým stisknutím tlačítka, v následujícím Obr. 37 bylo chování zaznamenáno při držení tlačítka. Signál byl tedy vysílán po celou dobu zmáčknutého tlačítka. To se u předchozích ovladačů nepotvrdilo.

Obr.37 Signál 2 Alfa Romeo 159



Po změně lokalizace bylo na tomto místě měřeno pouze jedno dálkové ovládání centrálního zamykání od vozidla Toyota Auris. Charakteristika celkového signálu je velmi odlišná od měření předchozích. Ovšem je třeba si povšimnout, že musel být zvětšen rozsah měřené frekvence. Pokud by byl ponechán běžný rozsah pásma ISM 433, graf by byl neúplný. Rozšíření bylo provedeno od 432,05 MHz do 435,79 MHz.

Obr.38 Charakteristika Toyota Auris



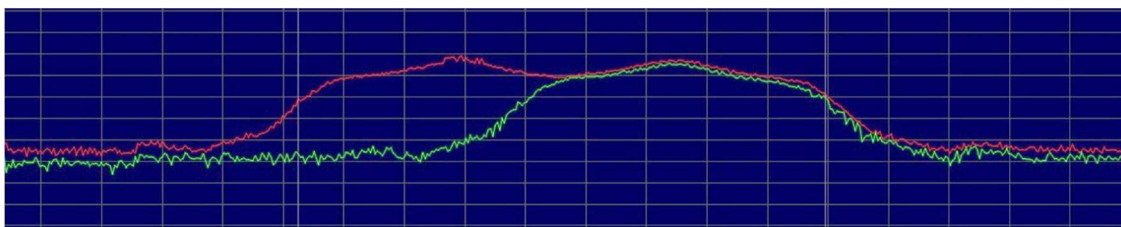
Odlišnost chování signálu je vidět na obrázku 39 a 40.

Obr.39 Signál 1 - Toyota Auris



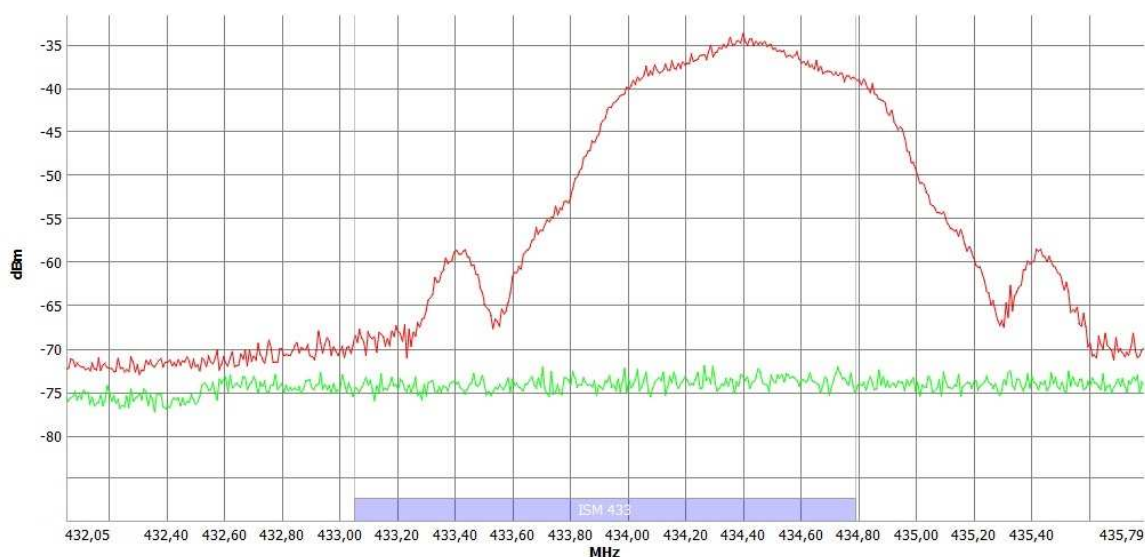
Změna průběhu vysílaného signálu byla pravidelná, kdy se chování změnilo po každém zmáčknutí tlačítka pro zamykání vozidla, jak vidět na obrázku 40.

Obr.40 Signál 2 – Toyota Auris



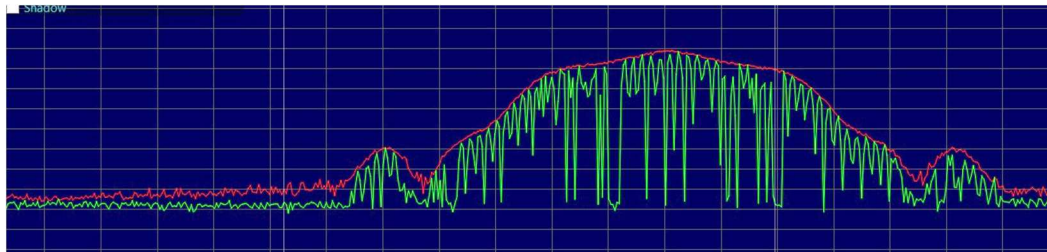
Následující 3 měření, byli vzdálené od předchozího asi 300 m. Použito bylo dálkové ovládací zařízení pro vůz Škoda Fabia třetí generace. Jak je z Obr. 41 patrné, i zde musel být rozšířen rozsah pásma ISM 433 na 432,05 MHz až 435,79 MHz. Ovšem ani tento rozsah nebyl plně dostačujícím, pro zachycení úplného rozsahu signálu. Z Obr. 41 není zcela zachycen konec vysílaného signálu od frekvenční hodnoty 435,79 MHz, ale podle posledního zaznamenaného signálu můžeme usuzovat, že signál patrně nebude zcela čistý a bude zasahovat dále mimo bezlicenční pásmo.

Obr.41 Charakteristika Škoda Fabia III



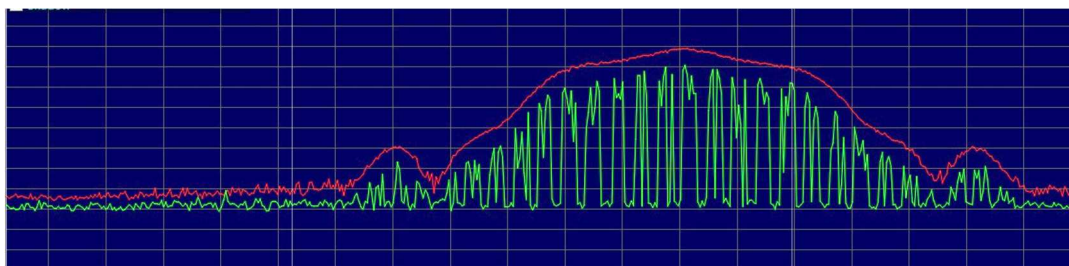
V první fázi držení tlačítka pro zamykání byl vysílající signál silný spíše v horní části celkové charakteristiky, jen s malými přerušováními.

Obr.42 Signál 1 Škoda Fabia III



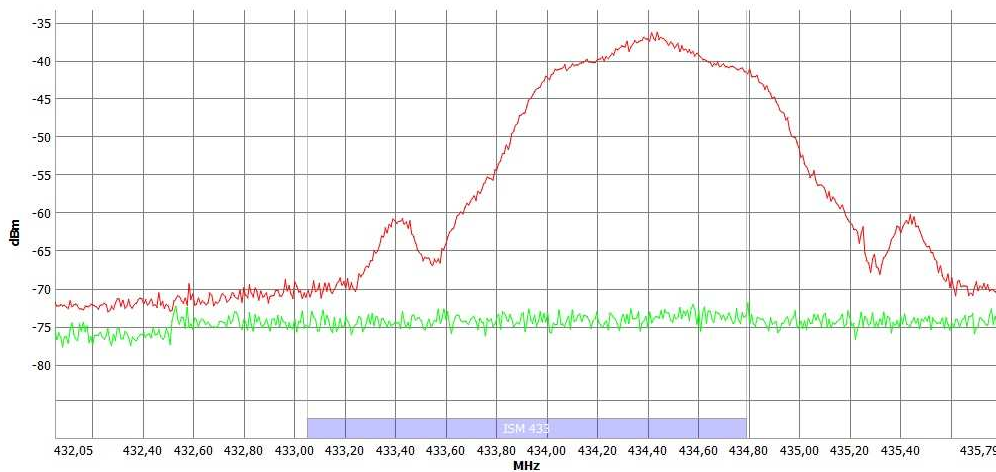
Následující Obr. 43 ukazuje, že při delším držení tlačítka pro zamykání vysílá klíček signál přibližně stejně přerušovaný.

Obr.43 Signál 2 Škoda Fabia III



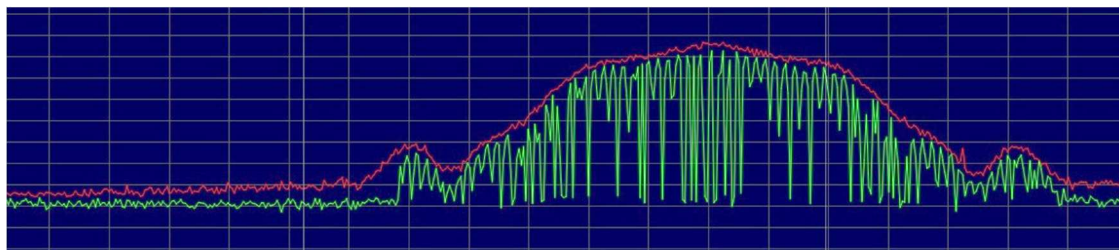
Jako druhé měření proběhlo na dálkovém zařízení vozu Škoda Octavia druhé generace. I zde, musel být pozměněn rozsah měření, jako u předešlého. Obrázek 44 ukazuje téměř totožnou celkovou charakteristiku signálu, jako u Fabie III.

Obr.44 Charakteristika Škoda Octavia II



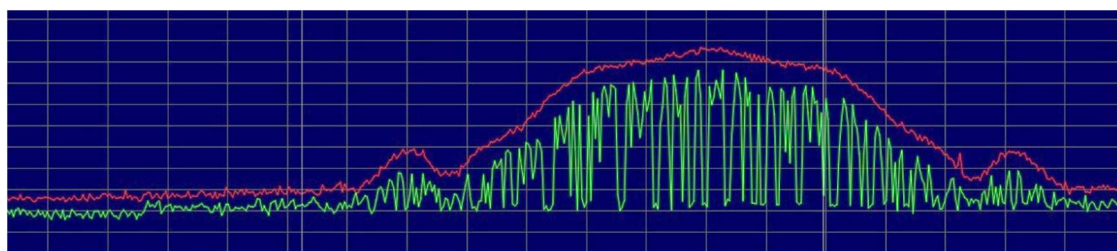
Vysílaný signál byl také téměř totožný, jako tomu bylo u Škody Fabie III.

Obr.45 Signál 1 Škoda Octavia II



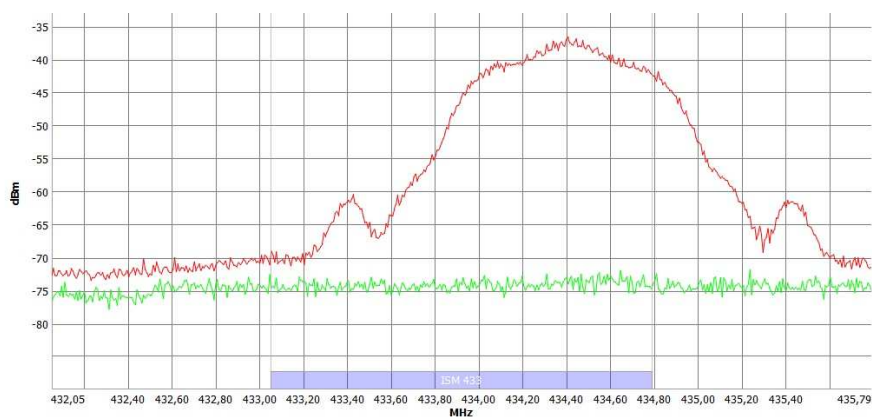
A opět jako v předchozím měření při delším přidržení tlačítka byl signál stále vysílán souvisle a se stejnými propady.

Obr.46 Signál 2 Škoda Octavia II



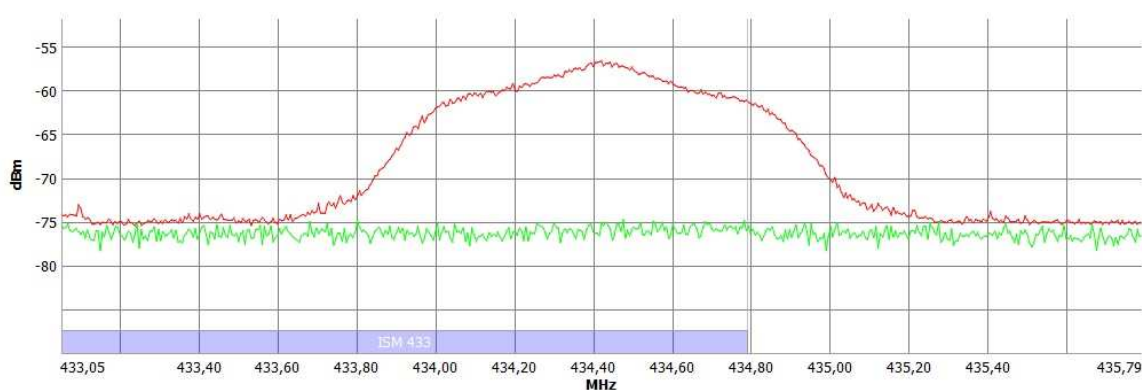
Jako poslední měření v tomto místě bylo měřeno dálkové ovládání centrálního zamykání pro vůz Škoda Superb druhé generace. Stejně, jako v předchozích dvou měřeních, také zde musel být upraven rozsah pásma, aby byl záznam čitelný.

Obr.47 Charakteristika Škoda Superb II



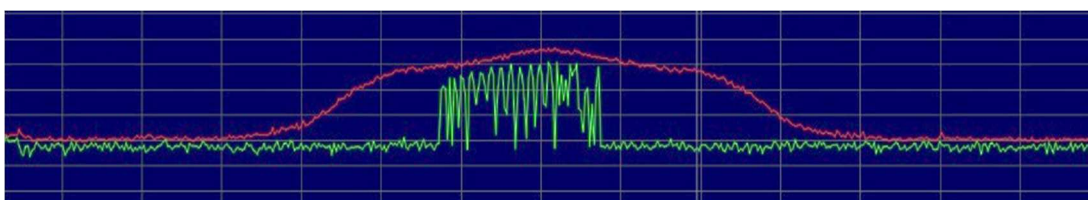
Následovala další změna lokality měření, kde bylo měřeno na čtyř dálkových ovladačů vozidel Škoda. Jako první v řadě bylo měřeno dálkové ovládání Škody Fabie třetí generace. Na obrázku 48 je vidět, že na ose x v krajních mezích je signál rozdílnější, než v případě měření stejného dálkového ovládání, viz Obr. 47. Ačkoliv se jednalo o stejnou tovární značku vozu, při tomto měření bylo použito dálkové ovládání novějšího vozu, který pro bezdrátový přenos používá mírně odlišné pásmo vysílacího signálu.

Obr.48 Charakteristika Škoda Fabia III



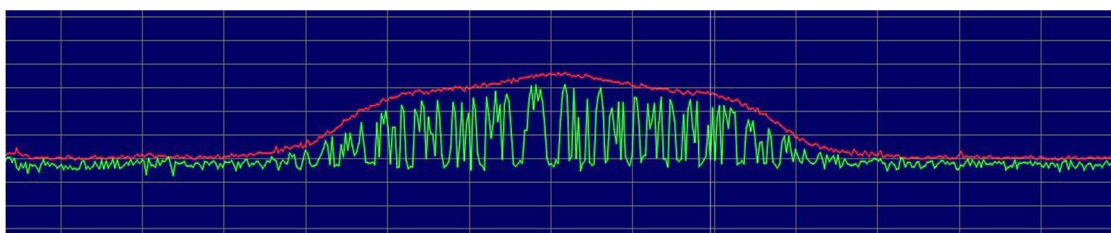
Na následujícím obrázku můžeme vidět průběh vysílaného signálu v případě, kdy bylo pouze zmáčknuto tlačítko pro zamykání.

Obr.49 Signál 1 Škoda Fabia III



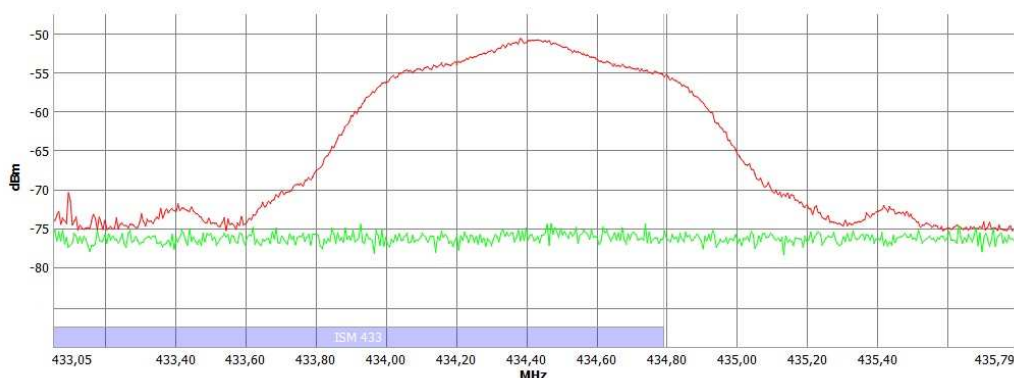
Další obrázek ukazuje průběh vysílaného signálu při stisknutém tlačítku zamykání.

Obr.50 Signál 2 Škoda Fabia III



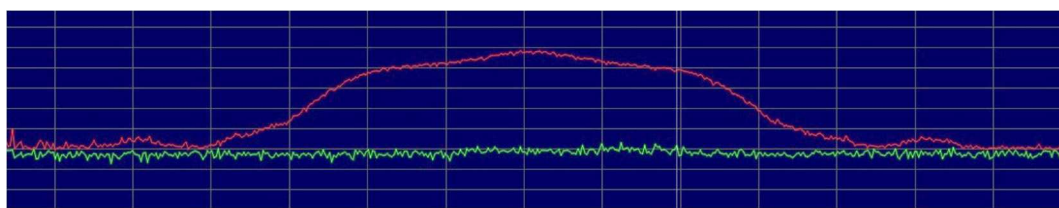
Jako další proběhlo měření na dálkových ovladačích centrálního zamykání továrních vozů Škoda Octavia III RS, Yeti, a Rapid. Změřené signály byly stejné ve všech směrech, proto jsou níže uvedeny obrázky grafů pouze Škody Octavie III RS. Opět se jednalo o nový vůz, a rozsah frekvenčního pásma je stejný, jako předchozí měření, ale odlišný od starších modelů.

Obr.51 Charakteristika Škoda Octavia III RS



Na obrázku 52 je vidět, že průběh signálu byl opět stejný s předešlým měření. Stejně tak tomu bylo v případě měření dálkových ovladačů centrálního zamykání vozů Yeti a Rapid. Proto zde není uveden jejich průběh signálu, jelikož se jednalo skutečně o totožné vysílané signály ve stejném frekvenčním rozsahu, který také musel být z jedné strany rozšířen.

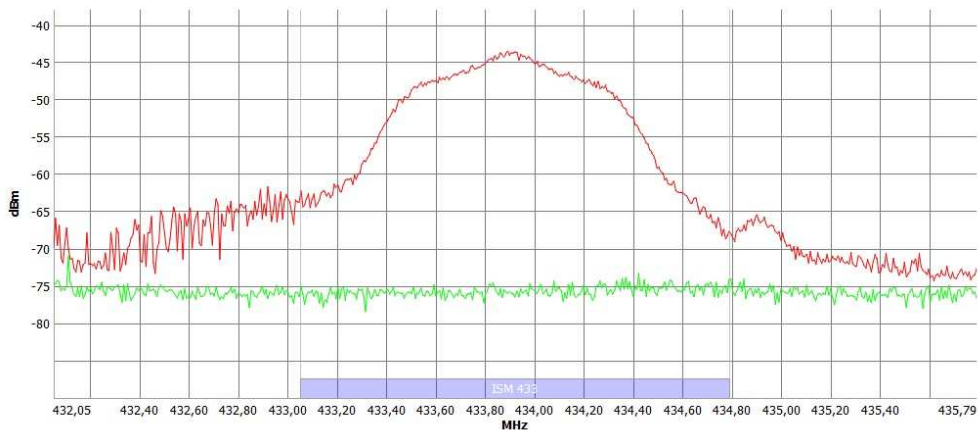
Obr.52 Signál Škoda Octavia III RS



Poslední část měření probíhala na dálkových ovladačích centrálního zamykání od vozů Toyota Verso. V prvním případě bylo vozidlo vybaveno manuální převodovkou, v druhém případě automatickou převodovkou. Rozsah pásma ISM 433, pro měření dálkových ovladačů, musel být rozšířen od 432,05 MHz do 435,79 MHz pro čitelnější grafickou vizualizaci. Samotné měření probíhala na ovladačích dvou vozidel Toyota Verso, jak již bylo zmíněno. Oba výsledky měření byly totožné, proto uvádím vizualizaci grafů pouze jednoho z nich. Jak je vidět na Obr. 53, při náběhu signálu byl zaznamenán signál

nestálý, který byl přibližně do oficiálního začátku pásma ISM 433. V konečné fázi signálu se objevuje opět mírná nestálost signálu, která byla zaznamenána také mimo rozsah pásma ISM 433.

Obr.53 Charakteristika Toyota Verso



Na Obr. 54 je vidět další možnost vysílaného signálu. Rozdílnost můžeme spatřit v typu signálu, který se velmi liší od signálů dálkových ovladačů v předchozích měřeních.

Obr.54 Signál 1 Toyota Verso



Rozdílnost je vidět i v samotném měření signálu Toyoty Verso. V předchozím případě se jedná o typ signálu, vysílaný při držení stisknutého tlačítka ovládání pro zamykání vozidla. Na následujícím Obr. 55 je patrný rozdíl, pokud bylo tlačítko pro zamykání pouze stisknuto.

Obr.55 Signál 2 Toyota Verso

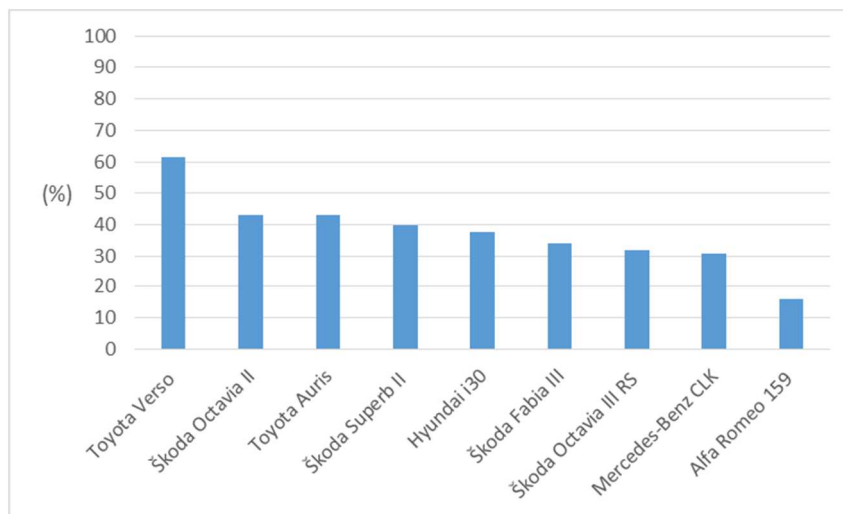


6. Výsledky práce

V dnešní době má téměř každé moderní vozidlo dálkové ovládání centrálního zamykání bezdrátovým přenosem. Pro přenos se používá frekvenční pásmo ISM 433, který jsou bezlicenční. Takové frekvence ISM jsou obvykle používány pro průmyslové, lékařské a vědecké účely. Otázkou zůstává, zda jsou bezdrátové parametry dostatečné a nepřekračují definovaný rozsah. Dalším důležitým aspektem je bezpečnost takových přenosů. Problémem pak je vzájemné prolínání a vzájemné rušení přenosového signálu, zejména pokud jsou bezdrátové sítě všude k dispozici. Jedním z největších rizik, který může nastat, je přenos dat, a daný signál je blokován jiným, čehož si koncový uživatel nemusí všimnout. V takovém případě se může stát, že se vozidlo nezamkne a to nemusí zaregistrovat ani samotný bezpečnostní systém vozidla. Vozidla, u nichž byly provedeny testy, jsou standardní vozidla používána v běžném provozu. Jednalo se o typy vozidel Hyundai, Mercedes, Alfa Romeo, Škoda a Toyota. Následně byla provedena analýza přenosu ve srovnání se standardní rušičkou. Všechny dálkové ovladače pracovaly v pásmu ISM 433. Tyto testy prokázaly, že ne všichni výrobci se striktně drží stanoveného bezlicenčního pásma ISM 433, což může mít vliv na okolní licencovaná pásma.

Na Obr. 56 je znázorněno multikriteriální zhodnocení všech naměřených hodnot dálkových ovladačů. Vstupní hodnoty byly síla signálu, jeho bezpečný přenos a využití rozsahu bezlicenčního pásma ISM 433. Výsledky na tomto obrázku znázorňují, na kolik jednotlivé ovladače splňují zadané požadavky.

Obr.56 Multikriteriální zhodnocení výsledků



7. Závěr

Bezdrátový přenos dálkových ovladačů pro centrální zamykání jsou velmi náchylní k rušení, jak z pohledu prolínání signálu z daného prostředí, tak z pohledu cíleného rušení.

Naměřené přenosy jasně ukazují, že ne všechny bezdrátové přenosy z dálkových ovladačů mají účinnou intenzitu proti rušení. Při použití bezdrátových přenosů je důležité, aby se využívala obousměrná komunikace, mezi ovladačem a vozidlem, což zvyšuje pravděpodobnost, že bude detekováno rušení pásma a zároveň bude umožněno přepnout přenos do volného pásma. Jediným problémem by pak bylo, pokud by pachatel použil takovou rušičku signálu, která by i takové frekvence dokázala detekovat.

Všechna naměřená data by měla být důležitá pro výrobce systémů vozidel, jako zpětná vazba jejich produktů. V budoucnu bude snaha o rozšíření takovýchto testů, protože spolehlivost těchto systémů je velmi důležitá a bude nutné je kontrolovat pro jejich nedostatky. V současnosti je problematika elektromagnetického rušení stále větší a velká pozornost je upínána z pohledu vědců, ale i veřejnosti. Elektromagnetické rušení roste téměř každý den a šířitelé jsou zdánlivě bezrizikový aspektem. Jedná se o domácí spotřebiče, stroje a zařízení, městské prostředí a vedení vysokého napětí, které dodává elektřinu. Není možné říci, zda se přímo jedná o přírodní katastrofu, ale má to velký vliv jak na životní prostředí, tak na funkčnost různých komunikačních technologií.

Elektromagnetické rušení se zvyšuje s rostoucí poptávkou bezdrátových technologií, což vede k velkému nárůstu používaných bezdrátových zařízení. Díky jejím vysíláním postupně vede k přetížení jednotlivých frekvencí a to vede nejen k jejím chybám, ale také někdy k úplnému vyřazení. Elektromagnetické rušení pásma ISM 433, přes který je vedena složka bezdrátových přenosů dálkových ovladačů centrálního zamykání vozidel, silně ovlivňuje jejich spolehlivost a použitelnost.

Ačkoliv společné elektromagnetické rušení, pro bezdrátový přenos dálkových ovladačů pro zamykání vozidel, je velmi riskantní, není to největší riziko. Mezi největší rizika patří nízkofrekvenční rušičky, které jsou schopny rušit probíhající komunikaci mezi několika dálkovými ovladači a vozidly a tím pak dochází k vypnutí alarmu.

Podle multikriteriálního hodnocení variant vyplynulo, že definované parametry nejlépe splňuje dálkové ovládání centrálního zamykání vozidla Toyota Verso, který využívá rozsah téměř správně rozsah bezlicenčního pásma ISM 433. Nedochozí tedy ke zbytečnému

rušení jiných zařízení. Zároveň průběh jeho výkonnostní charakteristiky se drží v maximálních hodnotách, což lze považovat za velmi silnou stránku z pohledu bezpečnosti, protože pro zachycení takového signálu by bylo za potřebí velmi výkonného rušícího zařízení.

V průměrném hodnocení se pohybují dálkové ovladače tovární značky Škoda. Jejich výkonnostní charakteristika byla vysoká a to může být považováno za dobré využití přenosu signálu. Jejich rozsah použití však mírně překračuje stanovené pásmo ISM 433, což může mít za důsledek rušení zařízení, které využívají frekvenční pásmo právě kolem rozsahu ISM 433.

Nejhůře se umístila vozidla Mercedes-Benz a Alfa Romeo. Ačkoliv jejich rozsah využití pásma ISM 433 je vynikající a vysílaný signál nezasahuje do okolních pásem, tudíž nedochází k rušení jiných zařízení, které se pohybují v těchto pásmech, ale jejich výkonová charakteristika není zdaleka tak dobrá, jako u jiných vozidel. Vysílané signály tak mohou být velmi dobře zarušeny rušícím zařízením.

8. Seznam použitých zdrojů

- [1] SAJDL, J. Front Assist [online].
[cit. 2016-12-08]. ISSN 1804-2554. Dostupné z:
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/front-assist/>

- [2] WIRED BRAND LAB. [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z:
<https://www.wired.com/brandlab/2016/03/a-brief-history-of-autonomous-vehicle-technology/>

- [3] SOUKAL, Martin. Autonomní automobily. Retrospektiva, současná situace, etické aspekty autonomních vozů. Brno, 2016. [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z:
https://is.muni.cz/th/373825/ff_b/Bakalarska_prace_-_final_qyfrbujh.pdf

- [4] MAŠEK, F. – Kdy nás auta začnou brát vážně: Historie autonomních vozidel (5. díl) [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z:
<http://www.tipcars.com/magazin-kdy-nas-auta-zacnou-brat-vazne-historie-autonomnich-vozidel-5-dil-7009.html>

- [5] IBESIP – Moderní technologie vozidel – Systémy pro bezpečnější vozidla. [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z:
<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel>

- [6] SAJDL, J. Park Assist [online]. [cit. 2016-12-28]. ISSN 1804-2554. Dostupné z:
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/park-assist-parkovaci-asistent/>

- [7] SAJDL, J. Parkpilot [online].
[cit. 2016-12-28]. ISSN 1804-2554. Dostupné z:
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/parkpilot/>

- [8] SAJDL, J. Remote Parking Pilot [online].
[cit. 2016-12-29]. ISSN 1804-2554. Dostupné z:
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/remote-parking-pilot/>

- [9] VOUSEN, M. What is lane assist? [online]. 06.11.2014 [cit. 2017-03-15]. Dostupné z:
<https://www.carwow.co.uk/guides/glossary/lane-assist-explained>

- [10] SAJDL, J. Euro NCAP – test bezpečnostních systémů AEB City [online]. ISSN 1804-2554. [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/euro-ncap-test-bezpecnostnich-systemu-aeb-city/>
- [11] DAVIES, A. Transportation – The world's first self-driving semi-truck hits the world. [online]. 05.05.2015 [cit. 2016-01-05]. Dostupné z: <https://www.wired.com/2015/05/worlds-first-self-driving-semi-truck-hits-road/>
- [12] Firemní materiály společnosti Mercedes-Benz. [online]. [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/innovation/the-long-haul-truck-of-the-future/>
- [13] WEBER, M. Where to? A History of Autonomous Vehicles. [online]. 08.05.2014 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://www.computerhistory.org/atcm/where-to-a-history-of-autonomous-vehicles/>
- [14] SCHWEBER, B. The Autonomous Car: A Diverse Array of Sensors Drives Navigation, Driving and Performance [online]. [cit. 2017-02-25]. Dostupné z: <http://cz.mouser.com/applications/autonomous-car-sensors-drive-performance/>
- [15] ČESKÝ KOSMICKÝ PORTÁL, Odbor ITS, kosmických aktivit a VaVal – Americký družicový navigační systém NAVSTAR GPS [online]. [cit. 2017-01-03]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/americky-navstar-gps/>
- [16] MOTTON, D. Are autonomous car safe? [online]. 11.10.2016. [cit. 2017-03-019]. Dostupné z: <http://www.whatcar.com/news/are-autonomous-cars-safe/>
- [17] ČESKÝ TELEKOMUNIKAČNÍ ÚŘAD, Část plánu využití radiového spektra č. PV-P/15/04.2016-7 pro kmitočtové pásmo 380 – 470 MHz. [online]. 19.04.2016 [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: https://www.ctu.cz/sites/default/files/obsah/ctu-online/44144/soubory/pv-p-150420167-sig_0.pdf

- [18] GSCHEIDLE,R. et al. Příručka pro automechanika. Praha: Sobotáles. 2001. 692 s. ISBN 80-85920-76-X
- [19] CNET, Platooning: The future of freeways is lining up. [on-line].
[cit. 2017-03.30]. Dostupné z:
<https://www.cnet.com/news/platooning-the-future-of-freeways-is-lining-up/>

Seznam obrázků

Obr.1	Da Vinciho vozík	4
Obr.2	Front Assist	5
Obr.3	Parkovací asistent.....	7
Obr.4	Park pilot	8
Obr.5	Dálkově ovládaný parkovací pilot	9
Obr.6	Lane assist	10
Obr.7	Nouzové brzdění	11
Obr.8	Freightliner Inspiration, Daimler	12
Obr.9	Autonomní vozidlo v 50. letech 20. stol	15
Obr.10	Highway Pilot.....	17
Obr.11	Future Truck 2025, Daimler	18
Obr.12	Global Positional System	21
Obr.13	Platooning.....	24
Obr.14	Projekt Sartre - Platooning	26
Obr.15	Autopilot Tesla Model S	27
Obr.16	Level 0 – 4 určeno NHTSA.....	28
Obr.17	Varování autopilota	29
Obr.18	Tesla Model S.....	31
Obr.19	Volvo XC90.....	32
Obr.20	Zapojení nastavovacího motoru	33
Obr.21	Nastavovací jednotka.....	34
Obr.22	Systém s infračerveným dálkovým ovládním.....	35
Obr.23	Keyless-go	36
Obr.24	Spectan HF 6060	38
Obr.25	Střední hodnota - laboratoř ČZU.....	39
Obr.26	Střední hodnota - byt č. 1	40
Obr.27	Střední hodnota – byt č. 2.....	40
Obr.28	Střední hodnota Show room Škoda	41
Obr.29	Střední hodnota Rodinný dům.....	41
Obr.30	Charakteristika Hyundai i30.....	42

Obr.31	Signál Hyundai i30	42
Obr.32	Charakteristika Mercedes-Benz CLK.....	43
Obr.33	Signál 1 Mercedes-Benz CLK.....	43
Obr.34	Signál 2 Mercedes-Benz CLK.....	43
Obr.35	Charakteristika Alfa Romeo 159.....	44
Obr.36	Signál 1 Alfa Romeo 159	44
Obr.37	Signál 2 Alfa Romeo 159	45
Obr.38	Charakteristika Toyota Auris	45
Obr.39	Signál 1 - Toyota Auris	45
Obr.40	Signál 2 – Toyota Auris.....	46
Obr.41	Charakteristika Škoda Fabia III.....	46
Obr.42	Signál 1 Škoda Fabia III.....	47
Obr.43	Signál 2 Škoda Fabia III.....	47
Obr.44	Charakteristika Škoda Octavia II.....	47
Obr.45	Signál 1 Škoda Octavia II.....	48
Obr.46	Signál 2 Škoda Octavia II.....	48
Obr.47	Charakteristika Škoda Superb II.....	48
Obr.48	Charakteristika Škoda Fabia III.....	49
Obr.49	Signál 1 Škoda Fabia III.....	49
Obr.50	Signál 2 Škoda Fabia III.....	49
Obr.51	Charakteristika Škoda Octavia III RS	50
Obr.52	Signál Škoda Octavia III RS.....	50
Obr.53	Charakteristika Toyota Verso.....	51
Obr.54	Signál 1 Toyota Verso	51
Obr.55	Signál 2 Toyota Verso	51
Obr.56	Multikriteriální zhodnocení výsledků.....	52