



Bezdrátové spojení zkušebního vzorku s měřicí technikou

Bakalářská práce

Studijní program: B6209 – Systémové inženýrství a informatika

Studijní obor: 6209R021 – Manažerská informatika

Autor práce: **Miroslav Černý**

Vedoucí práce: Ing. David Kubát, Ph.D., Ing.Paed.IGIP





Zadání bakalářské práce

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Miroslav Černý**
Osobní číslo: E15000265
Studijní program: B6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: B6209R021 – Manažerská informatika
Zadávající katedra: katedra informatiky
Vedoucí práce: Ing. David Kubát, Ph.D., ING.PAED.IGIP
Konzultant práce: Bc. Tomáš Zahrádka
AUREL CZ s. r. o., vedoucí ICT

Název práce: **Bezdrátové spojení zkušební vzorku s měřicí technikou**

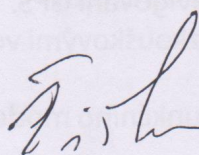
Zásady pro vypracování:

1. Vymezení základních pojmů z oblasti asistenčních systémů a navigování GPS.
2. Vytvoření funkčního návrhu komunikace na 5GHz pásmu mezi zkušebními vozy a GPS lokátorem.
3. Navržení ideálních komponent a jejich parametrů k postavení funkčního modelu.
4. Konkrétní aplikace ve firmě Aurelcz.
5. Závěrečné ohodnocení propustnosti dat u testovacích vozidel.

Seznam odborné literatury:

- DUFFY, James E. 2014. *Modern automotive technology*. 8th ed. Tinley Park: The Goodheart-Willcox company. ISBN 978-1-61960-370-7.
- W. BETZ, John. 2015. *Engineering Satellite-Based Navigation and Timing: Global Navigation Satellite Systems, Signals, and Receivers*. New York: John Wiley. ISBN 978-1118615973.
- GREWAL, Mohinder S., Angus P. ANDREWS a Chris G. BARTONE. 2013. *Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration*. 3rd ed. Hoboken: John Wiley. ISBN 978-1-118-44700-0.
- PROQUEST. 2017. *Databáze článků ProQuest* [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2017-09-28]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz/>

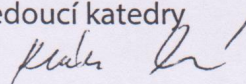
Rozsah práce: 30 normostran
Forma zpracování: tištěná / elektronická
Datum zadání práce: 31. října 2017
Datum odevzdání práce: 31. srpna 2019



prof. Ing. Miroslav Žížka, Ph.D.
děkan Ekonomické fakulty



doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D.
vedoucí katedry



V Liberci dne 31. října 2017

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Anotace

Bezdrátové spojení zkušební vzorku s měřicí technikou

Bakalářská práce se zabývá automobilovou bezpečností, převážně asistenčními systémy a zhotovením návrhu pro úpravy komunikace testovacího vozidla. V teoretické části jsou zahrnuty a popsány základní pojmy spjaté s bezpečnostními systémy, protokoly EuroNCAP, vybavením vozu a průběhem testovacích zkoušek. V praktické části je popsán proces a výběr vybavení, použitého pro zhotovení simulace propojení mezi testovacím vozidlem a SPT. Zhodnocení, které pásmo WIFI signálu a typ antény doporučují pro přenos informací o polohových datech, pro daný typ zkoušky asistenčních systémů. Konkrétně se problematika vztahuje na testování při zkouškách AEB VRU. Na závěr je provedena analýza výsledného měření a možných přínosů.

Klíčová slova

Asistenční systémy, EuroNCAP, VRU, WIFI, SPT

Annotation

Wireless connection of the test sample with the measuring technology

The bachelor thesis deals with automotive safety, mostly assistive systems and design of the communication vehicle test. In the theoretical part, basic concepts related to safety systems, EuroNCAP protocols, vehicle equipment and course of test tests are included and described. The practical part describes the process and selection of the equipment used to make the simulation of the connection between the test vehicle and the SPT. Evaluate which WIFI band and antenna type I recommend for transferring location data information for a given type of assistant system test. Specifically, I am involved in the AEB VRU testing. Finally, an analysis of the equipment status and potential benefits is made.

Keywords

Assistance systems, EuroNCA, VRU, WIFI, SPT

Obsah

Úvod	13
1. Charakteristiky Euro NCAP	14
1.1 Euro NCAP.....	14
1.1.1 Crashtests	14
1.1.2 Hodnocení testů vozidel	15
1.2 Euro NCAP asistenční systémy	16
LSS (Lane Support System)	17
1.3 Souřadnice VUT	20
2. Podmínky pro provedení zkoušek.....	21
2.1 Zkušební dráha	21
2.1.1 Okolí.....	21
2.1.2 Povětrnostní podmínky	22
2.2 Příprava testovacího vozu	23
2.2.1 Pneumatiky.....	23
2.2.2 Brzdy.....	24
2.2.3 Hmotnost vozu	24
2.2.4 Označení vozidla.....	24
2.2.5 Kamerový záznam.....	25
2.2.6 Konec testu.....	25
3. AEB.....	26
3.1.1 Princip systémů	26
3.2 Zahájení zkoušky	27
3.2.1 Cílové vozidlo.....	28

3.3	Typy zkoušek	30
3.3.1	AEB City	30
3.3.2	AEB Inter-Urban.....	32
3.3.3	AEB VRU.....	32
3.3.4	EURO NCAP PEDESTRIAN and BICYCLIST TARGET	34
4.	Navigační systém	36
4.1	GNSS.....	36
4.2	Základní princip.....	36
4.3	GPS	37
4.4	Navigace v automobilech.....	38
5.	Měřicí zařízení	40
5.1	RT –base S.....	40
5.1.1	Funkčnost navigačního zařízení.....	41
5.1.2	Zařízení v automobilu	42
5.1.3	Přenos polohových informací.....	44
5.1.4	Klimatická odolnost.....	44
5.1.5	Kompatibilita	45
5.1.6	Nastavení Antény	45
6.	Návrh komunikace mezi zkušebními vozy	46
6.1	Funkční návrh provedení komunikace	47
6.2	Navržení ideálních komponentů modelu	50
6.2.1	Zvolené vybavení.....	50
6.3	Aplikace ve firmě.....	53
7.	Závěrečné ohodnocení propustnosti dat	55

7.1.1 Ekonomický přínos	56
Závěr.....	57

Seznam OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Hodnocení EuroNCAP	16
Obrázek 2 - Asisten řízení v jídním pruhu	18
Obrázek 3 - Zobrazení os u testovacího vozidla.....	20
Obrázek 4 - Testovací dráha.....	22
Obrázek 5 - Snímání radaru při AEB	27
Obrázek 6 - Cílové vozidlo.....	29
Obrázek 7 - Zkouška asistenčních systémů.....	31
Obrázek 8 - EPT	35
Obrázek 9 - Porovnání družic GLONASS A GPS	38
Obrázek 10 - RT Base S	41
Obrázek 11 - RT 3000 ve vozidle.....	43
Obrázek 12 - TrackFi anténa	44
Obrázek 13 - Schéma měření.....	46
Obrázek 14 - Nastavení wifi módu.....	47
Obrázek 15 - Nastavení konektivity	48
Obrázek 16 - Menu propojení.....	48
Obrázek 17 - Nastavení Performance test	49
Obrázek 18 - Programy měření	53

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Ohodnocení AEB City	31
Tabulka 2 - AEB VRU přehled zkouškových parametrů	34
Tabulka 3 - RT Base S obsah balení	42

Seznam použitých zkratk

ABS	Protiblokovací systém brzdění
AEB	Autonomní nouzové brzdění
AP	Access point
EVT	Cílové vozidlo EuroNCAP
FCW	Systém upozorňující na blížící se kolizi
GB	Gigabyte
GNSS	Globální Navigační Satelitní System
LKD	Zařízení pro udržení v jízdním pruhu
MEO	Střední oběžná dráha
MSA	Manuální rychlostní omezovač
PMD	Snímač měření a detekce vzdálenosti
PT	Cílový chodec
RTK	komunikace v aktuálním čase
SPT	Jednotný pásový systém
To	Čas zahájení
TAEB	Čas aktivace funkce AEB
VUT	Zkoušené vozidlo
VRU	Zranitelný uživatel silnice

Úvod

Neustálý zájem o vozidla a s tím spojen pokrok v automobilovém průmyslu sebou nese i otázku bezpečí a bezpečnostních prvků, které zachrání jak život posádky, tak i případné oběti dopravní nehody.

V České republice ročně zemřou tisíce lidí na následky dopravních nehod. K typickým nehodám aut s chodci dochází při městských rychlostech, kdy chodec kříží cestu vozidlu. Dnešní moderní technologie nejen člověku usnadňují život, ale životy dokonce i zachraňují. Je spousta aspektů, které průměrný řidič není schopen postřehnout. Při špatné světelné viditelnosti, nepřehledné ulici či únavě řidiče je velká pravděpodobnost, že může nastat dopravní nehoda automobilu. V odvětví automobilového průmyslu si dobře uvědomují potřebu neustálého zkoumání a vylepšování. V průběhu posledních let jsou proto vozidla podrobována mnohým variacím a simulacím testů. K lepším ochranným prvkům vozidel přispívají také neustále se zpřísnující nároky na bezpečnost vozidel. Nehody s nechráněnými účastníky silničního provozu mohou vyvolat vážná zranění a řidič má jen malou reakční dobu na následné dobrzdění. V průběhu modernizace jsou dnešní dopravní prostředky vybaveny velkou škálou elektronických asistentů, které například spouští autonomní brzdění a pomáhají zamezení vzniku dopravních nehod nebo velmi rychlému upozornění na blížící se nebezpečí. Pro uskutečnění těchto testů jsou zapotřebí informace o poloze vozidla, tak informace zaslané z čidel umístěných po obvodu vozu.

Cílem mé bakalářské práce je navrhnout zlepšení kvality signálu a případné zrychlení přenosu, právě již zmíněných důležitých informací. Dále seznámení se s testováním bezpečnostních asistentů prováděných podle scénářů či minimalizaci dopravních nehod. Shrnuté informace se budou týkat především těch činností, kterými se zabývají na oddělení AEB. V praktické části provedu analýzu a návrh možných zlepšení komunikace zkušebních vzorků sloužících k testování právě zmíněných asistenčních systémů a následnou simulaci přenosu dat.

1. Charakteristiky Euro NCAP

V této kapitole bude shrnuto, co se ukrývá pod pojmem EuroNCAP, jeho hodnocení a testování vozidel.

1.1 Euro NCAP

Je to mezinárodní organizace, která se zabývá testováním především simulováním nárazů vozidel v automobilovém průmyslu. Tato společnost je na trhu již přes 20 let a za svoji dlouhou dobu trvání pomohla zachránit více než 78 tisíc životů díky prováděným crashtestům, měřením a dokumentováním chování vozu. Organizace provedla více než 630 hodnocení úspěšnosti vozů, u kterých počet překročil 1800 testovaných automobilů. Hodnota dosaženého hodnocení může velkou mírou ovlivnit i prodejnost vozidel a i proto v dnešní době výrobci automobilů nepodceňují otázku bezpečnosti vozidel.[1]

1.1.1 Crashtests

Každá nová série automobilů, by před uvedením na prodejní trh měla projít řadou bezpečnostních sérií testů, přesně mířených a kontrolovaných nárazů. Tyto testy simulují skutečnou dopravní nehodu a jejich výsledky napomáhají vylepšování a tudíž i následnému minimalizování ztrát, jako jsou zranění, úmrtí a škody na majetku způsobené dopravní nehodou. Tyto zkoušky jsou přísně střeženy, avšak jejich závěrečné výsledky jsou ukázány v Euro NCAP hodnocení. Veškeré testy jsou pečlivě nahrávány a zkoumány. Ve vozidle jsou také figuríny se senzory určující zatížení a chování lidského těla při nárazu uvnitř vozidla. Podle specifikace různých zkoušek se testy rozdělují podle přesně stanovených míst nárazu, jako jsou například:

- čelní náraz do deformovatelné bariéry v rychlosti 64 kilometrů v hodině na 40% přední části vozu
- boční náraz konstrukcí s rychlostí 50 km/h a rozměry 1500 x 500 mm
- boční náraz vozu na sloupek (254 mm) v rychlosti 29 km/h (simulace bočního nárazů do průměrně vzrostlého stromu)
- zkouška ohleduplnosti k chodcům při nárazů v rychlosti 40 km/h
- bezpečnost dětí v dětské autosedačce

- kvalita a přesnost jízdnicích asistentů [2] [20]

1.1.2 Hodnocení testů vozidel

Organizace EuroNCAP si pro hodnocení prováděných zkoušek vytvořila pětihvězdičkový bezpečnostní systém hodnocení. Toto hodnocení pomáhá nejen testovat vozy a jejich bezpečnost, ale napomáhá zákazníkům při výběru koupě vozidla. I mnohé společnosti využívají toto veřejné hodnocení pro porovnávání výrobků s konkurencí a hledání konkurenční výhody. Bezpečnostní hodnocení je směřováno na testování simulací nehod, se kterými se řidič může setkat v běžném provozu. Zkoušky jsou dělané tak, aby nastínily nehody, které vedou k poškození vozu nebo usmrcení potenciálních pasažérů i jiných účastníků dopravní nehody.

Počet hvězd je koncipován stylem, že více hvězd představuje lépe zvládnuté testování a tudíž i bezpečnější vozidlo. Ne každé vozidlo má ve své výbavě stejné vybavení, vysoký počet hvězd ukazuje i dostupnost bezpečnostního vybavení pro evropské zákazníky. Všechna vozidla nejsou povinna zveřejňovat své výsledky. Mohou nastat situace, kdy vozidlo nedostane žádnou hvězdu. To neznamena, že auto neprošlo minimálními podmínkami bezpečnosti, ale v otázce bezpečnosti se nevyrovná vozům konkurence.

EuroNCAP může mít také dvojí hodnocení. První hvězdy určují testování základního vybavení vozidla. Zákazník má představu o tom, že kdekoli v Evropské unii zakoupí takto ohodnocený vůz, má jistotu minimální záruky bezpečí, při havárii. Naopak druhé hodnocení poukazuje na automobily s dodatečně vyšším bezpečnostním standardem a modernějšími bezpečnostními prvky. Opět platí, že ne každé vozidlo má dvojí hodnocení, spotřebitel má při takto ohodnocených vozidlech větší představu o výhodách a možnostech dodatečného vybavení vozidla. Každým rokem se rozšiřuje míra zkoumaných aspektů pro testování, tudíž 5 hvězdiček z roku 2011 nemá stejnou váhu, jako ten samý počet hvězdiček v roce 2018. [1] [9]



Obrázek 1 - Hodnocení EuroNCAP

Zdroj: <https://www.smucler.cz/blog/euro-ncap/>

- 5 hvězdiček – označuje, že vozidlo má celkový dobrý výkon prokázaný v bezpečnostních zkouškách. Je dobře vybaveno technologií sloužící k vyhnutí dopravní nehody.
- 4 hvězdičky – opět dobrý výkon v ochraně před nárazem. Je možnost dovybavení technologií chránící před nárazem.
- 3 hvězdičky – průměrná, až dobrá ochrana pro posádku vozidla. Chybí technologie pro vyhýbání se nárazům.
- 2 hvězdičky – dobrá ochrana pasažérů. Chybí technologie pro vyhýbání se nárazům.
- 1 hvězdička – okrajová ochrana před nárazem.

1.2 Euro NCAP asistenční systémy

V této části bude shrnuto několik základních asistenčních systémů, které podléhají testování EuroNCAP. Od roku 2014 společnost začala hodnotit i toto odvětví systémů. EuroNCAP vyvinula testy, které doplňují veškeré legislativní požadavky, aby bylo možné hodnotit podpůrné systémy jízdní dráhy podrobněji.

LSS (Lane Support System)

Jedny z těchto asistenčních systémů jsou ty, které hlídají jízdní pruh vozidla a varují nebo zamezí jeho neúmyslnému opouštění. Stačí malý moment nepozornosti a vozidlo se může dostat mimo své jízdní pruhy. Tyto systémy sledují polohu vozidla v jízdním pruhu. Pro správný a bezpečný průběh musí řádně fungovat všechny části systému, jako jsou:

LDW (Lane Departure Warning)

Systém, který varuje řidiče při neúmyslném opuštění jízdního pruhu. Systém se aktivuje automaticky, pokud se vozidlo na dálnicích a silnicích začne blížit k jízdnímu pruhu, aniž by byla zapnutá směrová signalizační světla. Po dlouhé cestě u řidiče může nastat únava a tím neúmyslná změna směru, vedoucí k čáře signalizující hranu jízdního pruhu. Řidič si nemusí včas všimnout, že se vozidlo dostalo do nebezpečné části dopravní komunikace, jako je její hrana. Po dlouhé reakční době může řidič zpanikařit a ztratit kontrolu nad vozem.

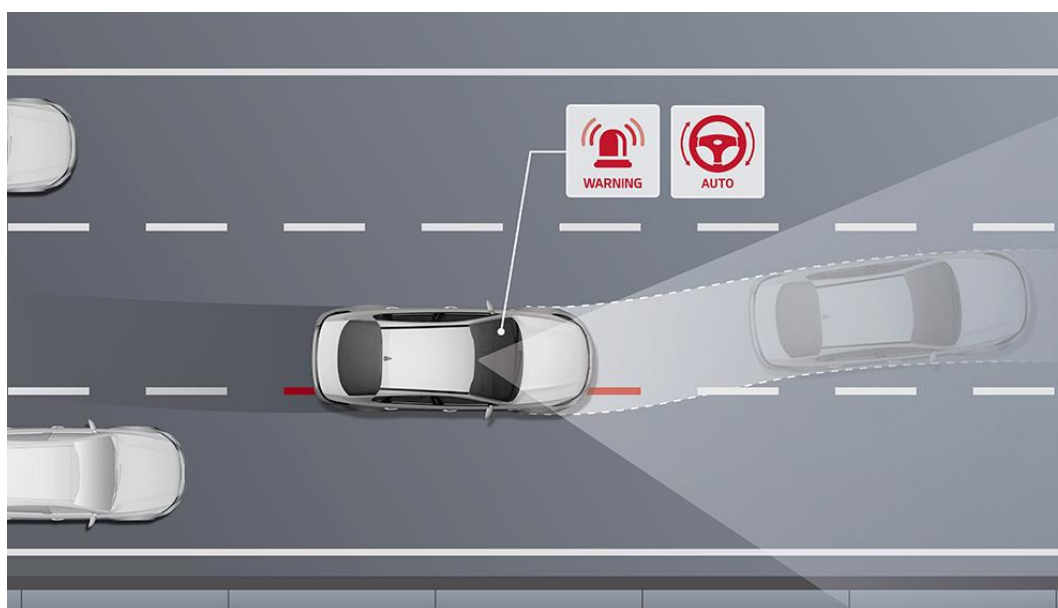
Několik výrobců vyvinulo technologii pro varování řidiče, který se blíží k jízdnímu pruhu. Řidič může být upozorněn zvukovým signálem nebo vibračním volantem, který jako by signalizoval přejezd přes zvrásněný bezpečnostní pruh. Hodnotící hledisko je tudíž překročení či nepřekročení čáry na pozemní komunikaci. Testovací rychlost činí 72 km/h a zkoumají se směry: odbočení vlevo a také změna směru do pravé strany. Dále je potřeba otestovat různé typy značení, které řidič může nacházet na komunikacích všeho druhu. Na komunikacích nacházíme značení bílou svislou čarou, přerušovanou žlutou čarou a dokonce i přerušované svítící kolíky. Pro každý typ značení je zapotřebí provést alespoň 5 platných testů. [7]

Systém LDW pracuje na principu dopředu namířené kamery, snímající aktuální situaci před vozidlem a zároveň kontroluje polohu vozidla vzhledem k jízdnímu pruhu. Řidič si může nastavit, při kterých rychlostech se asistent aktivuje. Doporučují se rychlosti vyšší než 65 km/h, kvůli eliminaci rušení v městském provozu. [4] [20]

LKD (Lane Keeping Device)

System, který při neúmyslném opuštění jízdního pruhu (pokud není dán signál o změně směru jízdy), pomůže udržet vůz v jízdním pruhu. Tento systém chrání vůz před podobnými situacemi, jako již zmíněný LDW. Jak již název v překladu naznačuje, umí tento asistent ještě více než upozorňovat na změnu trajektorie dráhy jedoucího vozidla, ale dokonce aktivně zasáhne do řízení vozidla a vrátí vůz zpět do jízdních pruhů. Dopravní prostředek kontrolovaný LKD detekuje, zda-li se objekt blíží k silniční čáře a pomalu a plynule vrací vůz zpět do optimální části vozovky. Vše musí probíhat velmi spořádaně a v poklidu, aby se zamezilo náhlé reakci zaskočeného řidiče. Vůz je ovládán brzděním jednoho kola automobilu nebo v případě elektrického řízení, přímo otočením volantu. System se zabývá boční vzdálenost mezi vnitřní stranou značení jízdního pruhu a vnějším okrajem pneumatiky.

I vozidla vybavená touto technologií nejsou nikdy bezchybná, a proto by se řidič neměl spoléhat, že automobil bude vždy ovládán plně automaticky.



Obrázek 2 - Asisten řízení v jízdním pruhu

Zdroj: http://www.kia.com/worldwide/experience_kia/drive_wise/driving_assist.do

SAS (Speed Assist System)

Další pomocný asistent, je systém starající se o správné načasování, co se týče přesné rychlosti VUT v konkrétních stanovených zkouškách.

SLIF (Speed Limit Information Function) = informace o max. povolené rychlosti.

Zařízení umístěné nejčastěji pod středovým zpětným zrcátkem. Systém je schopen rozpoznávat značky nebo radarová zařízení a informovat řidiče o správné rychlosti a díky spojení s GPS pomáhá zobrazovat informace o omezení i ostatním automobilům. Snímá rychlosti získané z následujících zdrojů:

- Kamera
- Mapové podklady (navigace)
- Kombinace kamera + mapové podklady

MSA

V anglickém jazyce název zní Manual Speed Limiter. Je to systém, který umožňuje řidiči nastavit rychlost, ve které je zapotřebí setrvat během jízdy svého vozu. Řidič si může nastavit ještě další možnost a to rychlost, při jejímž překročení si přeje být varován. Omezovač lze nastavit pomocí ovládání, obvykle umístěném na multifunkčním volantu. Lze zvolit maximální rychlost, které vůz bude schopen dosáhnout. Při lehkém tlaku na plynový pedál, vůz bude udržovat konstantní maximální nastavenou rychlost. Systém se deaktivuje pomocí prudšího sešlápnutí plynového pedálu.

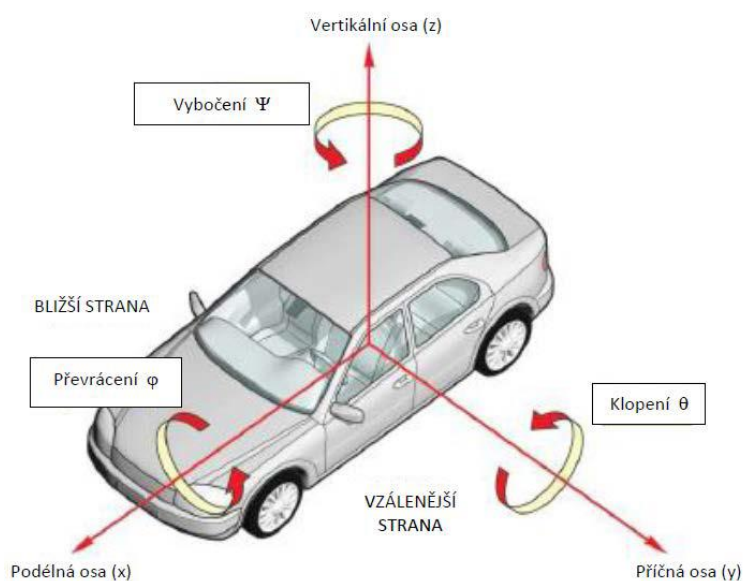
Systém může mít následující funkce:

- Pouze funkce varování
- Pouze funkce omezení rychlosti
- Funkce varování a funkce omezení rychlosti. [4]

1.3 Souřadnice VUT

Pro stanovení přesné polohy vozidla je důležité znát jeho souřadné osy. Díky nim je možné vozidlo nasměrovat a případně srazit zkuškový cíl v přesném místě vozidla. V každém VUT je potřeba stanovit si přesnou středovou část, od které se budou odvíjet zbylé osy. Máme tři základní osy. Osa X, Y, Z.

Z počátečního pohledu je průběh klopení, klonění a stáčení ve směru hodinových ručiček kolem os x, y a z. Dále se určují složky podélné, kde se měření provádí podél osy x, boční podél osy y a vertikální složka podél osy z. Tento princip se dá aplikovat i pro zkoušená vozidla s pravostranným řízením. [3]



Obrázek 3 - Zobrazení os u testovacího vozidla

Zdroj: mezinarodni-predpisy.tuv-sud.cz/attachments/nouzove-brzdeni-aeb-v-1-1.pdf

2. Podmínky pro provedení zkoušek

Každé zkoušky pro správný průběh potřebují správné a předepsané podmínky prostředí, ve kterém jsou testy prováděny. Tyto podmínky jsou pečlivě kontrolovány a dodržovány.

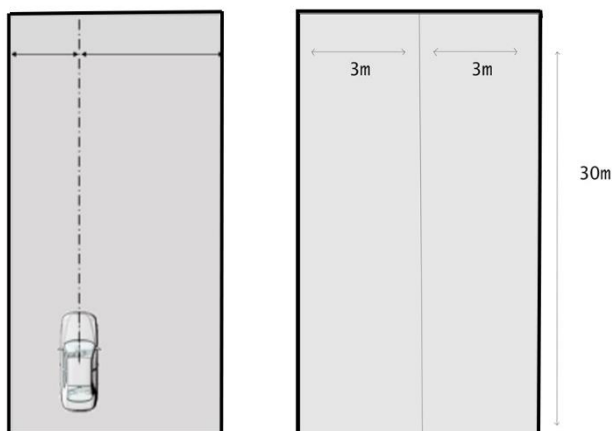
2.1 Zkušební dráha

Podmínky na dráze musí být suché bez viditelné vlhkosti. Povrch musí být jednotný, pevný a se stálým sklonem v rozmezí od roviny do 1%. Špičkový brzdový koeficient musí být minimálně 0,9. Povrch musí být zpevněný a nesmí obsahovat nerovnosti všeho typu, překážky, trhliny či poklapy s výjimkou jízdnic pruhů. Ty jsou povoleny a u zkoušek line asistentů nutností. Případné špatné značení není povoleno, nachází-li se v oblasti aktivace AEB nebo brzdění FCW systémů. Zkoušku nesmí tímto způsobem nic narušit, jinak by to mohlo vést k abnormálnímu měření snímačů, a to v rámci boční vzdálenosti 3,0 m na každou stranu zkušební dráhy a za koncem zkoušky v podélné vzdálenosti 30 m před VUT v době po skončení testu. [3]

2.1.1 Okolí

Dráha by měla zajišťovat to, aby nad zkušebním povrchem v rámci boční vzdálenosti 3,0 m po obou stranách zkušební dráhy a do vzdálenosti 30 m podélně před ukončením zkoušky VUT, nevycházely žádné překážky, jako další vozidla, vybavení silnice, jiné osoby nebo předměty. Výjimkou jsou stožáry osvětlení, které při špatné světelnosti, panují na dráze. I tato osvětlení musí splňovat podmínku minimální boční vzdálenosti od zkušební dráhy. Nedodržení těchto podmínek, by mohlo vést k znehodnocení a špatným výsledkům zkoušek. Platí zásada, že by pohled dopředu a do obou stran měl být tvořen přirozeným životním prostředím (oplocení, jednoduché barvy, přirozená obloha, aj.). Na zkušební dráze se nesmí vyskytovat žádné vysoce reflexní povrchy, které by mohly ovlivnit výsledky měření. Dráha, kde VUT musí jet pod mosty, tunely a jinými stavbami se považuje za nevhodnou pro testy tohoto charakteru. Testovací podmínky platí i pro AEB VRU, kde je zapotřebí přizpůsobit šíři testovací dráhy podle zadané zkoušky.

V maximálních případech může být zapotřebí rozmezí ve vzdálenosti 17 m od strany spolujezdce a 6 m od strany řidiče. [3]



Obrázek 4 - Testovací dráha

Zdroj: Vlastní

2.1.2 Povětrnostní podmínky

Testování musí probíhat za sucha s okolní teplotou nad 5 °C a nižší než 40 °C. Nesmí padat žádné srážky a horizontální viditelnost při zemi musí být větší než 1 km. Rychlost větru musí být pod 10 m/s, aby se minimalizovalo ovlivnění EVT a VUT.

Přírodní okolní osvětlení musí být v oblasti zkoušení homogenní a má pro zkoušky za dne přesahovat 2000 lx. Na dráze by se neměli vyskytovat jiné stíny než od VUT nebo EVT. V přímém slunečním svitu je zapotřebí, aby se zkoušky neprováděly přímo proti nebo od slunce. Každé půl hodiny je potřeba změřit a zapsat tyto hodnoty.[3]

- Teplota vzduchu ve ° C;
- Teplota dráhy ve ° C;
- Směr a rychlost větru v m/s;
- Okolní osvětlení v luxech.

2.2 Příprava testovacího vozu

Tato kapitola objasňuje, jaké procedury a požadavky na přípravu VUT jsou zapotřebí, než je možnost zahájit zkoušku testování.

2.2.1 Pneumatiky

Zkušební vůz by měl být vybaven novými originálními pneumatikami předepsané značky, modelu, velikosti, klasifikace rychlosti a zatížení. V případě všech shodných požadovaných vlastnostech, je povoleno měnit pneumatiky, například ty které jsou dodávány od oficiálně zastupujících dealerů nebo od výrobců. Huštění probíhá za studeného stavu a podle změřené hmotnosti vozidla je zapotřebí udržovat výrobcem doporučený tlak vzduchu.

Postup přípravy pneumatik:

- Vyžaduje se, aby VUT jel po kružnici o průměru 30 m při rychlosti dostatečné k vytvoření příčného zrychlení přibližně 0,5 - 0,6 g, jede se třikrát ve směru hodinových ručiček a následně tři kola proti směru hodinových ručiček.
- Ihned po kruhové jízdě následují čtyři jízdy při 56 km/h a deset cyklů sinusového vstupu do řízení v každé jízdě, při frekvenci 1 Hz a amplitudě dostatečné k vytvoření bočního zrychlení přibližně 0,5 až 0,6 g. Tyto manévry jsou plně řízené nastaveným programem a řidič vozidla vybaveným příslušným zařízením, spouští program pro provedení sérií těchto úkonů.
- U posledního cyklu se zvýší amplituda volantu dvojnásobně proti amplitudě z předchozích vstupů.

Pro zjištění správného fungování systému je zapotřebí provést maximálně deset jízd při nejnižší rychlosti, ve které vozidlo bude provádět dané testy, při kterých má systém fungovat. [3]

2.2.2 Brzdy

Stabilizujte stav brzd vozidla takto:

- Desetkrát zastavit z rychlosti 56 km/h při průměrném zpomalení přibližně 0,5 až 0,6 g.
- Ihned po sérii zastavení z 56 km/h, se provádějí další tři zastávky z rychlosti 72 km/h, při každém brzdění je zapotřebí působit na pedál dostatečnou silou, aby došlo k aktivaci protiblokovacího brzdového systému vozidla ABS, při každém zastavení.
- Dále po sérii zastavení ze 72 km/h, jede vozidlo rychlostí přibližně 72 km/h po dobu pěti minut pro vychladnutí brzd.
- První zkouška musí být zahájena do dvou hodin po ukončení přípravy brzd. [3]

2.2.3 Hmotnost vozu

Nádrž u testovacího vozu by měla být naplněna nejméně na 90 % objemu. Olej po kontrole doplnit do maximální úrovně, stejně tak i v případě ostatních kapalin je zapotřebí doplnit jejich stavy do maximálních povolených limitů. V případě předepsané výbavy u vozu je zapotřebí ponechání náhradního kola vozu. U vozidla je zapotřebí zvážit přední a zadní nápravu kvůli stanovení hmotnosti. Vozidlo by mělo být naloženo dvěma sty kilogramy váhy, proto je nutné počítat s váhou řidiče a vybavením testovacího vozu. Přední a zadní rozložení hmotností u náprav musí být v rozmezí 5% od rozložení hmotností přední a zadní nápravy od původní pohotovostní hmotnosti a při plném zatížení pohonnými hmotami.

Mezi zkouškami manévrujte s VUT maximálně při rychlosti 50km/h, vyhněte se užití brzdového pedálu a kruté akceleraci, brzděte nebo se otáčejte, jen pokud to je nezbytně nutné pro udržení bezpečného testovacího prostředí. [3]

2.2.4 Označení vozidla

Každé vozidlo před testováním je třeba označit oficiálními EuroNCAP nálepkami, které se umísťují na tyto části exteriéru vozidla: Na horní polovinu obou předních dveří a na přední polovinu střešní části vozidla po levé i pravé straně. Na vozidlo se případně přidávají loga

zkušebny za předpokladu, že neodvracejí pozornost od Euro NCAP značení. Vhodná místa pro takové značení jsou ve spodní části zadních dveří a na kapotě na spodní hraně čelního skla.

2.2.5 Kamerový záznam

Pořizování kamerových záznamů, je jeden z nejdůležitějších aspektů pro schopnost posuzování chování vozidla v době nárazu. Dále záznam napomáhá k určení přesného místa nárazu. Každý testovací automobil je zapotřebí nafotografovat ve stavu před zkouškou. Na fotografiích by mělo být zaznamenáno umístění zkušebního zařízení ve vozidle a foto exteriéru vozidla ze všech stran. Kamerový záznam každého testu by měl být natáčen z takové stabilní a fixní polohy, která nám dovolí sledovat, co nejčistější opakovatelné záznamy chování vozu během každé jízdy. Po zahájení testu se s umístěním kamery nesmí dále manipulovat. Výška kamery je nastavena přibližně na úroveň kapoty vozidla. Pro stanovení lepších výsledků pomáhá interní kamera natáčející průběh jízdy z vnitřní části vozidla.

2.2.6 Konec testu

Za řádně ukončenou zkoušku považujeme tu, ve které je VUT v klidovém stavu, tudíž na tachometru naměříme 0 km/h nebo pokud proběhl střet mezi VUT a EPT. Zkouška se ukončí, i když nastane situace, kdy ke střetnutí vozidla s figurínou nedojde a EPT opustí dráhu vozidla. Tato situace nastává, je-li rychlost VUT nižší než EPT. [3]

3. AEB

V překladu význam slova znamená autonomní nouzový brzdový systém, který slouží v situacích, kdy řidič vlivem únavy, nepřehledné situace, počasí a mnohých dalších vlivů nezvládne včas zareagovat na dynamicky se měnící dopravní situaci. Takto mohou vznikat kritické situace, na které většina lidí není zvyklá a v danou chvíli nemusí osoba za volantem vyvinout dostatečnou brzdovou sílu, aby se vyhnula nehodě nebo nezvládne efektivně dobrzdit, protože nebude mít dostatek času na to, aby řádně zareagovala. Toto spojení počátečních písmen se skládá ze:

Autonomous – Systém pracuje nezávisle na řidiči, slouží k včasnému zabránění nehody.

Emergency – Systém se aktivuje jen v kritických situacích.

Braking – Systém používá brzdy vozidla k zabránění nehody.

Zařízení je vyvinuto, aby mohlo řidiči pomoci se vyhnout nehodám při čelních nárazech nebo alespoň snížit jejich závažnost. Systém AEB zlepšuje bezpečnost jednak včasným identifikováním kritických situací a následným varováním posádky vozidla. Dále v případě nemožnosti zabránění nehody, zpomalí vozidlo a tím minimalizuje dopad škod a připraví zádržné systémy na náraz a zároveň ochrání před větším poškozením zdraví.[1] [10]

3.1.1 Princip systémů

Většina těchto moderních technologií v autech používá radar, zařízení sloužící k detekci předmětů díky krátkým elektromagnetickým signálům vyslaným generátorem a odchyťáváním odražených signálů od předmětů, nacházející se v dráze signálu, které poté zaznamená přijímač. Některé systémy však spolupracují se zařízením pracujícím s odrazem laserového světla od předmětu nacházejícím se ve skenované oblasti, díky GPS měřícím jednotkám a počítači je schopno detekovat překážky. Toto zařízením se nazývá Lidar. Získané informace jsou kombinovány s tím, jak je auto schopno rozpoznat vlastní cestovní rychlosti a trajektorii pro zjištění, zda se vyvíjí kritická situace. Pokud je zjištěna potenciální kolize, systémy AEB se nejprve snaží vyhnout nárazům a varují řidiče, že je zapotřebí akce. Pokud se neprovede žádná akce a stále se očekává kolize, systém poté

použije brzdy. Některé systémy používají úplnou brzdovou sílu. Mělo by být záměrem snížit rychlost závisící na poznatku, kdy ke kolizi dojde. Některé systémy se deaktivují jakmile zjistí, že se řidič rozhodl provést úhybný manévr. [6]



Obrázek 5 - Snímání radaru při AEB

Zdroj: <https://www.motoring.com.au/autonomous-emergency-braking-at-all-speeds-101877/Zkoušení>

3.2 Zahájení zkoušky

Nové vozidlo je zajeto do maximálně 100 km ve směsi městských a venkovských provozech s běžným provozem a silniční výbavou pro nastavení systému čidel. Je zapotřebí se vyhnout intenzivní akceleraci a brzdění.

Po splnění všech bodů popisovaných v této kapitole je zapotřebí kontrola spojení jak audiovizuálního, tak s navigačním zařízením. VUT se nasměruje na dráhu po které bude prováděna zkouška, zastaví se a stlačí brzdový pedál do maximálního rozsahu pohybu. Nakonec se pustí brzdový pedál, který se vrátí do normální polohy. První test se provádí minimálně 90 sekund po dokončení stabilizace pneumatik

a maximálně do 10 minut od této doby. Následné testy jsou prováděny po stejném časovém odstupu. Jakmile je doba delší než 10 minut, je zapotřebí provést sekvence tří brzdných zastavení z rychlosti 72 km/h.

U testů AEB systému, kdy zcela dojde k vyhnutí se rychlost pro další zkoušku zvyšuje o 10 km / h. Dojde-li ke kontaktu je zapotřebí provést nejprve zkoušku s rychlostí nižší o 5 km/h než při zkušební rychlosti, při které došlo ke kontaktu. Provede-li se test s nižší rychlostí bez kolize, pak se rychlost nadále zvyšuje jen po 5 km/h. U vozidla s automatickou převodovkou je zapotřebí zařadit stupeň D. Manuálně ovládaná vozidla budou mít zařazen nejvyšší rychlostní stupeň, u kterého budou otáčky motoru alespoň 1500 otáček za minutu a bude zde splněna rychlost požadované zkoušky. Pokud je vozidlo vybaveno nastavitelným systémem ochrany chodců VRU, musí být tento systém před zahájením zkoušek deaktivován. Zkoušky se zahajují v T0 a probíhají pokud splňují všechny okrajové podmínky mezi T0 a TAEB.

- Rychlost VUT - Rychlost určená podle GPS a je v rozsahu +1,0 km / h
- Rychlost EVT - Rychlost určená podle GPS, v rozmezí +1,0 až -1,0 km / h
- Boční odchylka od zkušební trati – v rozmezí od -0,1 do + 0,1 m
- Vzájemná vzdálenost mezi VUT a EVT 12 m nebo 40 m
- Rychlost stáčení – 0 až +1,0° / s nebo -1,0° / s
- Rychlost volantu – 0 až +15,0° / s nebo 0 – 15,0° / s

[3] [8]

3.2.1 Cílové vozidlo

EVT, jinak také cílové vozidlo EuroNCAP, je používáno pro AEB City a meziměstské testování AEB Urban. Toto speciální „vozidlo“ je vyvinuto tak, aby bylo zachytitelné pro radarové signály. Dále EVT musí splňovat požadavky na odrazivost zadních částí světel a vizuální podobnost skutečného vozidla skupiny B. Pro zachycení radarového signálu je EVT vybaven na straně a na zadní nárazové části absorpční rohoží, která se aplikuje jako vrstva radarové absorpční hmoty vyrobená podle normy ASTM-D 1692-68. Cílové vozidlo je zachytáváno také pomocí Lidarů, PMD a kamery snímající situaci před vozidlem.

Tento pomocný prvek se používá u testů zabývajících se funkčností FCW a AEB systémů. Cílové vozidlo je konstruováno tak, že se skládá s balónové struktury pokryté PVC, na které je vyobrazen model automobilu. Na přední straně balónové konstrukce, tam kde probíhá střet s VUT je umístěna deska sloužící jako nárazník a také zlepšuje obrys vozidla. U prvku nárazníku je zabudován radarový reflektor. Reflektor má vnitřní délku okraje 55 mm a rozprostírá se na povrchu 2,5 m² při 77 GHz. Absorpční deska je přišita do EVT. Vnější kryt je za třemi vrstvami kůže, které jsou slepeny dohromady. V některých zkouškách podle předpisů EuroNCAP je k EVT přimontována 15 metrů dlouhá kovová konstrukce, která je tažena za doprovodným vozidlem. Maximální povolená rychlost činí 50 km/h, při které je povoleno provést náraz do balonové konstrukce, bez poškození EVT i testovacího vozidla. [12]



Obrázek 6 - Cílové vozidlo

Zdroj: www.abdynamics.com

3.3 Typy zkoušek

V této části budu pojednávat o různých typech zkoušek předepsaných Euro NCAP, které řeší odlišnou variabilitu chování, se kterým se řidič může dostat do kontaktu v běžném městském i meziměstském provozu.

3.3.1 AEB City

V rychlostech běžných pro městský provoz jsou nejčastější úrazy spojené s poraněním krku. Například poranění krční páteře způsobené čelním nárazem při nepozornosti řidiče a nepřizpůsobení jízdy, při střetu s právě parkujícím vozidlem. Právě pro tyto případy je zapotřebí testovat Autonomní systémy, které jsou schopny detekovat takové nehody a mohou zasáhnout pomocí brzdného procesu.

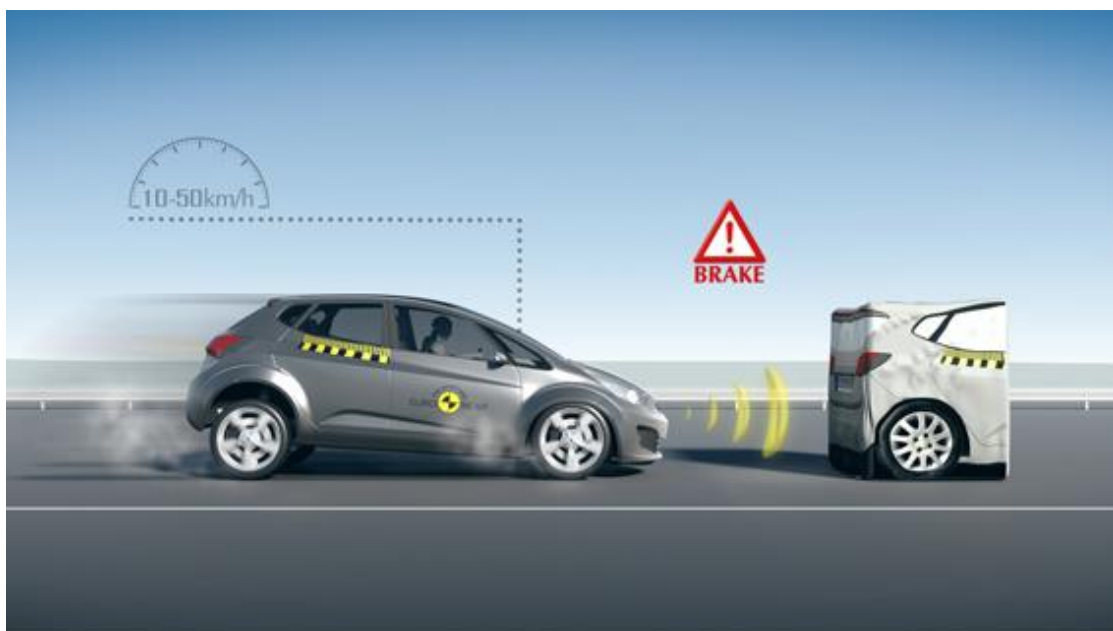
Po dokončení povinných přípravných postupů, o kterých byla zmínka v předchozí kapitole, se vozidlo připraví na začátek testovací dráhy. VUT je řízen tak, aby simuloval zadní náraz do stojícího cílového vozidla. Cílové vozidlo, jinak také EVT, je speciálně upravená náhrada simulující skutečný dopravní prostředek. Při srážce s ním však dojde k minimálnímu nebo dokonce žádnému poškození.

Rychlosti k tomuto testování se pohybují v rozmezí od 10 až 50 km/h. Úkolem řidiče je vyhodnocovat, do jaké míry vozidlo bylo schopno snížit rychlost nárazu. Řidič se nepokouší z vlastní iniciativy brzdit a práci přenechává systémům k tomu určeným. Řidič smí zasáhnout po nárazu nebo je-li při zkušební jízdě něco v nepořádku. Vysokými čísly se hodnotí zkouška, při které se povede zabránit kolizi. Hodnocené jsou ovšem i ty, při kterých dojde ke snížení rychlosti a tím snížení dopadu při nehodě. Malé snížení rychlosti může mít významný vliv na závažnost možného budoucího zranění. [8]

Tabulka 1 - Ohodnocení AEB City

Testovací rychlost	Ohodnocení
10 km/h	1.000
15 km/h	2.000
20 km/h	2.000
25 km/h	2.000
30 km/h	2.000
35 km/h	2.000
40 km/h	1.000
45 km/h	1.000
50 km/h	1.000
Celkem	14.000

Zdroj: Vlastní



Obrázek 7 - Zkouška asistenčních systémů

Zdroj: Autolexicon (2018, <http://www.autolexicon.net/cs/articles/euro-ncap-test-bezpecnostnich-systemu-aeb-city>)

3.3.2 AEB Inter-Urban

Tyto systémy pomáhají řidiči vyhýbání se nárazu do zadní části vozidla. Řidič je varován zvukovým a světelným signalizováním, při nulové reakci systém zahájí operaci brzdění po vyhodnocení aktuální situace před vozidlem. Jakmile je vyhodnoceno, že cíl před vozidlem je v pohybu s menší rychlostí nebo je zcela bez pohybu, vozidlo je zpomaleno. Tyto situace jsou nejčastějším úkazem na otevřených cestách, kde řidič špatně vyhodnotí situaci a ve vyšších rychlostech nemusí odhadnout rychlost kolony, či stojících vozidel před ním. Zkoušky toho typu jsou prováděny jako simulace, kdy se řidič pohybuje na otevřených silnicích mimo město. EuroNCAP hodnotí právě schopnost automatické úpravy rychlosti pomocí brzděného vybavení vozidla a také signalizaci zařízení ve třech scénářích.

- Jízda na stojící cíl.
Tato simulace se pohybuje v rychlostech od 30 do 80 km/h
- Přiblížení se k pomalu jedoucímu vozidlu vpředu.
Zde je rychlost totožná s předchozím scénářem.
- Jízda za vozidlem, které začne bez varování prudce snižovat svojí aktuální rychlost.
Zkouška se provádí v 50 km/h a testuje se při různé intenzitě brzdění.

Udělení vysokého hodnocení docílí takové vozidlo, u kterého se prokáže, že jeho autonomní systémy se vyhnou nebo sníží dopad havárie u všech provedených typů zkoušek.

3.3.3 AEB VRU

Jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují výsledek zranění chodců při srážce, je rychlost vozidla v době při nárazu. Stále více výrobců vozidel nabízí systémy, které zvládnou vozidlo bezpečně zastavit před tím, než dojde ke střetu s chodcem nebo alespoň mohou snížit rychlost, při které nastane kolize.

Tato série zkoušek testuje AEB systémy pomocí EBT a EPT. Zvláštností oproti předešlým zkouškám je, že cílem již není vůz, ale figurína simulující chodce, jdoucího ve vodorovném směru, napříč zkušební dráhou. EuroNCAP provádí tři základní scénáře pro tuto zkoušku.

První scénář simuluje situaci, v níž EPTa běží přes trajektorii vozidla ze strany řidiče. Druhá simulace znázorňuje jdoucí figurínu dospělého člověka ze strany spolujezdce. Na závěr se testuje situace, kdy dítě vběhne do trajektorie vozidla ze zaparkovaných vozů na straně spolujezdce. Tyto testy věrně představují kritické situace, které často při běžném provozu vyústí ve smrtelnou nehodu chodce. Lze očekávat, že vozidla, která mají dobré hodnocení v tomto typu testů, budou mít v reálném životě značně menší riziko kolize s pěšími osobami. Vlastnosti systému VUT AEB jsou hodnoceny scénáři CVFA, CVNA-25, CVNA-75. Takto označené scénáře přesně stanovují, zdali chodec má trajektorii jdoucí z pravé nebo levé strany a v jakém bodě dojde ke střetu, nezafungují-li AEB asistenti. Rychlost jízd se postupně zvyšuje po 5 km/h v rozsahu rychlostí 20 – 60 km/h.

Pro scénář CVNA-75 se tyto dodatečné zkoušky provádějí při:

- Zkušební rychlosti 20 km/h a s rychlostí EPTA 3 km/h
- Zkušební rychlosti 10 a 15 km/h a s rychlostí EPTA 5 km/h

Tabulka 2 - AEB VRU přehled zkouškových parametrů

EPT	CPFA - 50	CPNA - 25	CPNA-75	CPNC - 50	CPLA - 50	CPLA - 25
Typ zkoušky	AEB					FCW
VUT rychlost	20 – 60 km/h					50 – 80 km/h
Rychlost EPT	8 km/h	5 km/h				
Místo nárazu	50%	25%	75%	50%	50%	25%
Světelné podmínky	DEN	DEN A NOC		DEN	DEN A NOC	
EBT	CBNA - 50		CBLA - 50		CBLA - 25	
	AEB					FCW
VUT rychlost	20 – 60 km/h		25 – 60 km/h		50 – 80 km/h	
Rychlost EBT	15 km / h					20 km / h
Místo nárazu	50 %					25 %

Zdroj: Vlastní

3.3.4 EURO NCAP PEDESTRIAN and BICYCLIST TARGET

EPT v anglickém jazyce EuroNCAP Pedestrian Target a EuroNCAP Bicyclist and bike Target (EBT) jsou označením pro zkoušky asistenčních systémů ABS, za použití pomocných figurín simulujících dospělého a dětského účastníka dopravního provozu nebo také cyklistu, cestujícího na kole jako dopravním prostředku. Figuríny jsou typicky oblečeny do černé košile s modrými kalhotami. Oblečení musí být vyrobeno z materiálu odolného proti roztrhání a odolného proti vodě. Části povrchu kůže musí být dokončeny nereflexní jemnou barvou. Délka oděvu je v rozmezí od 40 do 60% k poměru materiálu realizující kůži cílového chodce. Odrazivost vlnové délky u figuríny spadá do rozsahu od 850 do 910 nm. EPT a EBT replikují vizuální, radarové, lidarové a PMD atributy typické

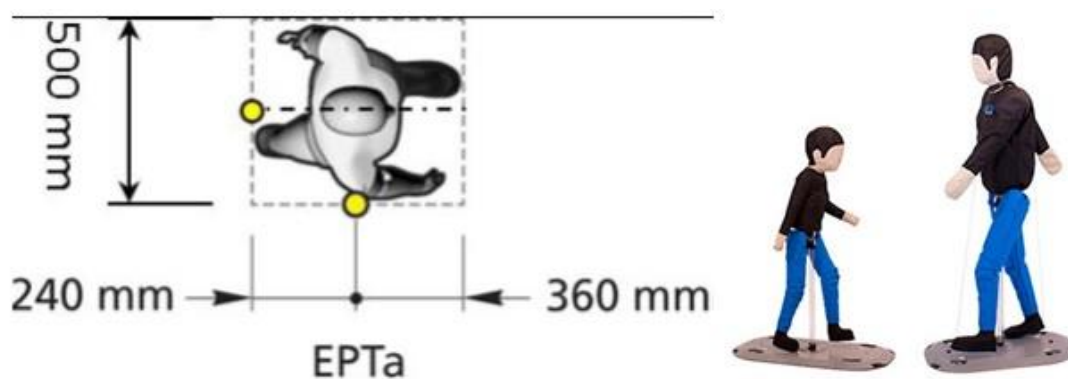
pro pěší a cyklisty jsou upraveny tak, aby bez toho, aniž by způsobily významné poškození VUT, byly nadále funkční a schopny dalších testů.

Označení EPTa, EPTc náleží pro představitele figurín s velikostí průměrného dospělého člověka a průměrného dítěte.

EPT A EBT jsou navrženy na práci s těmito senzory.

- Radar
- Lidar
- Kamera

Pro stanovení správného místa nárazu je kolem EPT vytvořen virtuální čtverec, díky němuž je možno nastavit, kde a ve které rychlosti dojde ke střetu. Rozměry tohoto definovaného čtverce jsou pro EPTa šířka i délka jsou 500 mm. Bod, podle kterého se nastavují hodnoty střetu v přední části masky VUT, je umístěn mezi 240 mm a 360 mm. Také EBT má podobný virtuální prostor pro určování nárazu rychlosti. Referenčním bodem EBT je střed spodní konzoly (kliková hřídel) a pro podélný scénář je použit nejvzdálenější bod na zadním kole. Rozměry tohoto obdélníku pak činí 1900 mm na 500 mm. [12]



Obrázek 8 - EPT

Zdroj:<http://4activesystems.at/4activepa.html>

4. Navigační systém

V této kapitole bude shrnuta problematika získávání dat s informací o poloze. Obecné seznámení se základními principy fungování komunikace s družicemi.

4.1 GNSS

Global Navigation Satellite System, význam tohoto slova značí, že se jedná o síť globálních navigačních satelitních systémů. Jedná se o seskupení satelitních družic, poskytující signály z vesmíru, které vysílají pozici a data s časovými informacemi do GNSS přijímačů.

GNSS se označují satelitní systémy, používané k lokalizování přijímače kdekoliv na světě. Každý GNSS satelit vysílá v přesných intervalech šifrované signály. Přijímač umístěný v blízkosti zemského povrchu přijme informace a vypočte z nich svoji polohu. Pomocí těchto systémů vzniká tvorba map.

Tyto přijímače lokalizují za pomoci těchto dat přesnou polohu. GNSS poskytují celosvětové pokrytí. Zahrnuty jsou zde evropský systém Galileo, globální navigační systém NAVSTAR (GPS), ruský Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS) a čínský navigační satelitní systém BeiDou.

Segmenty, na které je důsledně dbáno:

- Kosmický
- Řídící
- Uživatelský [16] [24]

4.2 Základní princip

Pro správný signál je zapotřebí přímá viditelnost na oblohu. Každá z družic zasílá speciální řetězec znaků obsahující aktuální čas, ve kterém byla data poslána a informace o své poloze a poloze ostatních satelitů. Elektronický přijímač, který je schopen vypočítat

rozdíl mezi časem odeslání a přijetím informace, obdrží tento speciální kód. Přijímače, jako jsou mobilní telefony, nejsou vybaveny atomovými hodinami, tudíž jejich čas není totožný s časem satelitů. Čas je speciálně přepočítáván pomocí algoritmů a pomocí dat z družice synchronizován. V závislosti na znalosti šíření signálu je výsledek úspěšné operace, vypočítání doby putování kódů znaků, jejíž dráha směřovala od vysílače k přijímači. [15]

4.3 GPS

Globální polohový systém je schopen stanovovat relativně přesnou polohu a čas kdekoliv na Zemi. Vývoj GPS začal již na sklonku 1973, pouze jako zařízení pro určování polohy výhradně k armádním účelům.

Pro svoji funkci využívá systém GPS seskupení satelitních zařízení. Kolem planety Země se vytvořila neustále se pohybující síť snímajících zařízení. Družice se pohybují rychlostí 11300 km/h a létají po 6 kruhových drahách se sklonem 55°. V této síti se nacházejí kombinace starých i nových satelitů, od Block IIA až po GPS IIIIF jako zástupce moderního prvku. GPS satelity se pohybují ve střední oběžné dráze MEO. Tato dráha se nachází v nadmořské výšce přibližně 20 200 km. Každé z těchto zařízení je schopno dvakrát za den obletět naši planetu. Síť Globálního polohovacího systému je tvořena z 31 neustále obíhajících satelitů. Satelity nacházející se v GPS síti jsou koncipovány do šesti rovnoběžných orbitálních rovin obklopující Zemi. Ty jsou rozděleny na čtyři další části, ve kterých se nacházejí základní družice. Těchto 24 rozdělení zajišťuje pro uživatele neustálé sledování nejméně čtyřmi satelitními zařízeními téměř na celé planetě. Pro základní funkčnost je zapotřebí minimálně 24 družic. Zbylé družice mají funkci doplňovací v případě výpadku nebo pomocnou v případě potřeby zvýšení výkonu GPS. Základní družice obsahuje přijímač, vysílač a atomové hodiny, zajišťující přesný čas. Díky vzdálenosti od povrchu země je čas na orbitě nepatrně odlišný než na zemi. Již z výroby jsou hodiny upraveny tak, aby se eliminovala situace neshody času. Neustálým porovnáváním času na stanici a reálného času na zemi, je vysílán příkaz na úpravu času atomových hodin. [13] [22]

GLONASS

Tento satelitní systém byl vyvinut ruskou vládou, jako reakce na americké GPS. Vývoj systému začal v roce 1970. V provozu byl systém zahájen v roce 1996, ale plné funkčnosti bylo docíleno až v roce 2010. Síť se skládá z 24 družic obíhajících kolem Země. Výška, ve které obíhají družice Zemi, činí 19 100 km. GLONASS se skládá ze 3 oběžných drah, se sklonem 65°. Dráhy jsou navzájem posunuty o 120° a každé dráze náleží 8 přesně stanovených pozic pro družice. 12 družic je schopno současně přijímat signál. [14]



Obrázek 9 - Porovnání družic GLONASS A GPS

Zdroj: <https://www.garmin.cz/aktualne/nove-produkty/gps-nebo-glonass.html>

4.4 Navigace v automobilech

V dnešní době i střední třídy výbavy vozidel mají v interiéru zabudované navigační zařízení. Toto zařízení umožní sledování vozidla v reálném čase. Využití se nachází v možnosti řízení a kontroly pohybu vozidel. Státní složky jako hasičské sbory, policie či záchranná služba, jsou obvykle tímto způsobem kontrolovány, nebo navigovány podle potřeby. Označení „pasivní sledování“ je v dnešní době hojně využívána bezpečnostní složka, kterou umožňuje navigační systém. Vozidlo si ukládá záznamy o veškerých pohybech do paměti zařízení. Tato funkce slouží jako nástroj při odcizení vozidla nebo jako kniha jízd u služebních vozidel firmy. Navigační přijímající zařízení je možné

kombinovat s vazbou na systémy elektronických map. Ve spolupráci s daty od satelitů lze přesně stanovit cíl cesty a sledovat grafické zobrazení polohy a trasy. Z tohoto zařízení jsou podávány uživateli informace o řadě databází. Uživatel si volí podle kategorií a vlastního zájmu, které pomocné informace mu budou zobrazeny. Informace se mohou týkat umístění nemocničních zařízení v blízkém okolí, letišť, hotelů, turistických informací a mnoho dalších. Pokud máme navigaci schopnou přijímat signály z GPS i GLONASS, v jednom okamžiku je možnost přijímat signál z 24 satelitních zařízení. [14]
[25]

5. Měřicí zařízení

Testovací vozidla jsou vybavena vlastním mechanismem, který pomocí GPS signálů koordinuje vlastní zkoušku podle právě zadané zkoušky EuroNCAP. Přesná dráha a konstantní rychlost vozidla se zaznamenává užitím GPS senzoru s dále uvedenými minimálními specifikacemi:

Přesnost 0.1 km/h (průměr ze 4 vzorků)

Jednotky: km/h nebo mph

Četnost obnovy: 100 Hz

Rozlišení: 0.01 km/h

Údaje rychlosti je třeba zaznamenávat s četností odběru 100Hz nejméně 40 s před a po dosažení požadované testovací rychlosti.

5.1 RT –base S

Toto zařízení se používá pro navázání spojení a určení přesné polohy při všech AEB zkouškách. Vyrobeno firmou OxTS. RT-Base S je samonosné, voděodolné zařízení, přenosné a sloužící jako základnová stanice pro GNSS. Je navržena tak, aby byla rychlá a snadno nastavitelná. Vysílá a opravuje signály místním přijímačům prostřednictvím rádiového signálu nebo přes Wi-Fi.

Existují dvě verze RT-Base S:

- RT Base S 2 – Provádí opravy signálů u GPS L1 / L2 s přesností 2 cm.
- RT Base S 2G - Provádí opravy GPS GLONASS a L1 / L2 s přesností 2 cm



Obrázek 10 - RT Base S

Zdroj: <https://www.oxts.com/accessories/rt-base-s/>

5.1.1 Funkčnost navigačního zařízení

Jako první při spuštění zařízení se do RT-Base S načítá konfigurační soubor, který je uložen v paměti. Tento soubor řídí chování celé navigační základny. Zařízení během prvotního spuštění RT-Base S používá výchozí nastavení. Výchozí nastavení informuje RT-Base S o průměrné pozici během tříminutového intervalu. Tento interval je doba určená pro výpočet polohy z GNSS během níž se vysílají opravy ve formátu RTCMv3. ID základny bude nastaveno na hodnotu OxTS.

Tato stanice je schopna významným způsobem zvyšovat přesnost polohy ostatním přijímačům GNSS tím, že jim posílá opravený signál ze satelitů. Base stanice to provede nezávisle identifikováním chyb, které ovlivňují signál přicházející ze satelitu GNSS, který je nad danou oblastí, ve kterém bude prováděno měření. Informace o těchto chybách se pak vysílají pomocí rádiového modemu nebo Wi-Fi signálu. RT navigační zařízení identifikuje chyby, které ovlivňují signály GNSS. První z možných postupů je, když základna je umístěna na již přesně zjištěném místě. Pak se jedná o provádění výpočtu normálního měření polohy GNSS a porovnávání s touto lokalizovanou pozicí již jednou zjištěnou. Pokud se měřené polohy přesně shodují, není zapotřebí provádět operaci korekce.

Je-li nalezen rozdíl ve výpočtech základní stanice a délky času, který se liší podle závažnosti vlivu zpoždění, stanice zkontroluje doby signálů u ostatních dostupných satelitních vysílačů a porovná je. Druhá situace měření nastává, pokud základna stanice není umístěna na přesně stanoveném a prozkoumaném místě. Způsob takového měření spočívá v odhadování možných chyb sběru informací o poloze od více satelitů a zprůměrnění naměřené hodnoty GNSS po určitou dobu, než se usadí zařízení na jednom místě. Dalším krokem je porovnání dalších měření s vybraným místem, aby se identifikovala chyba.

V obou případech RT base-S vypočítává chyby ovlivňující signál z každého viditelného satelitu a sdílí informace s jinými GNSS přijímači v dosahu. Okolí dosahu závisí na síle radiových modemů nebo prostřednictvím Wi-Fi systému. Vysílač připojený ke stanici vysílá opravy a každý přijímač GNSS má k němu připojený vlastní modem, který naslouchá těmto opravám. Pro měření RTK nosné fáze je princip stejný, ale vzdálený přijímač GNSS musí také zjistit rozdíl v počtu cyklů nosné fáze mezi RT a přijímačem samotným. Tímto účelem RT-Base S měří nosnou fázi signálu z každé družice a přenáší ho do vzdáleného systému. [17] [11]

Tabulka 3 - RT Base S obsah balení

Množství	Popis
1	RT Base S jednotka
1	GPS- C006 15m GNSS kabel
1	GPS-702-GG GNSS anténa
1	Profesionální stojan pro anténu
2	12 V, 5 Ah, Baterie
1	Základní nabíječka s kabeláží
1	TR Base S příručka

Zdroj: Vlastní

5.1.2 Zařízení v automobilu

GNSS přijímací zařízení umístěné v automobilu, předpovídají chyby jednotlivých satelitů. Díky tomu, že zařízení pracuje v real-time módu, jinými slovy neustále zasílá nejnovější

data, je možné odhadnout chyby satelitních signálů, které jsou díky konstantnímu pohybu předvídatelné. Každá nová RT-Base S je dodávána s párem rádiových modemů vhodných pro použití v zemi, určené při objednávce. Tyto rádiové modemy mají typicky dosah do vzdálenosti 2-5 km. Stromy, budovy, kopce a další překážky omezují dosah, kterého lze dosáhnout. Navigační základna si přeposílá neustále informace o poloze s frekvencí 100 Hz. Komunikaci porovná s vlastní naměřenou polohou RT3000. To představuje kompaktní zařízení, umístěné co nejblíže k těžišti vozidla, kombinující nejlepší technologii polohování GNSS, s technologií vysoce kvalitních gyroskopů a akcelerometrů. Možnosti nastavení upřesňující pozici zařízení v automobilu nebo nastavení souřadnic os se provádí, v aplikaci vyvinuté společností OxTS zvané NAVconfig. [18]



Obrázek 11 - RT 3000 ve vozidle

Zdroj: <https://www.oxts.com/products/rt3000/>

5.1.3 Přenos polohových informací

Komunikace RT-base s zařízením RT 3000 a dále s SPT je zprostředkována pomocí WIFI signálů. Jedná se o zařízení do společnosti ABDynamics. Na boční straně VUT je připevněna přísavkovým systémem všesměrová anténa TrackFi. Anténa je speciálně navržena pro komunikaci na relativně dlouhé vzdálenosti. TrackFi používá frekvenci bezdrátové sítě LAN (WLAN) 5 GHz v souladu s normou IEEE 802.11n spolu se speciálně navrženými anténami s vysokým ziskem. To poskytuje spolehlivý přenos dat na vzdálenosti 1 km nebo více. Vysokorychlostní přenos dat je možný u šířky pásma 6 Mbit / s.

Specifikace:

Rozsah: > 1 km ve 360 °

Požadavky na napájení: 10 - 30V DC, 5 W

Datové připojení: pomocí standardního ethernetového kabelu RJ45.

Montáž: K dispozici s pogumovanými magnetickými podložkami nebo vakuovými držáky.

[19]



Obrázek 12 - TrackFi anténa

Zdroj: <https://www.abdynamics.com/en/products/track-testing/wireless-telemetry>

5.1.4 Klimatická odolnost

Řada RT-Base S je vybavena stupněm krytí IP65, což znamená, že může být ponechána pracovat za všech klimatických okolnostech. Interní životnost baterie vám poskytne minimálně 24 hodin nepřetržitého provozu a v rozsahu teplot od -10 °C do 50 °C lze jej použít v extrémních testovacích podmínkách. [11]

5.1.5 Kompatibilita

Tato stanice je schopna zpracovávat různé druhy formátů jako jsou RTCA, RTCA2, RTCM, RTCM3, CMR a CMR +. Tím je zajištěna kompatibilita s mnoha typy přijímačů GNSS. Výhoda této stanice pak spočívá, že při různých typech měřících systémů je zapotřebí obvykle nastavit pouze jednu základnu. Výhodou stanice Base je velmi snadná a rychlá příprava. Výrobce udává přípravu v době méně než 5 minut. Díky komplexnímu balení obsahující veškeré prvky pohromadě. [11]

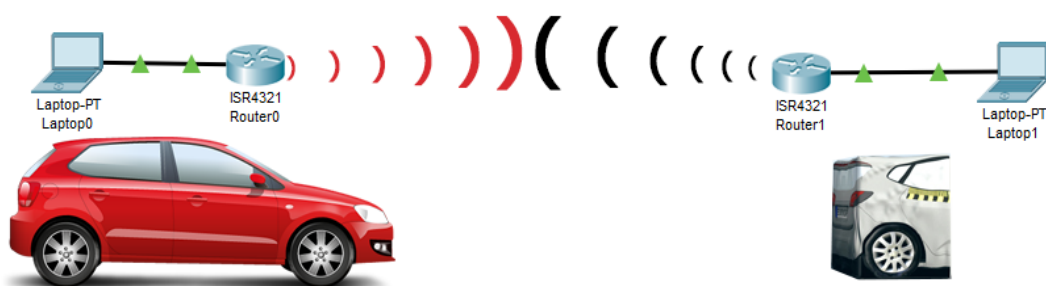
5.1.6 Nastavení Antény

Zařízení RT-Base S komunikuje se systémem družic pomocí satelitního přijímače GPS-702-GG od firmy NovAtel. Anténa spolupracuje s L1 / L2 GNSS, která nabízí kombinovaný příjem signálu GPS + GLONASS. Je možnost použití stejné antény pouze pro GPS nebo aplikace obou GNSS pro zvýšení integrační flexibility a snížení nákladů na zařízení. Zařízení je připojeno ke stanici přes GPS- C006 15m GNSS kabel.

Každá část nohou stativu je výškově nastavitelná nezávisle na ostatních nohou. Pro odjištění se využívá otáčivý mechanismus a otáčením proti směru hodinových ručiček, je docíleno výsuvného efektu. Nezáleží na výškovém nastavení antény GNSS pokud má co nejlepší možný výhled na oblohu. Antén GNSS je součástí pouzdra RT Base S. Anténa je připojena ke stativu pomocí závitové části. [11]

6. Návrh komunikace mezi zkušebními vozy

V průběhu poznávání a učení se, jak testovat asistenční systémy, byl nalezen jeden typ zkoušky, jehož průběh předávání dat by mohl být zefektivněn. Jednalo se o zkoušky AEB VRU. Testování probíhá v pořádku do chvíle, kdy se osoba pracující se softwarovým zařízením pohne z blízkosti stanice STP. Veškerá tato komunikace putuje prostřednictvím WiFi signálů. Díky znalostem o využívání Wi-Fi frekvencí, bylo nalezeno potenciální nedostatečné využití výkonnosti vybavení. Na tento popud, bylo třeba provést simulaci, podle které bych mohl svojí teoretickou domněnku potvrdit. Cílem bylo vytvořit komunikaci dvou zařízení komunikujících prostřednictvím WiFi signálů, u kterých byl modifikován jak typ antény, tak frekvence vysílaných vln a provedeny přenosy dat, pro zjištění rozdílných výsledků.



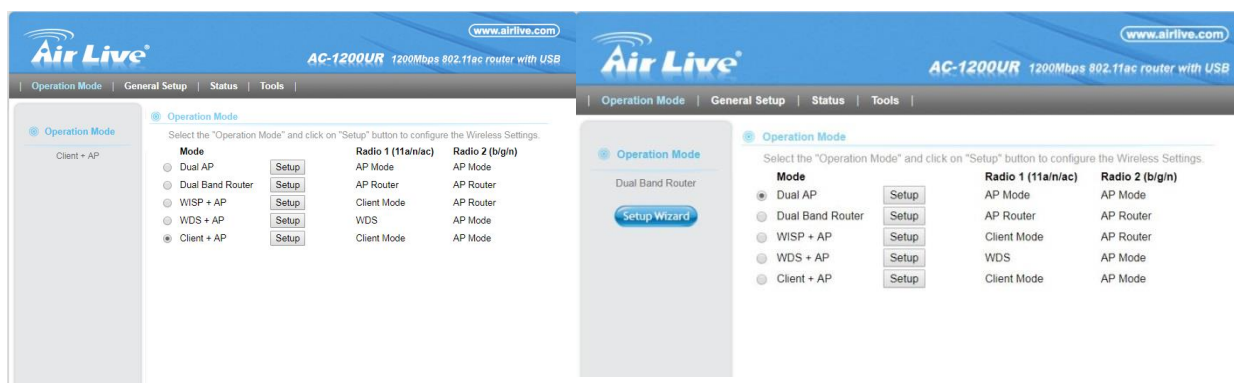
Obrázek 13 - Schéma měření

Zdroj: Vlastní

6.1 Funkční návrh provedení komunikace

Pro vytvoření funkčního modelu, který se snaží reálně zachytit tok dat při zkouškách asistenčních systémů, bylo zapotřebí provést simulaci, za účelem prozkoumání možných alternativ v oblasti přenosu GPS informací. Ty jsou standardně přenášeny prostřednictvím speciálních TrackFi antén. Ty pracují na 5 GHz pásmu. Takové to pásmo bylo přiřazeno jako součást dané simulace. Dále se testování zaměřilo na druhy antén s ohledem na všesměrové nebo směrové zaměření. Pro jistotu bylo rozhodnuto provést simulaci i pro pásmo 2,4 GHz. Celková koncepce tohoto návrhu je ovšem spíše zaměřena na 5 GHz pásma. Pro provedení adekvátního simulování měření, bylo zapotřebí řádného vybavení a jeho následné nastavení.

Pro celkovou komunikaci byla vybrána dvojice identických WiFi vysílačů, které spolu byli schopny vzájemně komunikovat. Komunikace mezi routery byla zajištěna, díky funkcí Client na vysílajícím routeru a funkcí AP na přijímajícím zařízení.



Obrázek 14 - Nastavení wifi módu

Zdroj: Vlastní

V dalším kroku bylo zapotřebí nastavit pojmenování Ip statické adresy v daném rozsahu našeho vysílání. Po zjištění Ip adres zařízení v okolí, byla nastavena volná adresa. Pro přesnost toku dat byl potřeba vyřešit problém vysílané frekvence, na které vysílají nějaké jiné zařízení v okolí testovací dráhy. To by mohlo způsobit rušení, které by mohlo ovlivnit výsledky měření. Pro možnost propojení dvou zařízení, byla nastavena bezpečnostní stránka s WPA2 šifrováním. K tomu bylo zadáno 8 místné heslo, které při vyhledání

signálu druhého zařízení a jeho spárování, bylo jako podmínka pro úspěšné zakončení této operace.

Wireless Site Survey

This page provides tool to scan the wireless network. If any Access Point or IBSS is found, you could choose to connect it manually when client mode is enabled.

Select	SSID	BSSID	Channel	Authentication	Encryption	Signal	Mode
<input checked="" type="radio"/>	AEB_Bak_5g	00:4F:6A:0C:9E:26	36	WPA2PSK	AES	100	11ac

Security Settings

This page allows you setup the wireless security. Turn on WEP or WPA by using Encryption Keys could prevent any unauthorized access to your wireless network.

Select SSID :

Encryption :

WPA Unicast Cipher Suite :
 WPA(TKIP)
 WPA2(TKIP)
 WPA2(AES)
 WPA2 Mixed

Pre-shared Key Format :

Pre-shared Key :

Obrázek 15 - Nastavení konektivity

Zdroj: Vlastní

www.airlive.com

AC-1200UR 1200Mbps 802.11ac router with USB

Operation Mode | General Setup | Status | Tools

Operation Mode

Dual Band Router

Setup Wizard

Step2: Configure Radio3

Please make sure your broadband line is connected to the WAN port. The AC-1200UR will reboot to the new settings after you click on the "Finish" button.

WAN Type:

IP Address Assigned by Your ISP:

IP Subnet Mask:

ISP Gateway IP Address:

Primary DNS Server:

Secondary DNS Server:

Cloned MAC Address :

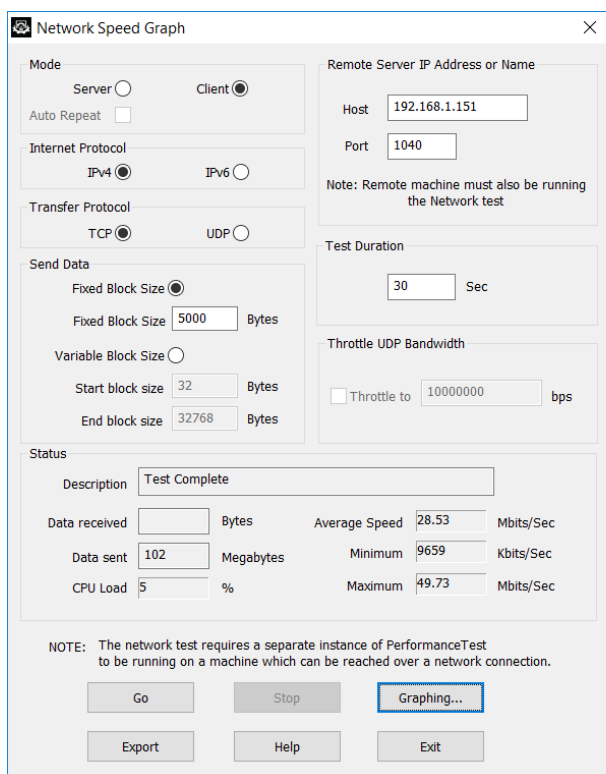
If your ISP requires you to use a specific WAN Ethernet MAC address, check this box and enter the MAC address here.

MAC Address:

Obrázek 16 - Menu propojení

Zdroj: Vlastní

Pro budoucí potřebu byl nastaven port WAN na statickou adresu jedinečnou v dané síti LAN. Pro přenášení dat byl prvotní plán nastavení sdílené složky, do které by se nahrávala data a stahovala data. Tento počín se neuskutečnil díky možnosti použití aplikace Performance test 9.0, která nabízela 30 denní triál verzi. Ta posloužila jako vhodný nástroj pro dané vytížení sítě. Propojení této aplikace bylo provedeno nastavením jednoho zařízení s tímto programem jako klient a druhé zařízení bylo nastaveno jako Server. Klientské zařízení bylo použito pro zařízení nacházející se v testovacím vozidle. Dále proběhlo nastavení Ip adresy serverového zařízení a jeho portu. Rozsah pro adresy byl použit IPv4, jako zástupce zatím ještě nejpoužívanějšího protokolu. Transferový protokol byl nastaven na hodnotu TCP, díky jeho vlastnosti spolehlivého a ve správném pořadí zajištěného doručování dat. Díky průzkumu výsledků ze záznamu starých zkoušek, byla jako průměrná hodnota stanovena velikost jednoho bloku dat na 50 kB. Čas zasilání informací se přizpůsobil na dobu odpovídající zhruba trvání jednoho scénáře testu. Časový limit byl tudíž nastaven na trvání 30 sekund.



Obrázek 17 - Nastavení Performance test

Zdroj: Vlastní

Ostatní zařízení bylo zapotřebí již jen propojit ethernetovým kabelem pro port RJ45, nebo s UPS zařízením dodávající elektrickou energii. Hp Probook 650 G3 pracoval na standardním operačním systému Windows 7.

6.2 Navržení ideálních komponentů modelu

Uměle vytvořené schéma komunikace spočívalo v propojení zařízení router s funkcí klient a druhým nejlépe stejným zařízením s funkcí AP. Zařízení muselo splňovat požadavky typu odnímatelných antén, nesmělo obsahovat interní 2,4 GHz anténu nebo přenosovou rychlost portů menší než 1 GB/s. Počet antén nesměl převýšit počet 2. Bylo zapotřebí najít dostatečně výkonný zdroj schopný napájet zařízení po dobu měření. Jedná se o dva notebooky stejně výkonné, se schopností rychlého zapisování dat a povolením průchodu do střeženého areálu zkušební dráhy. Aplikaci pro zjištění síly signálu.

6.2.1 Zvolené vybavení

Antény

Zařízení bylo potřeba otestovat a vhodně vybrat. Pro potřeby simulace byly vybrány tyto odnímatelné externí antény: Anténa Mikrotik 5 GHz, všesměrová RSMA a Anténa 2,4 GHz RSMA/M. Toto zařízení simulovalo všesměrové vysílání a svým výkonem 7 dBi zvládlo obsáhnout signálem rozmezí celé vymezené testovací dráhy. Podobně jako v případě reálné zkoušky. Během testu bylo potřeba odejmout a vyměnit toto zařízení, díky kompatibilitě s AC-1200UR to nebyl problém. Hlavní část zařízení otestovala anténa Delock RP-SMA anténa, která také splňovala podmínku odnímatelnosti, avšak od přechozích zařízení tato anténa je směrová a je schopná vysílat v 5 GHz pásmu, tak v pásmu 2,4 GHz.

Delock WLAN 802.11 ac/a/b/g/n **Antenna RP-SMA** Specification

- Druh konektoru: RP-SMA plug
- Frekvenční rozsah:

2.400 - 2.500 GHz

5.100 - 5.875 GHz

- Síla antény:

5 dBi @ 2.5 GHz

7 dBi @ 5.7 GHz

- Rozměry:

ca. 90 x 120 x 13 mm

ca. 90 x 95 x 13 mm

Router

V této oblasti bylo zapotřebí vybrat zařízení, které splňuje několik základních podmínek:

- Cenová dostupnost
- Skladová dostupnost
- Funkce klient a Wi-Fi router (případně AP)
- Dual Band funkce antén
- Externí oddělitelné antény
- Výstup na 2 externí antény
- Absence interní antény
- Standard 802.11ac, 802.11n
- USB vstup
- Gigabit ethernet port

Volil jsem například, Tp link Ap 200 nebo ASUS RT-N12K

AirLive AC-1200UR.

Router určený pro konání simulace byl od značky AirLive. Zařízení bylo vybráno díky splnění výše uvedených vlastností. Největší výhodou routeru je cenová a skladová dostupnost. Aerodynamická stránka zařízení nebyla podmínkou, ovšem díky mírnému prohnutí a relativně úzké počáteční části, je toto zařízení velmi vhodné pro přichycení na střechu testovacího vozidla.

Při vybírání daného zařízení, bylo zjištěno z průzkumu trhů, že obchodníci se v informacích ohledně zařízení mohou lišit nebo některé informace nepodávat. V tomto případě, při objednání zařízení ASUS RT-AC66U B1, výrobce poskytl nepravdivé informace o odnímatelnosti externích antén, tudíž toto zařízení nesplňovalo potřebné požadavky k učinění simulace přenosu dat. U zařízení Tplink Ap 200 byl ukončen prodej v síti řetězců výrobce ve chvíli, kdy požadavek na objednání tohoto zařízení byl v pořadí na schválení objednávky.

Zdroj

Problém napájení oproti hledání správného vysílače WiFi již nečinilo těžké vybírání. S tímto zařízením již v minulosti bylo pracováno a otestovány jeho funkčnosti. Otázku ohledně zařízení umístěného na střeše testovacího vozidla bylo potřeba vyřešit redukcí do zapalování vozu, která poskytla požadované napětí 230 V, jež je výrobcem doporučená potřeba pro napájení vysílače. Notebookové zařízení bylo schopno, díky své integrované baterii, absolvovat celý průběh testování bez závislosti na elektrické síti.

APC Back-UPS BX 650

Skutečný výkon - 325 W

Zdánlivý výkon – 650 V

Typ napájení - Line interactive

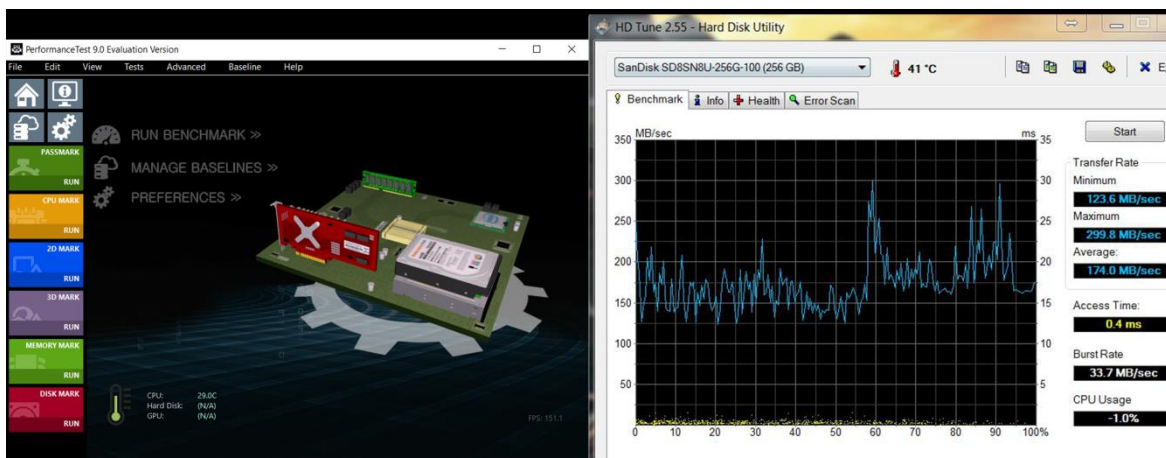
Účinnost při 100% zátěži - 96 %

Účinnost při 50% zátěži - 94 %

Notebook

Zařízení pro spouštění programu vybraného ke snímání průměrné rychlosti přenášených dat, bylo vybráno Hp Probook 650G3, ve kterém byla spuštěna daná aplikace. Na notebooku bylo nutné nastavit statickou Ip adresu shodnou s rozsahem vysílání WIFI vysílače. Toto zařízení disponuje 4GB RAM a 250GB M.2 pamětí, s maximální rychlostí zápisu 299MB/s, která pokryje rychlost přenášených dat přes WiFi signál. Tato data putují přes gigabytový Lan port. Pro účely testu byly na tyto zařízení nainstalovány volně dostupné programy HDtune, Netspot a Performance test 9.0. Ty umožnily změření

rychlosti disku, změření síly signálu a zaznamenání v průběhu testu a odesílání objemu dat pro účely měření.



Obrázek 18 - Programy měření

Zdroj: Vlastní

6.3 Aplikace ve firmě

Celé testování probíhalo pod záštitou oddělení AEB firmy Aurelcz. S tímto oddělením, které se zabývá danou problematikou a druhem testování, byla celá simulace prodiskutována a následně i vybrána lokalita splňující podmínky testování vozidel na zkušební dráze.

Pro splnění podmínky věrohodnosti, simulace probíhala v co nejpřesněji odpovídajícím prostředí, které panuje při oficiálních testech. Avšak, pro potřeby měření bylo potřeba přihlídnout k síle vysílacích zařízení, upravit délku dráhy na poloviční vzdálenost skutečného testování. To znamenalo, změřit průměrnou dráhu rozjezdu VUT. Tato dráha činila průměrně 150 metrů, během kterých vozidlo musí být schopno zrychlit na požadovanou rychlost. Měření proto probíhalo po 15 metrech na pěti úsecích. Díky slabšímu vysílacímu zařízení byl test pro lepší porozumění a měřitelnost dat, prováděn na dráze o délce 75 metrů. Dráha neobsahovala žádné překážky a odpovídala standardům pro měření oddělení AEB. Měření probíhalo v odpoledních hodinách kdy teplota, světelnost a vlhkost stále odpovídaly požadovaným parametrům. Na testovací vůz bylo přichyceno

lepícím systémem od značky 3M vysílací zařízení nastavené jako Client. Toto zařízení bylo napájeno přes redukcí na 230 V připojenou k automobilu. Uvnitř vozu se nacházelo zařízení Hp Probook 650 G3, na kterém při zahájení testu byly spuštěny programy NetSpot a Performance test 9.0. Druhé vysílací zařízení bylo společně s druhým notebookovým zařízením umístěno ve stacionárním bodě 0. Testovací vůz se pohyboval rychlostí 10km/h. Touto rychlostí se ke kontrolnímu bodu dostal zhruba za 5,5 sekundy. Při dosažení kontrolního bodu byl vůz zastaven a zahájen program Performance, který zahájil posílání dat o velikosti 50Kb na druhou stanici. Po dokončení komunikace byly výstupné hodnoty uloženy v podobě PNG a HTM. Program NetSpot byl zapnut během celého průběhu testování. Po dokončení smyčky testů se testovací vozidlo přemístilo do bodu 0. Zde se změnil na obou vysílačích typ antény nebo druh vysílané frekvence. Celkové měření probíhalo za odborné dopomoci z řad AEB oddělení dané firmy.

7. Závěrečné ohodnocení propustnosti dat

Z naměřených hodnot je patrné, že současné testování probíhá správně na frekvenci GHz, avšak porovnaná data naznačují, že při použití směrové antény (Příloha č. 2) se signál zrychlí a tím se zvýší schopnost přenášení většího objemu dat. Rozdíly mezi směrovou a všesměrovou anténou se zvětšují s narůstající vzdáleností, jak je tomu patrné z konce přílohy č. 1 a 2. Provedený test prokázal, že v nulových bodech je účinnost téměř totožná, ale v 5. bodě měření již rozdíl narůstá téměř o více než 30Mb/s. Tento rozdíl by mohl zpřesnit navádění vozidel a zamezit ztrátě signálu během testu. Ideální kombinace obou typů antén na zařízení STP, by podle mého názoru byla neadekvátnější. Při přípravě před testem by byl VUT na přímý dosah směrové antény a v době přejezdu vedle tažného zařízení STP nebo RT-base by signál zůstal nepřerušen. Používáním frekvenčního pásma 5 GHz také zajišťuje téměř minimální rušení od okolních zařízení, které pracují na 2,4 GHz frekvenci. Tím by měl být zajištěn stabilnější provoz. Díky podmínkám, které panují na dráze, jako je přímá viditelnost nebo směr po přesně vytyčené trase, nabízí ideální kombinace pro testování, jak bylo patrné z měření pro tento typ přenosu dat. Typ testu byl proveden i v podobě 2,4 GHz frekvencí. Způsob přenosu dat podle výsledných hodnot, které naměřily několikanásobně nižší výsledky oproti pásmu 5 GHz, by nebyl efektivní. Měření mohlo být ovlivněno absencí standardu 802.11ac, který není podporován pásmem 2,4 GHz. Použitím příkazu ping byly hodnoty u 5 GHz pásma stabilnější a to u obou typů antén, viz příloha č. 4 a 5. U nižšího pásma se u již zmíněného příkazu ping, čas doručení balíčků dat pohyboval s většími výkyvy.

U zařízení nacházejícího se při průběhu testování, by v takovém to pásmu bylo zvýšené riziko rušení díky shodným frekvencím, na kterých vysílají zařízení mikrovlnné trouby, vysílačky, mobilní telefony. Oba dva typy antén splňovaly dosah, alespoň minimálního signálu na danou vzdálenost a to v obou pásmech měření. V příloze č. 5 je zřejmé, že v pásmu 5GHz je využíváno více kanálů pro přenos dat. Dále bylo vyčteno, že síla signálu u 2,4 GHz v některých bodech dosáhla o 15 dB vyšších hodnot oproti druhému pásmu.

Pro zajištění neustále konektivity s počítačem, na kterém je spuštěn ovládací program NAVconfig, by mělo být zařízení vybaveno další a to externí anténou, která díky krátké vzdálenosti od měřicích zařízení nemusí být příliš výkonná.

Okolo testovací dráhy se nachází velké množství náletové vegetace. Pro přesnější navigování by pomohlo, kdyby se kolem testovací dráhy nenacházely žádné vysoké překážky jako stromy, domy, komíny. V tomto konkrétním případě by pro zlepšení GPS signálu také pomohlo pokácení okolní vegetace pro větší rozsah viditelnosti na oblohu a tím zvýšenou konektivitu se satelitními zařízeními.

7.1.1 Ekonomický přínos

O již zmíněné kácení vegetace, by se měl postarat majitel objektu určeného k testování. Z toho důvodu, bych doporučil kontaktovat vlastníka pozemku. Potom by se bezplatně zvýšila viditelnost na vzdálené satelitní vysílače, to by vedlo k rychlejšímu a přesnějšímu zaměření a zahájení testovacího procesu. Typ antén od společnosti ABD je finančně náročnější díky jeho speciální konstrukci a dosahu signálu. Pořízení směrové antény, od již zmíněné firmy, by jak je patrné z naměřených dat, minimalizovalo výpadky signálu, zefektivnilo objem přenášených informací. Tyto kroky povedou ke zmenšení prodlevy vzniklé opakováním testů z důvodu ztráty signálu. Zefektivní se práce, která povede k větším ziskům, případně poskytne prostor pro opakování zkoušek z technických, klimatických a jiných důvodů. Do zařízení s programem NAVconfig, bych doporučil přidání externí antény. Cenová relace externího WiFi adaptéru podle průzkumu na www.Alza.cz stojí do 800 Kč. Zařízení pořízené pro testovací účely se použije pro potřeby zaměstnanců firmy.

Závěr

V této bakalářské práci bylo zpracováno téma automobilové bezpečnosti a přenosu polohových a případně senzorových informací. Velká část práce se zabývá průběhem testování a pochopení účelu konkrétních testovacích zkoušek. Byla zde rozebrána související problematika a základní funkčnost navigačních systémů. Dále díky konzultacím s odbornými pracovníky oddělení zabývající se autonomními systémy, bylo možno najít místo s potenciálním nedostatkem. Z prozkoumání současného stavu vybavení bylo možné navrhnout a následně provést simulaci možného zlepšení. Zde však muselo být přihlédnuto k požadavkům společnosti EuroNCAP, která neustále přichází s modernějšími druhy testování. Bylo proto zapotřebí brát v potaz fakt aktuálnosti zkoušek a opustit prvotní plán zkoumání AEB City, u kterého bylo vydáno ustanovení o konci testování v následujícím roce za pomoci EVT a zaměřit se na AEB VRU. K závěru práce byl popsán výběr zvoleného zařízení a softwaru pro zhotovení vymodelování přenosu dat, jako při reálném průběhu zkoušek. Samotný proces testování byl popsán v kapitole 6.3 Aplikace ve firmě. Jak již bylo v práci zmíněno a zhodnoceno v následující kapitole, výsledné hodnoty napovídají o možném zlepšení síly WiFi signálu a rychlosti přenosu dat. Volba jiného vysílacího zařízení by podle naměřených výsledků měla minimalizovat občasné výpadky v komunikaci, tím se zkvalitní práce vedoucí k větším ziskům společnosti. Informace byly předány firmě, se kterou byla prováděna spolupráce, jako možnost pro budoucí zefektivnění reálného testování.

Použité zdroje

- [1] EuroNPAC [online]. [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/how-to-read-the-stars/>
- [2] Smucler [online]. Autocentrum Jan Šmucler, 2018 [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://www.smucler.cz/blog/euro-ncap/>
- [3] EuroNCAP aeb test protokol [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: mezinarodni-predpisy.tuv-sud.cz/attachments/nouzove-brzdeni-aeb-v-1-1.pdf
- [4] Lane departure warning [online]. [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/ldw-lane-departure-warning/>
- [5] Army.cz [online]. [cit. 2018-03-04]. Dostupné z: http://www.army.cz/images/id_8001_9000/8753/radar/k23.htm
- [6] Techcrunch [online]. Oath Tech Network, 2013 [cit. 2018-03-04]. Dostupné z: <https://beta.techcrunch.com/>
- [7] JUNG, Claudio Rosito; KELBER, Christian Roberto. A lane departure warning system based on a linear-parabolic lane model. In: Intelligent Vehicles Symposium, 2004 IEEE. IEEE, 2004. p. 891-895.
- [8] AEB City, Euroencap.com [online]. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/aeb-city/>
- [9] ELVIK, Rune. Prospects for improving road safety in Norway. Transportøkonomisk institutt, 2007.
- [10] ALIZADEH, Vahid; DEHZANGI, Omid. The impact of secondary tasks on drivers during naturalistic driving: Analysis of EEG dynamics. In: Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2016 IEEE 19th International Conference on. IEEE, 2016. p. 2493-2499.
- [11] *Oxts RT-Base S* [online], 2017. Oxfordshire [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.oxts.com/accessories/rt-base-s/>
- [12] AEB VRU, 2018. *EuroNCAP* [online]. Leuven: Euro NCAP, 1.1.2018 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/pedestrian-protection/>
- [13] W. BETZ, John, 2015. Engineering Satellite-Based Navigation and Timing : Global Navigation Satellite Systems, Signals, and Receivers. New York, United States: John Wiley. ISBN 9781118615973.
- [14] GLONASS, 2013. *Gramin.cz* [online]. Praha: Garmin Czech s.r.o [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://www.garmin.cz/aktualne/nove-produkty/gps-nebo-glonass.html>
- [15] EL-RABBANY, Ahmed, 2006. *Introduction to GPS: The Global Positioning System*. 2. Norwood, United States: Artech House Publishers. ISBN 1-59693-016-0.
- [16] GNSS [online], 2017. Praha 7: European GNSS Agency [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://www.gsa.europa.eu/european-gnss/what-gnss>

- [17] CHIAVERINI, Stefano. Singularity-robust task-priority redundancy resolution for real-time kinematic control of robot manipulators. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 1997, 13.3: 398-410.
- [18] *Oxts rt 3000* [online], 2017. Oxfordshire [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.oxts.com/products/rt3000/>
- [19] *TrackFi* [online], 2018. England: Anthony Best Dynamics Limited [cit. 2018-11-21]. Dostupné z: <https://www.abdynamics.com/en/products/track-testing/wireless-telemetry>
- [20] VLK, František. *Automobilová elektronika. 1., Asistenční a informační systémy*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
- [21] DUFFY, James E. *Modern automotive technology*. 8th ed. Tinley Park: The Goodheart-Willcox company, 2014. ISBN 978-1-61960-370-7.
- [22] EL-RABBANY, Ahmed, 2006. *Introduction to GPS: The Global Positioning System.2*. Norwood, United States: Artech House Publishers. ISBN ISBN 1-59693-016-0.
- [23] KOČÍ, Petr, 2012. *Diagnostika a testování automobilů* [online]. Vysoká škola báňská: Technická univerzita Ostrava [cit. 2017-10-11]. ISBN ISBN 978 - 80 - 248 - 2609 - 7. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=F7jrCAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR19&dq=principles+of+the+global+positioning+system&ots=zWkbv_sFty&sig=9htiSweixRSUAwdUKpoEYLuOzW8&redir_esc=y#v=onepage&q=principles%20of%20the%20global%20positioning%20system&f=false
- [24] GREWAL, Mohinder S., Angus P. ANDREWS a Chris G. BARTONE. *Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration*. 3rd ed. Hoboken: John Wiley, c2013. ISBN 978-1-118-44700-0.
- [25] PROQUEST. 2017. *Databáze článků ProQuest* [online]. Ann Arbor, MI, USAProQuest. [cit. 2017-09-28]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz/>

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Měřená data na všesměrové 5GHz anténě

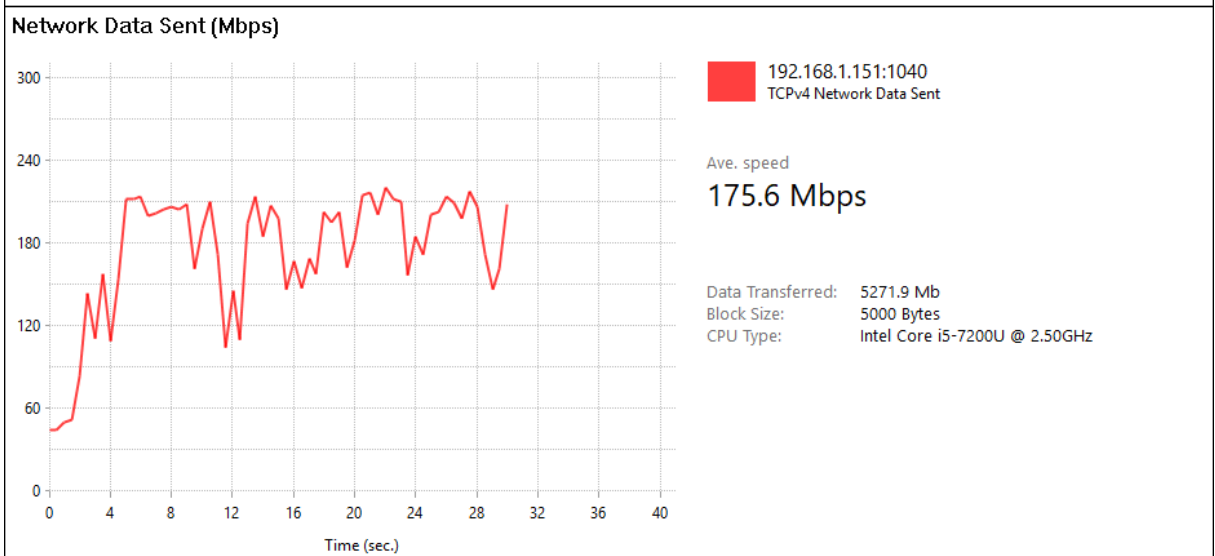
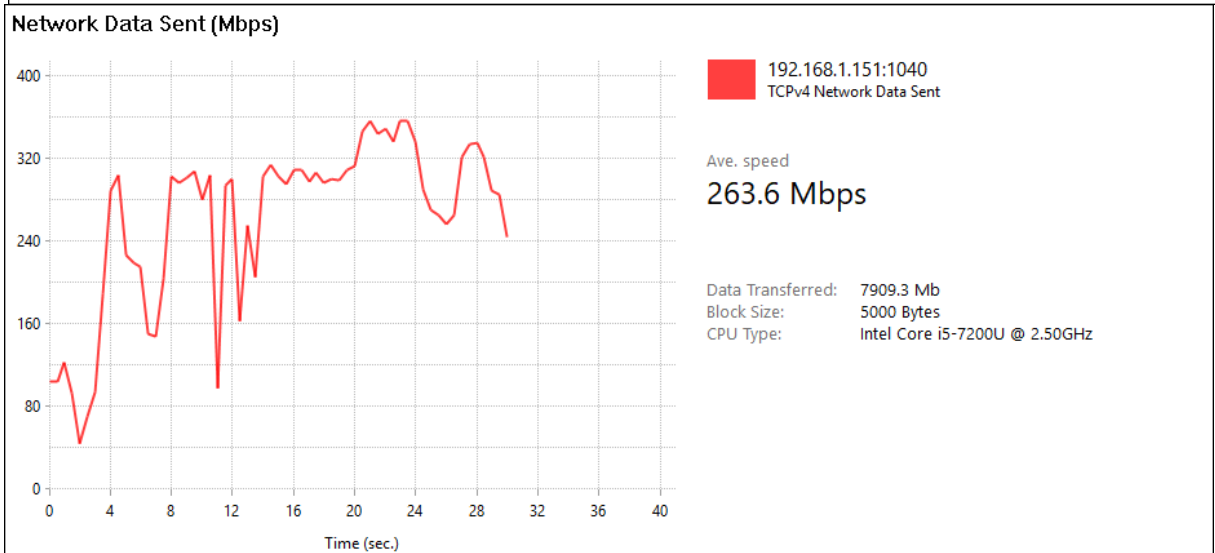
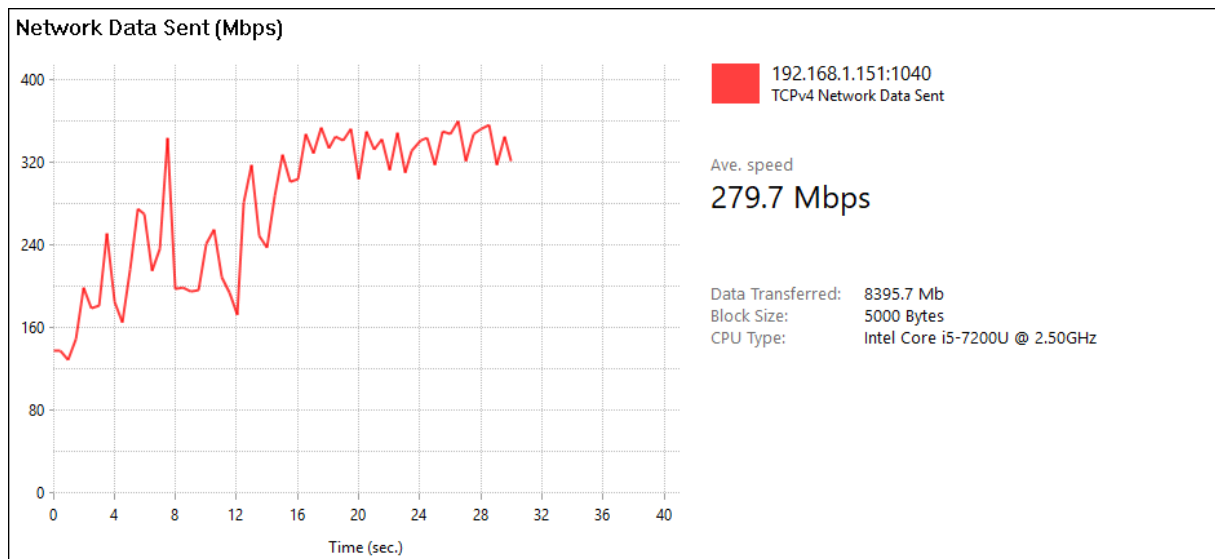
Příloha č. 2 - Měřená data na směrové 5GHz anténě

Příloha č. 3 – Graf z příkazu ping 5 GHz směrová anténa

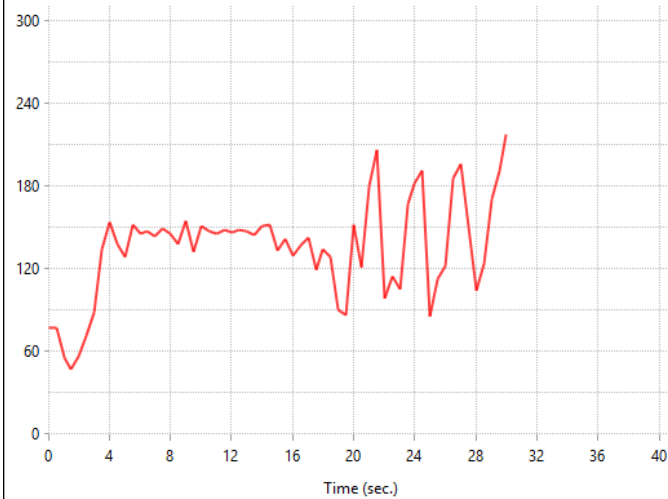
Příloha č. 4 – Graf z příkazu ping 5 GHz všesměrová anténa

Příloha č. 5 – Graf rozpětí síly signálu a počtu kanálů u 2,4 a 5 GHz pásma

Příloha č. 1 - Měřená data na všesměrové 5GHz anténě



Network Data Sent (Mbps)

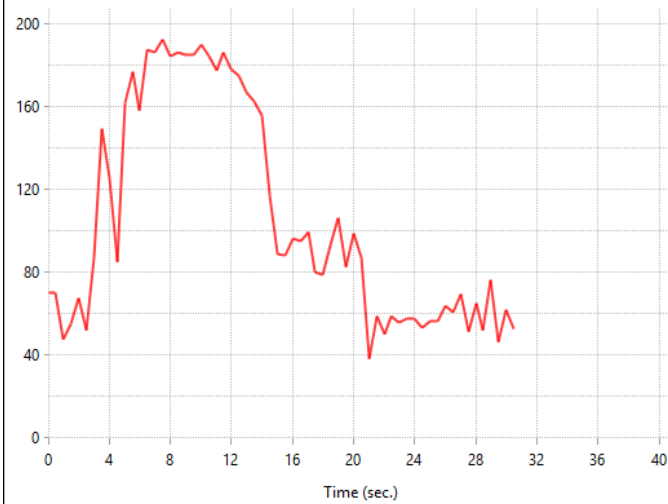


192.168.1.151:1040
TCPv4 Network Data Sent

Ave. speed
136.4 Mbps

Data Transferred: 4093.1 Mb
Block Size: 5000 Bytes
CPU Type: Intel Core i5-7200U @ 2.50GHz

Network Data Sent (Mbps)

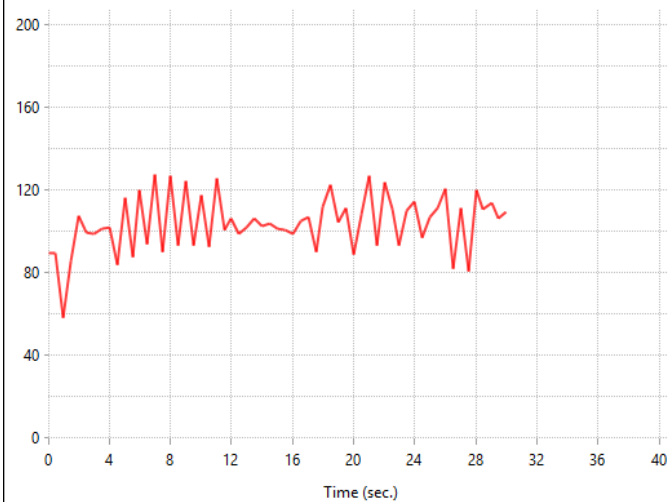


192.168.1.151:1040
TCPv4 Network Data Sent

Ave. speed
106.4 Mbps

Data Transferred: 3246.3 Mb
Block Size: 5000 Bytes
CPU Type: Intel Core i5-7200U @ 2.50GHz

Network Data Sent (Mbps)



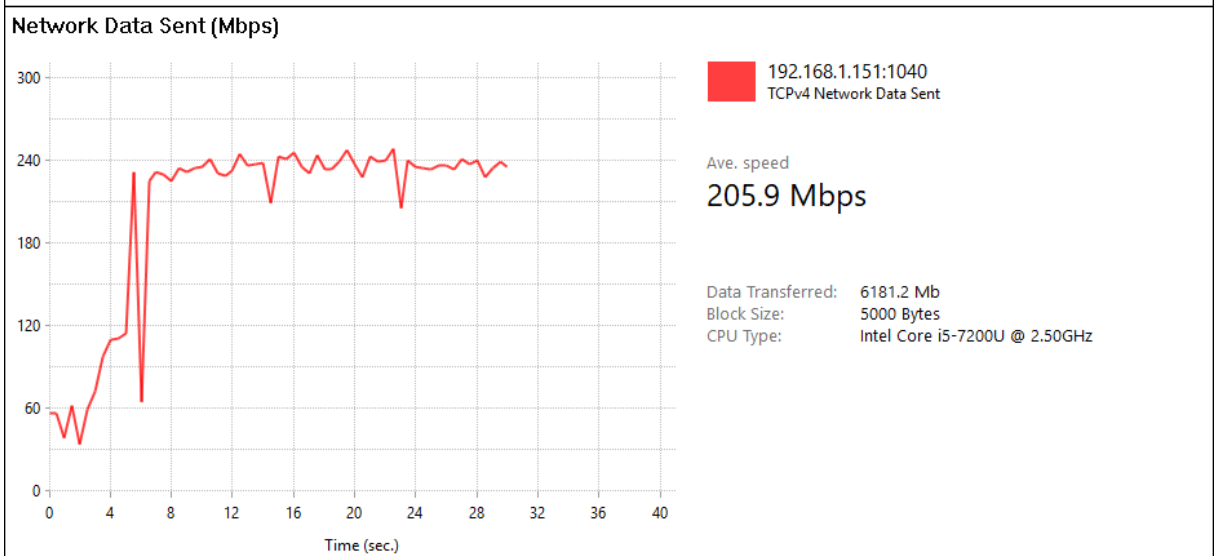
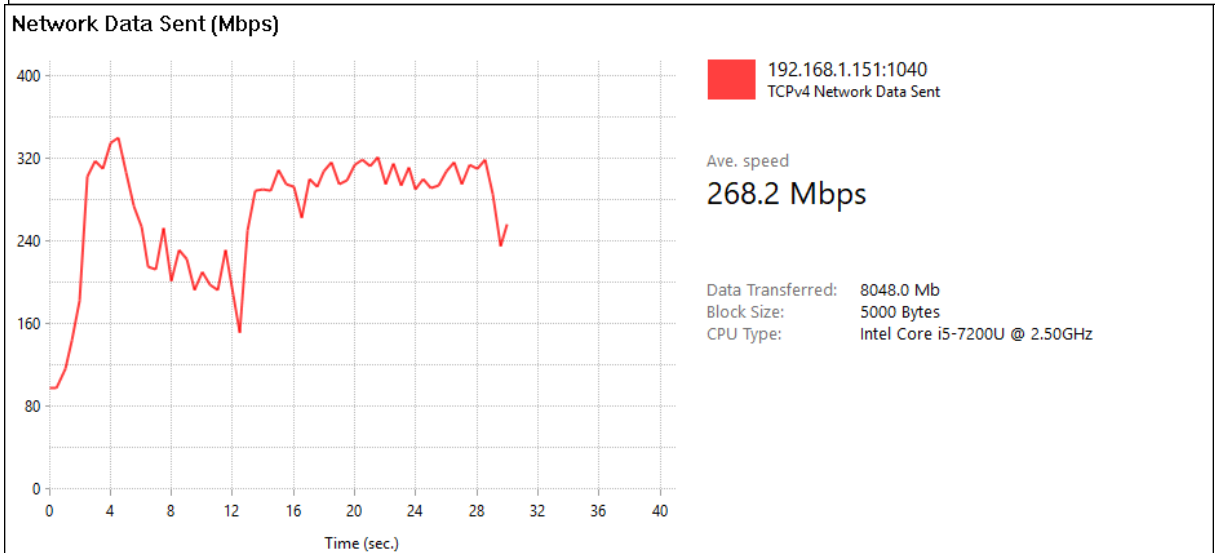
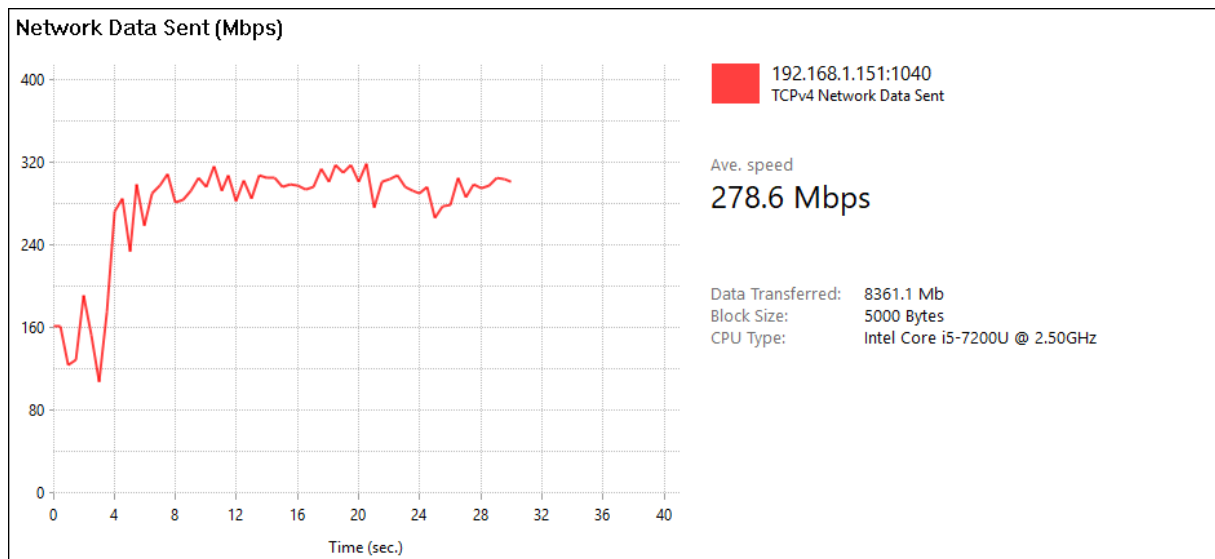
192.168.1.151:1040
TCPv4 Network Data Sent

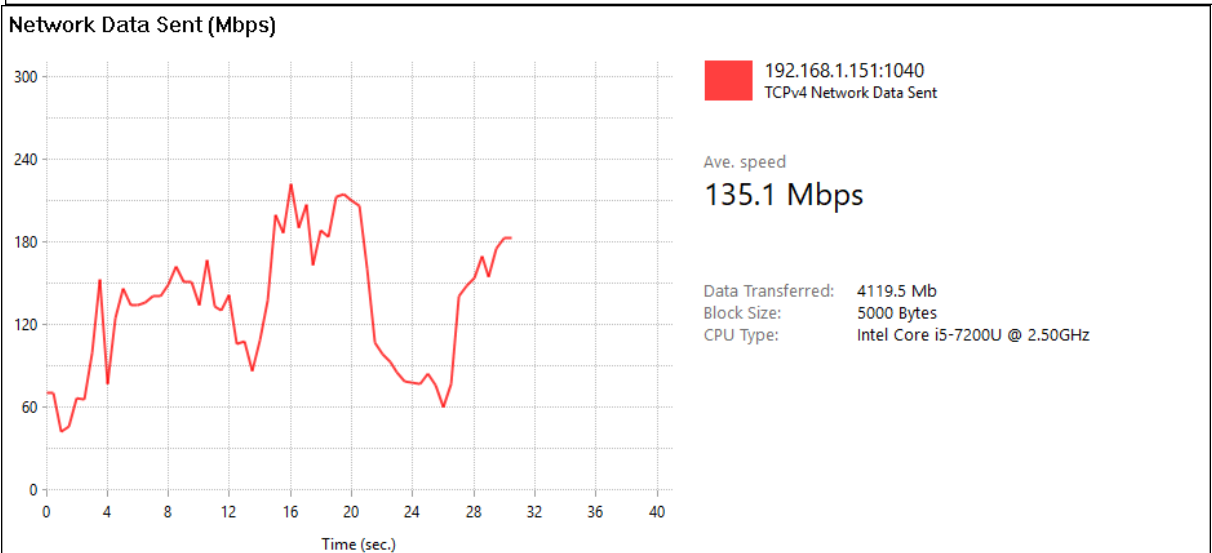
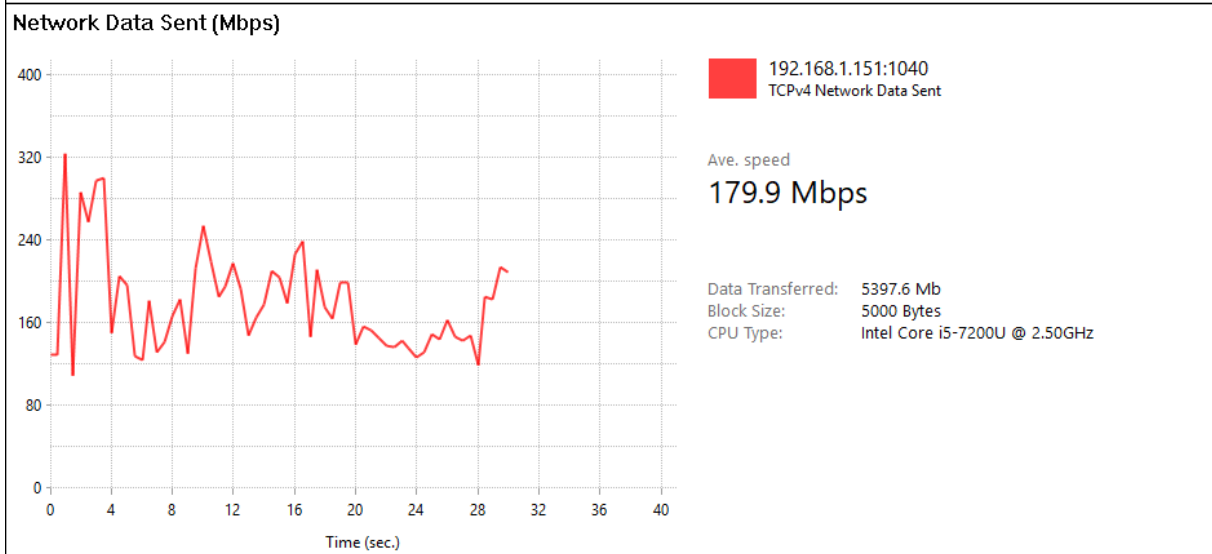
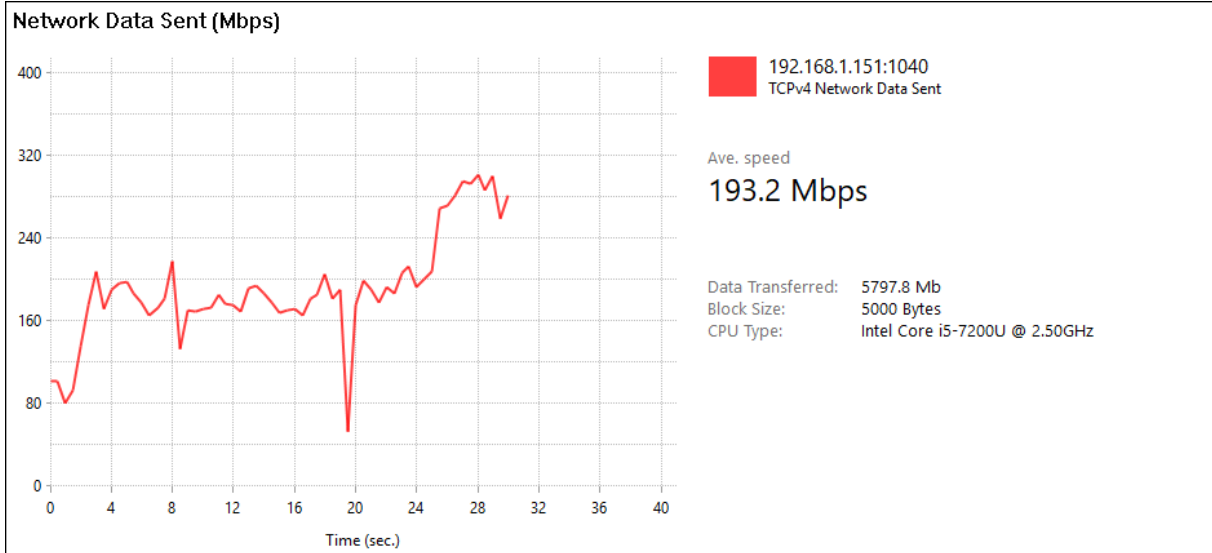
Ave. speed
104.4 Mbps

Data Transferred: 3133.5 Mb
Block Size: 5000 Bytes
CPU Type: Intel Core i5-7200U @ 2.50GHz

Zdroj: Vlastní

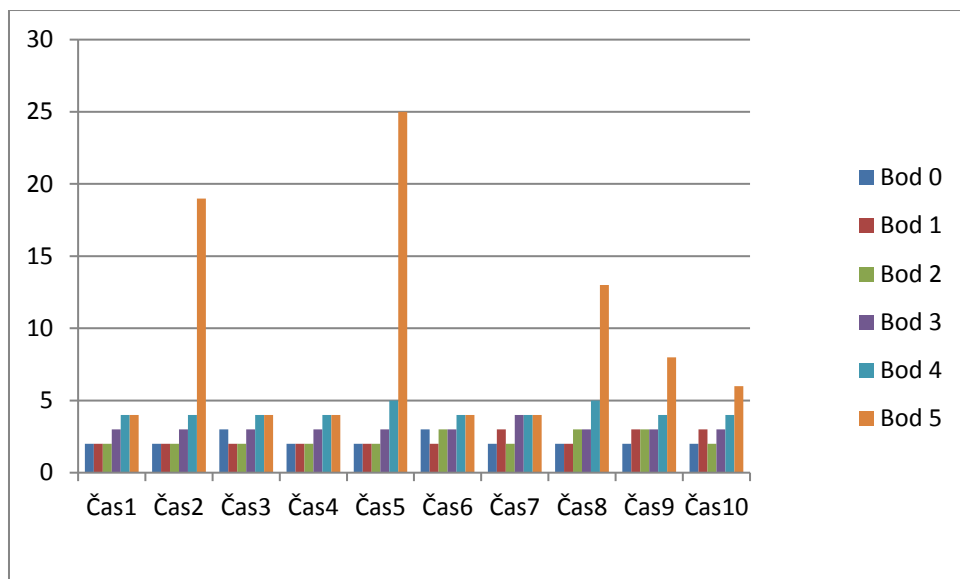
Příloha č. 2 - Měřená data na směrové 5GHz anténě





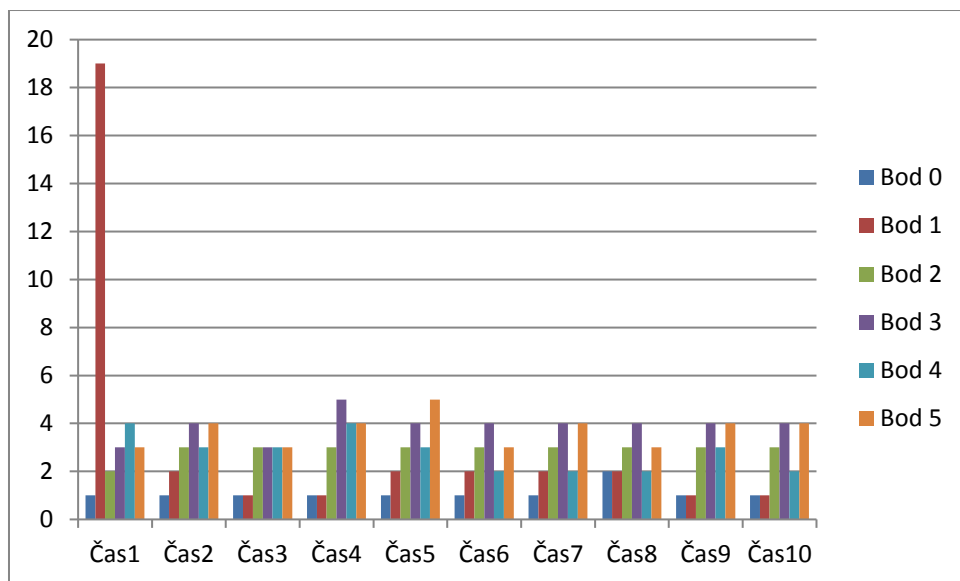
Zdroj: Vlastní

Příloha č. 3 – Graf z příkazu ping 5 GHz směrová anténa



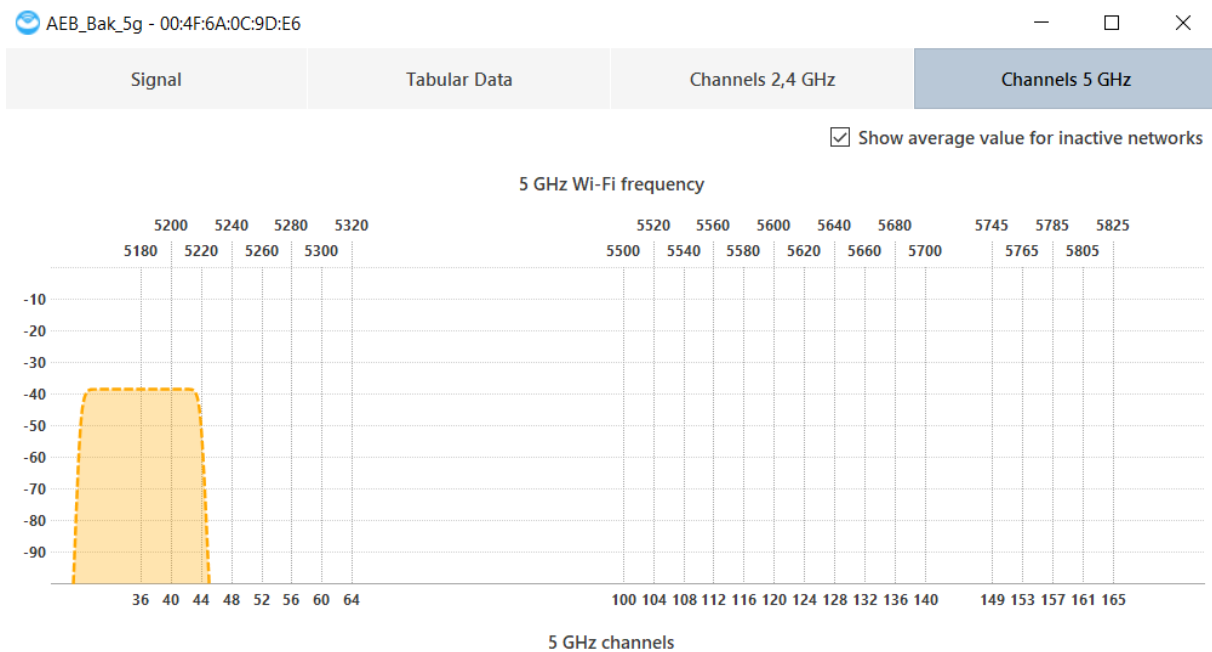
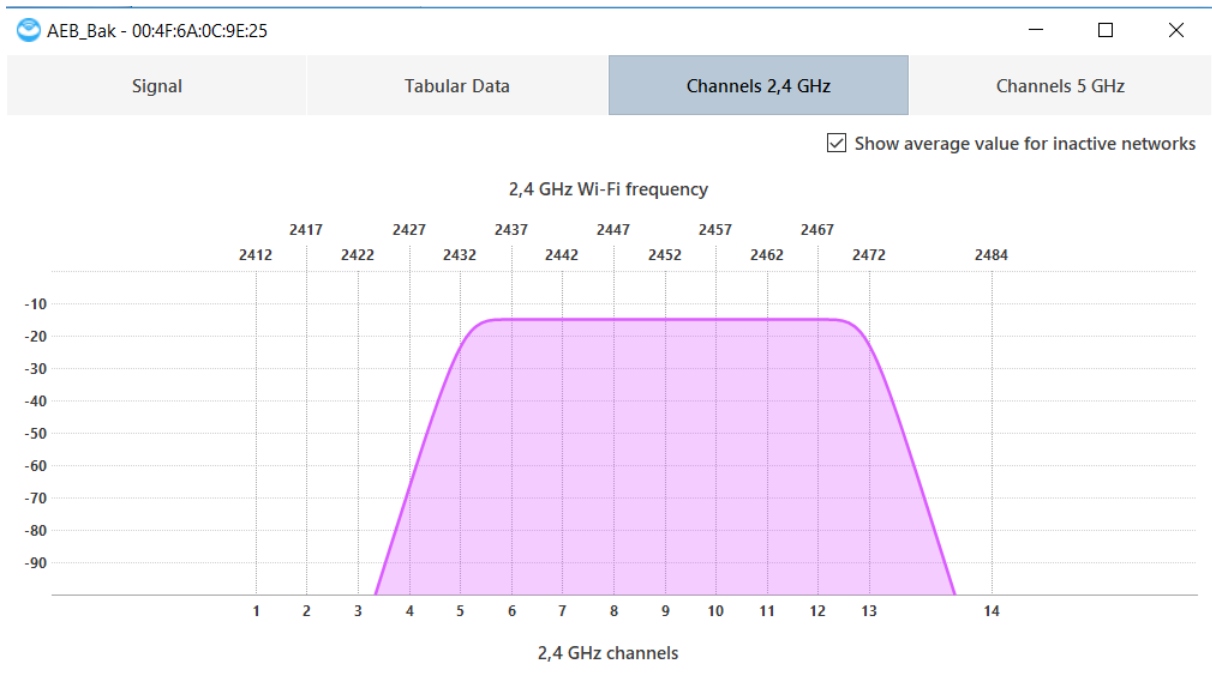
Zdroj: Vlastní

Příloha č. 4 – Graf z příkazu ping 5 GHz všesměrová anténa



Zdroj: Vlastní

Příloha č. 5 – Graf rozpětí síly signálu a počtu kanálů u 2,4 a 5 GHz pásma



Zdroj: Vlastní