



TEKNIikka JA LIIKENNE

Auto- ja kuljetustekniikka

Autosähkötekniikka

INSINÖÖRITYÖ

**VOLVO XC60:N TURVAJÄRJESTELMÄT SEKÄ NÄIDEN HUOMIOIMINEN
KORJAUSTOIMENPITEIDEN YHTEYDESSÄ**

Työn tekijä: Marko Nieminen
Työn ohjaajat: Marko Joensuu
Kari Tammi

Työ hyväksytty: __. __. 2009

Kari Tammi

ALKULAUSE

Tämä insinööri työ tehtiin Lohjanportin Auto Oy:lle. Työn ohjaajana toimi Marko Joensuu ja työn valvojana lehtori Kari Tammi. Haluan kiittää kaikkia henkilöitä, jotka ovat olleet avuksi työssä. Kiitän myös henkilöitä, jotka osallistuivat kyselytutkimukseen. Erityisesti haluan kiittää Lohjanportin Auto Oy:tä laitteiston ja materiaalin luovuttamisesta käyttöni.

Helsingissä 7.4.2009

Marko Nieminen

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Marko Nieminen	
Työn nimi: Volvo XC60:n turvajärjestelmät sekä näiden huomioiminen korjaustoimenpiteiden yhteydessä	
Päivämäärä: 20.4.2009	Sivumäärä: 35 s.
Koulutusohjelma: Auto- ja kuljetustekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Autosähkötekniikka
Työn ohjaaja: lehtori Kari Tammi	
Työn ohjaaja: Marko Joensuu, Lohjanportin Auto Oy	
<p>Tässä insinööriyössä on tutkittu Lohjanportin Auto Oy:n toimeksiannosta Volvo XC60:n turvajärjestelmiä sekä työturvallisuuteen liittyviä asioita työskenneltäessä turvajärjestelmien parissa. Työssä esitellään auton uusimpia sähköjärjestelmiä ja niiden toimintaperiaatteita. Kaikki esitellyt järjestelmät liittyvät turvallisuusjärjestelmiin.</p> <p>Tutkimuksessa tuodaan aluksi esille turvajärjestelmien toimintaperusteet. Perusteiden tuntemus on edellytys, jotta turvalaitteita voi ylipäänsä korjata. Tutkimuksen kohteeksi on otettu turvalaitteet, koska ne ovat autossa yksi monimutkaisimpia järjestelmiä eikä niiden toimintaa opeteta paljoa ammatillisessa koulutuksessa.</p> <p>Työssä esitellään myös Volvo XC60:n uusimpia sähköisesti toimivia järjestelmiä. Esimerkiksi työssä esitellään City Safety -toiminto, joka on esitelty ensimmäistä kertaa Volvo XC60:ssä.</p> <p>Tutkimuksen analysointia varten suoritettiin suullinen kyselytutkimus, jossa kyselyn aiheena oli työssä tuodut turvalaitteiden korjaus ja toiminnan perusteet. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta työn sisällölle löytyvän kysyntää. Tutkimuksessa kohderyhmänä toimi asentajaryhmä, joka joutuu melkein päivittäin työskentelemään turvalaitteiden parissa.</p> <p>Tutkimustyö suoritettiin pääsääntöisesti itsenäisesti. Lohjanportin Auto Oy tarjosi käyttöön materiaalin ja tarvittavan laitteiston. Työn tavoitteena oli saada aikaiseksi kattava ja selkeä materiaalipaketti turvajärjestelmistä ja niiden tarvitsemista lisätoiminnoista.</p> <p>Työ on tehty siten, että sitä voidaan tulevaisuudessa käyttää jälleenkoulutusmateriaalina koulutettaessa uusia asentajia turvalaitteiden osalta sekä oppimateriaalina.</p>	

ABSTRACT

Name: Marko Nieminen	
Title: Volvo XC60 Safety Systems and their Service and Maintenance	
Date: 20 April 2009	Number of pages: 35
Department: Automotive and Transport Engineering	Study Programme: Automotive Electronics Engineering
Instructor: Kari Tammi, Lecturer	
Supervisor: Marko Joensuu, Lohjanportin Auto Oy	
<p>The study was assigned by Lohjanportin Auto Oy. The aim of the study was to inspect the security systems of Volvo XC60 and work safety and identify what should be noticed when repairing these systems. The study also introduces the latest electrical systems of Volvo, including the City Safety system.</p> <p>First the operation principles of the safety systems are presented. Knowledge of the basics of these principles is required for repairing the safety systems. The study focuses on the safety systems because they are one of the most complicated part of the vehicle and their operation principles are not usually taught in vocational education.</p> <p>The study also introduces the latest electronically operated systems of Volvo XC60, e.g. the City Safety system which was introduced in Volvo XC60 for the first time.</p> <p>A group of mechanics who work with the safety systems almost every day were interviewed and the interviews focused on repairing and maintenance of the safety systems and the basic principles of their operation. This interview material was analyzed and it seems that there seems to be a lot of interest in this material in the company.</p> <p>Lohjanportin Auto Oy provided the writer with the test material and equipment needed. The objective of the study was to find out and collect information and material on safety systems and operations they require.</p> <p>This study material can be used for training new mechanics to work with safety systems and as study material.</p>	
Keywords: Volvo XC60, safety systems, City Safety, work safety, pyrotechnic	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET

ALKULAUSE	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
ALKULAUSE	5
TIIVISTELMÄ	5
ABSTRACT	5
LYHENTEET	5
LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	1
2 LOHJANPORTIN AUTO OY	2
3 AUTON SISÄISET TURVAJÄRJESTELMÄT	3
3.1 SRS-ohjainyksikön kanssa työskentely.....	4
3.2 Ohjainlaitteiden keskinäinen kommunikointi.....	6
3.3 Sivutörmäyksen tunnistavat anturit.....	7
3.3.1 Paineanturi.....	7
3.3.2 Satelliittitunnistin.....	8
3.4 Etummaisiet turvatyyny.....	8
3.4.1 Matkustajan turvatyyny.....	8
3.4.2 Kuljettajan turvatyyny.....	8
3.5 IC-turvatyynyverho.....	9
3.6 Sivuturvatyyny.....	9
3.7 PACOS- matkustajan turvatyynyn käytöstäpoistokytkin	9

3.8 Yleistietoa turvavöistä.....	10
3.9 Turvavöiden kiristimet.....	10
3.10 Turvavyön lukitus.....	11
3.11 Turvavyömuistutus, takaistuimet.....	11
3.11.1 Turvavyömuistutuksen kaksi muistutustyyppiä.....	11
3.11.2 Turvavyön lukon käyttö takseissa.....	12
3.12 Työskentely turvajärjestelmien parissa.....	12
3.13 Laukeamattomien pyroteknisten osien hävittäminen.....	13
4 CITY SAFETY	13
4.1 TOF-etäisyysmittaus.....	15
4.2 Laserdioditekniikka.....	16
4.3 Aallonpituus.....	17
4.4 Ihmissilmän näkemä valo.....	17
4.4.1 Valon nopeus.....	17
4.4.2 Laservalo.....	17
4.4.3 Infrapunavallo.....	18
4.5 City Safetyn toimintaa.....	18
4.5.1 Ohjainlaitteiden välinen kommunikointi.....	19
4.5.2 Aktiivinen tai passiivinen kuljettaja.....	19
4.5.3 Toiminnan edellytykset.....	20
4.5.4 Rajoittunut järjestelmän toiminta.....	21
4.5.5 Nopeuseron ollessa 15 km/h tai vähemmän.....	22
4.5.6 Nopeuseron ollessa yli 15 km/h, mutta enintään 30 km/h.....	22
4.6 Tuulilasin uusinta.....	22
4.7 Auton liikkeen suunnan tunnistava pyöränanturi.....	23
5 BLIS, KUOLLEEN KULMAN TARKKAILU	23
6 HDC-ALAMÄKIHIDASTIN	25
7 JARRUJÄRJESTELMÄ	25
7.1 Jarrujärjestelmän peruseriaate.....	25
7.2 Etujarrut.....	26
7.3 Takajarrut.....	26
7.4 Jarrujen ohjaus.....	26
7.5 EPB, sähkötoiminen seisontajarru.....	26
7.6 Jarrutehostin.....	26
7.7 Hydraulilaitte ja jarrujen ohjaus BCM.....	27
7.8 BSC, jarrujen tunnistuksen alamoduuli.....	28
7.9 DSTC, kuljettajan aktiivisuuden havaitseminen.....	28
7.10 TSA, itse värähtelyn hallinta.....	28
7.11 RSC, kallistumisen tunnistus.....	29

8 SUULLINEN KYSELYTUTKIMUS	30
8.1 Suullisessa tutkimuksessa kysytyjä asioita	30
8.1.1 Koulutus.....	30
8.1.2 SRS-järjestelmän perustietämys.....	31
8.1.3 Turvaohjeistus.....	31
8.1.4 Vianetsintä.....	31
8.1.5 Ohjeistuksen noudattaminen.....	31
8.2 Tutkimuksen analysointi	31
9 YHTEENVETO	33
VIITELUETTELO	35
VIITELUETTELO	35

LYHENTEET

ABS	Anti-lock Brake System modulate
BCM	Brake Control Module
BLIS	Blind Spot Information System
BSC	Body Sensor Cluster
CAN	Controller Area Network
CCM	Climate Control Modulate
CEM	Central Electronic Module
CMS	Collision Mitigation System
CVM	Törmäysnopeuden ohjainyksikkö
DDM	Driver Door Module
DIM	Driver Information Module
DSTC	Dynamic Stability And Traction Control
EBA	Emergency Brake Assist

EBD	Electronic Brake force Distribution
ECM	Engine Control Module
EPB	Electric Parking Brake
ESD	ElectroStatic Discharge
FBS	Fading Brake Support
HDC	Hill Descent Module
HS	High Speed
IC	Turvatyynyverho
IR	InfRapuna
LASER	Light Aplification by Stimulated of Radiation
LCM	Left Camera Module
MS	Medium Speed
OWS	Occupant Weight System
PACOS	Passenger Airbag Cut-off Switch
PBM	Parking Brake Module
PDM	Passenger Door Module
PHM	Phone Module
RAB	Ready Alert Brakes
RCM	Right Camera Module
RSC	Roll Stability Control
RSD	Reduced Stopping Distance
SRS	Supplement Restraint System module
SWM	Steering Wheel Module

TOF	Time Of Flight
TRM	Trailer Module
TSA	Trailer Stability Assist
VIDA	Vehicle Information Diagnostics for Aftersales

1 JOHDANTO

Nykyaikaiset ajoneuvot kehittyvät hurjaa vauhtia. Tällöin uutta tietoa järjestelmien toiminnasta tarvitaan koko ajan. Ajoneuvon sähköjärjestelmän perinpohjainen tunteminen on välttämätöntä, jotta voidaan suorittaa korjaustoimenpiteet sähköjärjestelmiin annetuissa ohjeajoissa.

Työ on tehty Lohjanportin Auto Oy:n tilauksesta. Tämän työn tarkoituksena on tuoda esille Volvo XC60:sen sähköjärjestelmien uudet innovaatiot sekä niiden toimintaperiaatteet turvallisen työskentelyn näkökulmasta. Erityisesti työssä käsitellään turvallisuuteen liittyviä järjestelmiä ja niiden toiminnan kannalta välttämättömiä oheisjärjestelmiä.

Nykyaikaisissa ajoneuvoissa on kehittyneet sähköjärjestelmät. Melkein kaikkea ohjataan sähköisesti. Sähkö on erittäin nopea ja luotettava tiedonsiirrossa. Tämän nopeuden ansiosta voidaan toteuttaa monimutkaisia järjestelmiä ja ajaa ne läpi vain sekunnin murto-osassa. Tieto saadaan kuljetettua ohjainyksiköltä toiselle luotettavasti ja nopeasti. Ohjainyksiköt eivät toimi ilman erilaisia anturitietoja ja ne tukevat toinen toisensa toimintaa riippuen siitä, miten niiden prioriteetit ovat määritetty.

Kaikki turvajärjestelmät ja ennakoivat järjestelmät perustuvat ohjainyksiköiden toimintaan ja nopeaan tiedonsiirtoon. Koska järjestelmät ovat sähköllä toimivia laitteita, on niiden aktivointi todella helppoa ja mahdollista jopa vahingossa. Tärkeää on muistaa, että ihmiseen muodostuu kapasitiivinen varaus helpolla. Esimerkiksi puettaessa villapaitaa päälle voidaan varauksen muodostuminen havaita koskettamalla oven kahvaa. Tällöin saadaan todennäköisesti aikaiseksi staattinen kipinä. Tällaiset ESD-varaukset voivat tuhota tai vaurioittaa herkkää ajoneuvoelektroniikkaa ja aiheuttaa näin vaaratilanteita. Viallinen ohjainyksikkö turvajärjestelmissä ei ole enää koskaan turvallinen.

Korjaamotöiden yhteydessä asentajat yleisesti ottaen eivät välitä tai eivät ehdi välittää valmistajan antamista turvallisuusohjeistuksista. Onnettomuuksia tapahtuu harvoin, mutta ne saattavat olla sitäkin vakavampia. Yksikin onnettomuus on aina liikaa.

Asentajan loukkaantuminen turvaohjeistuksen puuttuessa taikka järjestelmän toiminnan tuntemattomuus aiheuttaa yritykselle äkkiä monen kuukauden menetyksen asentajan työpanoksesta, koska hän joutuu olemaan sairaalomalla. Tämä saattaa aiheuttaa tuhansien eurojen menetyksen yritykselle, jos korvaavaa asentajaa ei saada palkattua heti.

Turvaohjeiden vaikeaselkoisuus tai vaikeasti löydettävyys voi olla yksi syy siihen, ettei niitä jakseta etsiä ja lukea. On myös ymmärrettävää, ettei urakkapalkatulla asentajalla ole aikaa paneutua perinpohjaisesti jokaiseen järjestelmään ohjeaikojen ollessa tiukkoja. Turvajärjestelmien toiminnan ymmärtämiseksi olen kerännyt vain tärkeimmät asiat järjestelmistä ja selostanut ne työssä siten, että jokainen voi ymmärtää järjestelmien toimintaperiaatteen lukemalla vain tämän insinööriyön. Työ toteutetaan siten, että sitä voidaan käyttää sekä koulutusmateriaalina ja turvallisuusohjeena asentajille, jotka eivät ole ennen toimineet Volvo XC60:n parissa.

Insinööriyön tarkoitus on saattaa nämä turvallisuuteen liittyvät asiat pieneksi helposti ja nopeasti luettavaksi tekstiksi, jonka jokainen ymmärtää itse. Tietoa on tarkoitus kerätä vain oleellisiin asiaan liittyvä materiaali. Aluksi kirjoitetaan uudesta innovaatiosta ja sen toimintaperiaatteesta sekä lopuksi sen turvallisuuteen liittyvistä asioista ja havainnoista, joita on tullut ilmi. Työn lopussa suoritetaan suullinen tutkimus, jossa selvitetään, onko esille tuotuihin asioihin aikaisemmin törmätty työskentelyn yhteydessä. Kaikki havainnot ja tulokset tuodaan ilmi.

2 LOHJANPORTIN AUTO OY

Lohjanportin Auto Oy on Lohjalla, Tammisaaressa ja Salossa toimiva täydenpalvelun autotalo. Lohjalla on kaksi toimipistettä. Lohjan Tynninharjun toimipisteessä sekä Salon toimipisteessä on vain uusien ja käytettyjen autojen myyntitoimintaa. Tammisaaren toimipiste käyttää VNB-auto nimeä. Lohjan päätoimipiste ja Tammisaaren toimipiste sijaitsevat Hanko-Hyvinkää valtatie varrella. Liike on perustettu vuonna 1989 ja se on suomalainen yksityinen yritys. Yritys edustaa Volvo-, Renault-, Skoda-, Mitsubish-, Hyundai-, Ford-, ja BMW-henkilöautoja sekä Volvo Penta -merimoottoreita. Yritys tarjoaa edustamiensa merkkien uusien autojen myynnin lisäksi näihin merkkeihin täyden korjaus-, huolto- ja varaosapalvelun. Lisäksi toimintaan

kuuluu myös Volvo-kuorma-autojen korjaus-, huolto- ja varaosapalvelu. Lohjanportin Auto Oy:llä on sekä laatusertifikaatti ISO 9001 että ympäristösertifikaatti ISO 14001.

3 AUTON SISÄISET TURVAJÄRJESTELMÄT

Törmäysturvajärjestelmien tehtävä on suojata kuljettajaa ja matkustajia törmäystilanteissa. Turvalaitteet eivät välttämättä pysty estämään loukkaantumista, mutta voivat lieventää vammoja huomattavasti. Turvajärjestelmät ovat yleensä auton sisällä olevia turvatyynyjä kuten edessä ja sivuilla. Sivuilla saattaa myös olla turvaverhot ja jokaisella istuimella turvavyönkiristimet. SRS-ohjainyksikkö kerää usealta ulkoiselta anturilta tietoja ja valitsee niiden perusteella mitä kaikkia turvajärjestelmiä se käyttää. SRS kommunikoi sekä suoraan kytkettyjen komponenttien kanssa että muiden ohjainyksiköiden kanssa CAN-väylän kautta.

SRS on sijoitettu magnesiumrunkoiseen koteloon tunnelikonsolin alle. Se kommunikoi OWS:n ja CVM:n kanssa sisäisen CAN-väylän välityksellä. Järjestelmä on varustettu itsediagnoosilla. Tämä tarkoittaa, että SRS tarkastaa tulevat ja lähtevät signaalit. Jos havaitaan vika, muodostuu vikakoodi, joka tallennetaan ohjainyksikön muistiin. OWS:n ja SRS:n kommunikointitapa on ns. master slave -tyyppinen. SRS-ohjainyksikkö on isäntä ja määrää tällöin lähetysjärjestyksen ja tavan. OWS-yksikkö on orja ja tottelee tällöin vain SRS:n käskyjä.

Perusturvalaitteiden eli turvatyynyjen toiminnan edellytyksenä on sivutörmäysanturit ja sivu- ja takatörmäyksen tunnistimet. Tunnistimet ovat satelliittitunnistimia. Edestä kohdistuva onnettomuus tunnistetaan lasertunnistimen avulla, joka on integroitu CVM. Vaikka City Safety toiminnan saa poistettua käytöstä, ei tällöin lasertunnistin poistu käytöstä, koska se on osa SRS-järjestelmää. Kallistumisen tunnistamiseksi Volvo XC60:ssä on gyro ja pystysuunnan kiihtyvyyssmittari. IC ja turvaöiden kiristimet aktivoidaan heti, kun SRS on havainnut auton liian suuren kallistuskulman tai pyörähdysnopeuden tai molemmat. Mitä suurempi on pyörähdysnopeus, sitä aikaisemmin aktivointi suoritetaan.

Ajoneuvon joutuessa sellaiseen törmäykseen, joka on riittävän voimakas laukaisemaan turvatyynyn tai turvavyön esikiristimen lähetetään SRS:stä

signaali CAN-väylää pitkin CEM:lle ja PHM:lle. Nämä ohjainlaitteet voivat suorittaa seuraavia toimenpiteitä tarpeen vaatiessa:

1. Sulkea polttoainepumpun.
2. Pysäyttää tulilasinpyyhkimet.
3. Sytyttää auton sisävalaistuksen, jos auto on paikallaan.
4. Sytyttää varoitusvilkut ja antaa DIM-varoitusteksti-ilmoituksen ja sytyttää varoitusvalot.
5. Avata keskuslukituksen.
6. Jos auto on varustettu PHM:llä ja On Call-järjestelmällä, voi järjestelmä tehdä automaattisen hälytyksen huoltokeskukseen onnettomuudesta. Tämä järjestelmän toiminto ei ole Suomessa käytössä.

Jos jokin turvajärjestelmän komponentti aktivoituu, talletetaan SRS:n erilaisia tietoja. Esimerkiksi CVM:n ja sivuturvatyynyjen senhetkiset tiedot tallentuvat muistiin. Törmäyksen ollessa lievä eikä mikään järjestelmä aktivoidu, mitään tietoja ei järjestelmään tallenneta. [1]

3.1 SRS-ohjainyksikön kanssa työskentely

Työskenneltäessä SRS-osien parissa on todella tärkeää muistaa virransyötön katkaisu aina oikeaan aikaan. On siis muistettava seurata VIDA:n ohjeita tarkasti. Sytytysvirran väärään aikaan kytkeminen tai pois kytkeminen voi aiheuttaa pyroteknisten osien aktivoitumisen. On muistettava, että työskennellään osien parissa, jotka ovat vaarallisia väärin käsiteltyinä.

Turvalaitteiden parissa ei saa työskennellä kuin sellainen asentaja, joka on saanut siihen tarvittavan koulutuksen. Volvolla on käytössä lisenssikoulutus, jonka asentajan tarvitsee suorittaa, jotta hän voi työskennellä turvalaitteiden parissa.

SRS-ohjainyksikkö on turvalaitteiden ns. aivot. Ohjainyksikkö sisältää voimakkaita kondensaattoreita, jotka pitävät järjestelmän toiminnassa muutaman sekunnin vaikka virrantulo loppuisi auton akulta. Ennen kuin aloitetaan työskentely SRS-yksikön osien parissa, tulee aluksi odottaa

valmistajan määräämä 15 sekuntia, jotta kondensaattorit purkautuvat ja järjestelmä saadaan eliminoitua osittain vaarattomaksi. Järjestelmään ei saa koskaan mennä käsiksi järjestelmän ollessa jännitteellisenä. Auton akun miinuskaapeli tulee irrottaa aina ja odottaa sen jälkeen varoaika. SRS-ohjainyksikön irrotusta ei saa suorittaa jännitteellisenä, koska jos se pudotetaan tunnistavat kiihtyvyyssanturit kiihtyvyyden ja laukaisevat turvatyynyt välittömästi. Yleisesti ottaen SRS sijaitsee sellaisessa paikassa, että asentaja saa lauetessa varmasti vammoja, koska tyynyt osuvat häneen. Volvo XC60:ssä SRS sijaitsee käsijarrukahvan ja vaihteen valitsimen välissä tunnelikotelon päälle kiinnitettynä. Jos SRS-ohjainlaite joudutaan jostakin syystä vaihtamaan, tulee uusi yksikkö kiristää valmistajan antamiin kiristysmomenttiarvoihin. SRS-järjestelmän tunnistimien kiinnitykset tulisi tarkistaa onnettomuuksien jälkeen, etteivät ne ole murtuneet. Murtunut liitäntä ei johda ehjän osan tavoin liike-energiaa anturille. Anturilta saatu tieto voi olla virheellinen ja aiheuttaa tällöin turvatyynyn laukaisemisen ajan kohdan vääristymisen. Näin ollen turvatyynystä voi tulla hengenvaarallinen uudelleen tapahtuvassa onnettomuudessa. [2]

Akun irrotus

Akkua irrotettaessa tulee muista, että akku sisältää rikkihappoa joka muodostaa vetykaasua latausreaktion yhteydessä. Tila, jossa akkua ladataan, tulee tuulettaa erittäin hyvin ennen työskentelyä. Muuten tilassa saattaa vallita räjähdysvaara. Jos rikkihappoa pääsee iholle, se tulee huuhdella välittömästi pois runsaalla vedellä. Muuten voi saada vakavia palovammoja.

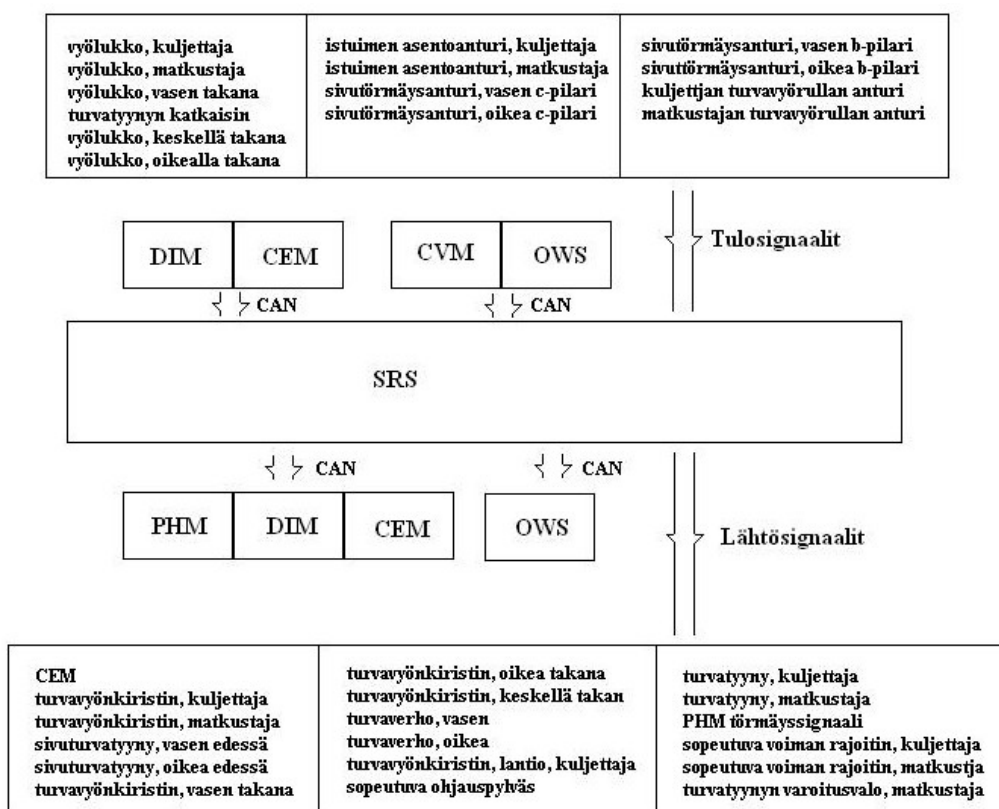
Akkua ei saa ladata yli 16 V:n jännitteellä, koska se voi tällöin vaurioitua. Jotkin työskentelyt vaativat akun kaapeleiden irrottamisen. Irrottamista ja takaisin asennusta varten on omat ohjeet VIDA-järjestelmässä. Ohjeet kannattaa lukea aina ennen uuden automallin korjaustoimenpiteiden aloittamista, koska niissä saattaa olla mallikohtaisia eroavaisuuksia. Väärässä järjestyksessä ja vastoin ohjeita suoritettu akun kytkeminen voi laukaista turvalaitteet itsestään aiheuttaessaan jännitepiikin. Akun miinuskaapeli tulisi irrottaa virtalukon ollessa asennossa yksi. Sytytysvirran tulee olla kytkettynä, kun akun miinuskaapeli kytketään takaisin. Tällä vältetään airbagin laukeamasta vasta silloin, kun virtalukon avainta mennään kääntämään ensimmäisen kerran. Navan kiinnitys laukaisee turvatyynyt

välittömästi, jos järjestelmään on korjaustoimenpiteen yhteydessä syntynyt vaurio, kun sytytysvirta on päällä. [1]

3.2 Ohjainlaitteiden keskinäinen kommunikointi

SRS-ohjainlaite käyttää CVM:ltä saamia tietoja valmistellakseen tarvittaessa myös ei aktiivisia toimintoja (kuva 1). SRS tiedustelee CVM:ltä edessä olevan tieosuuden tilaa. CVM:n havaitessa auton edessä olevan ajoneuvon ja lähettää törmäyesteiden suhteellisen nopeuden ja törmäystyyppin SRS:lle. Samassa tiedossa lähetetään myös tiedon luotettavuustaso. Luotettavuustasolla tarkoitetaan kuinka hyvin este on havaittu.

SRS ja CVM kommunikoivat keskenään sisäisen CAN-väylän avulla. CVM lähettää tietoja SRS:ään 10 ms välein. SRS ei suorita komponenttien aktivointia pelkästään CVM:n tiedon perusteella. Tarvitaan myös ensiksi itse törmäysvoimat. [1]



Kuva 1. SRS-ohjainlaitteeseen kytketyt laitteet.

3.3 Sivutörmäyksen tunnistavat anturit

SRS saa tiedon sivutörmäyksestä sivutörmäysantureilta. Sivutörmäysanturit ovat satelliittiantureita. Anturit on sijoitettu siten, että yksi molempiin B-pilareihin ja yksi molempiin C-pilareihin. Pilareihin sijoitetut anturit ovat kiihtyvyyssantureita. Nämä anturit lähettävät tietoa SRS:lle koko ajan. Sekä vasempaan ja oikeaan etuoveen on asennettu paineanturit. Ovisa olevat anturit ovat ilmanpaineantureita, jotka lähettävät tietoa koko ajan SRS:lle.

SRS havaitsee törmäyksen tapahtuneen anturitietojen perusteella. Tietojen perusteella SRS päättää törmäysvoiman suuruuden ja päättää onko sivutörmäyssuojat tarpeellista aktivoida. Vain osuman saaneen puolen sivutörmäyssuojat aktivoituvat. Samaa tyyppiä olevat anturit voidaan asentaa mihin tahansa niille tarkoitettuun paikkaan. B- ja C-pilarin antureita ja ovien antureita ei saa sekoittaa keskenään, koska niistä saatava tieto on keskenään erilaista sekä anturityypit ovat täysin erilaisia toiminnaltaan. [1]

3.3.1 Paineanturi

Paineanturit ovat toimintatypiltään pietsomateriaalin ominaisuuksiin perustuvia. Kun kalvoon kohdistuu ilman paine, kohdistuu se tällöin suoraan pietsokiteeseen. Kun pietsokidettä puristetaan, se saa aikaiseksi pienen jännitteen. Kun taas pietsokiteeseen tuodaan jännite, se saadaan laajentumaan. Iskun kohdistuessa anturiin muodostuu pieni jännite, joka muokataan anturin sisäisen logiikan avulla ja lähetetään SRS-ohjainyksikölle. Ohjainyksikkö päättää saamastaan datasta, onko isku riittävän voimakas. Mitä kovempi isku on, sitä suurempi jännitepiikki muodostuu anturin sisällä. Tämä tieto muokataan lähetettäväksi dataksi. SRS-ohjainlaitteelle on määritetty tietyt rajat, jotka paineanturilta tulevan signaalin täytyy täyttää, ennen kuin suoritetaan turvajärjestelmän aktivointeja.

Korjaustoimenpiteiden yhteydessä voidaan joutua irrottamaan etuoven sisustuspaneli. Esimerkiksi ikkunamekanismi on vaurioitunut ja se joudutaan uusimaan. Tällaisessa korjaustoimenpiteessä joudutaan irrottamaan oven sisältä muovi, joka tekee oven sisustasta kotelomaisen rakenteen, jotta paineanturi voi toimia halutulla tavalla. Jos kotelon tiiviste vaurioituu työn yhteydessä, se tulee uusiksi, jotta kotelo olisi tiivis korjaustoimenpiteen jälkeen. Paineanturin logiikkaan on ohjelmoitu tietyt arvot, jotka vallitsevat

oven sisällä onnettomuuden sattuessa. Näiden olosuhteiden oletetaan pysyvän vakiona koko auton ajan, jos oveen ei kohdistu osumia. Jos oven kotelon muodostavan panelin tiiviste ei ole ehjä, pääsee tällöin osa oven sisälle muodostuvasta paineesta pois onnettomuudessa ja anturi mittaa virheellisen tuloksen. Seurauksena voi olla, etteivät sivuturvatyyny laukea ollenkaan vaikka niitä todellisuudessa tarvittaisiin. [3, s. 148 – 152.]

3.3.2 *Satelliittitunnistin*

Satelliittitunnistin on kiihtyvyyssanturin toimintaan perustuva anturi. Anturin sisällä on elektroniikkaa, joka muokkaa kiihtyvyyssanturin tietoa data muotoon. Data lähetetään SRS-ohjainyksikölle. [2]

3.4 **Etummaisiet turvatyyny**

Auton etumatkustajalle ja kuljettajalle on turvatyyny. Kuljettajan turvatyyny on varustettu kaksivaiheisella aktivoinnilla. Matkustajan turvatyyny on varustettu myös kaksivaiheisella aktivoinnilla. USA:n ja Kanadan alueilla matkustajan turvatyyny on varustettu kolmevaiheisella aktivoinnilla.

3.4.1 *Matkustajan turvatyyny*

Matkustajan turvatyyny löytyy kojelaudasta oikealta puolelta hansikaslokeron yläpuolelta. Turvatyyny on erilainen markkina-alueen vaatimuksista riippuen. Matkustajan turvatyynyn tarvitsee pystyä kytkemään pois käytöstä kaikissa muissa maissa paitsi Kanadassa ja USA:ssa. Turvatyynyn pois päältä kytkeminen on erittäin tärkeää, koska etuistuimella voidaan kuljettaa lasta turvaistuimessa. Turvatyynyn lauetessa se voisi olla hengenvaarallinen lapselle. Täysinäinen matkustajan turvatyyny on tilavuudeltaan 114 litraa EU:n alueella. USA:ssa ja Kanadassa tilavuus on 129 litraa. Turvatyyny täytetään osittain pyroteknisen polttoaineen tuottaman kaasun ja paineistetun kaasun avulla. Kaasugeneraattorissa on paineistettua kaasua ja pyroteknistä polttoainetta n. 41 g.

3.4.2 *Kuljettajan turvatyyny*

Kuljettajan turvatyyny on erilainen moottorityypistä ja sisustan väristä riippuen. Moottorivaihtoehto vaikuttaa turvatyynyn malliin, koska värähtelynvaimennin on turvatyynyn sisällä ohjauspyörässä. Mitä isompi moottorin värähtelyntuottokyky on, sitä suurempi täytyy

värähtelynvaimentimen olla. Markkina-alue myös vaikuttaa turvatyynyn tyyppiin, eli onko kyseessä USA, Kanada vai muut alueet.

Turvatyynyn täyttämistä varten tarvitaan kaasugeneraattori. Kaasugeneraattori toimii ohjauspyörässä värähtelynvaimentimena. Koska värähtelyä on monta eri tyyppiä moottorivaihtoehdoista riippuen, kuljettajan turvatyynyjä on useita erilaisia. Kaasugeneraattori tuottaa kaasua palaessaan tai räjähtäessään turvatyynyn täyttämistä varten. Generaattorissa on pyroteknistä polttoainetta n. 36 g. [1]

3.5 IC-turvatyynyverho

Turvaverho suojaa ihmisen päätä ja kehon yläosaa sivuttaistörmäyksessä. Verhoja on kaksi kappaletta ja ne ovat kytketty SRS-ohjainyksikköön, SRS laukaisee osuman saaneen puolen turvaverhon. Laukaisun tapahtuessa kaasugeneraattorissa sekoittuu ruutisavu ja puristettu kaasu. Nämä täyttävät ja avaavat verhon. Ruutia on panoksessa noin 4,8 g. Lauennut turvaverho peittää sivuikkunat alas ovipaneliin ja B-pilarin yläosaan asti.

Lauenneen turvaverhon uusinta

Vaihdettaessa lauennut turvaverho uuteen tulee huomioida se, että turvaverhoon piirretyt neljä viivaa kulkevat suoraan rinnakkain. Tämä on tärkeää siksi, että verho ei ole kiertynyt asennuksen yhteydessä. Verho ei toimi lauetessaan oikein, jos viivat eivät ole suorassa linjassa. [1]

3.6 Sivuturvatyyny

Sivuturvatyynyjä on kaksi kappaletta. Ne on yhdistetty SRS-ohjainyksikköön. Sivuturvatyynyt eivät laukea välttämättä yhtäaikaisesti, koska molempia tyynyjä ohjataan erikseen. Sivuturvatyyny on sijoitettu istuinten verhouksen alle selkänöjien yläreunaan. Tyyny suojaa sivutörmäyksissä lantiota, selkää ja kehon rintaosaa. [1]

3.7 PACOS- matkustajan turvatyynyn käytöstäpoistokytkin

Kytkin jolla voidaan kytkeä matkustajan airbag pois käytöstä. Kytkin on sijoitettu siten, että sitä ei voi kytkeä pois päältä kuin auton ollessa paikoillaan. Kytkin on kojelaudan oikeassa reunassa, kohdassa, johon ei pääse käsiksi kuin avaamalla oikean etuoven. [1]

3.8 Yleistietoa turvavöistä

Etummaisiet turvavyöt on varustettu voimanrajoittimilla. Uudentyyppiset voimanrajoittimet on varustettu pyroteknisillä panoksilla. Volvo XC60:n kaikki turvavyöt ovat varustettu turvavyönkiristimillä. Takana keskimäinen turvavyö kulkee muovikaukalossa oikean selkänajan sisällä. Jos takaistuimella ei ole integroitua kaksitasoisia turvavyötyynyjä, ulommissa turvavöissä on 2-vaiheiset voimanrajoittimet. [1]

3.9 Turvavöiden kiristimet

Uudet turvavöiden kiristimet ovat toteutettu hammastangolla ja hammaspyörillä. Aikaisemmat kiristimet toimivat männän ja vaijerin avulla. Uudentyyppisiä kiristimistä ei voida tarkistaa silmämääräisesti ovatko ne laenneet. Ne täytyy tarkistaa aina VIDA:n avulla.

Kaksivaiheinen turvavyön uloskelautumisen vaativan voiman rajoitus

Jotkin autot ovat varustettu sellaisella takaistuimella joihin on integroitu turvavyötyyny. Tällaisten autojen takaturvavöiden voimanrajoittimet ovat kaksivaiheisia. Kaksivaiheinen voimanrajoitus suojaa matkustajaa voimakkaassa etutörmäyksessä siten, että ruumiilliset vauriot vähentyvät. Tällainen voimanrajoitin suojaa sekä lapsia, että aikuisia yhtä hyvin. Kaksivaiheisen voimanrajoittimen toimintaperiaate on hyvin yksinkertainen

Vaihe yksi

Ensimmäisessä vaiheessa turvavyön tullessa ulos kierretään vääntösauvaa yksi kierros ja samalla sylinterinpintaa pitkin liukuu pienellä kitkalla hammas.

Vaihe kaksi

Toisessa vaiheessa turvavyön uloskelautumista jarrutetaan vääntösauvalla sekä hampaalla, joka aikaisemmin liukui sylinterin pinnalla. Hammas pureutuu metallin sisään suurella kitkalla ja tarttuu holkissa olevaan metalliin. Hammas pureutuu metalliin leikaten sitä, sitä enemmän mitä enemmän vyötä vedetään ulos. Vyön ulos kelautumiseen tarvittavan voiman määrä kasvaa lineaarisesti, kunnes voima kasvaa niin suureksi, ettei matkustajan paino riitä vetämään sitä enää ulos. [1]

3.10 Turvavyön lukitus

Edessä olevat vyölukot ovat varustettu hall-antureilla, jotka ovat yhteydessä SRS:ään. Molemmat anturi ovat toisistaan riippumattomia. Joillakin markkina-alueilla myös takimmaiseta vyölukot on varustettu hall-antureilla. Hall-anturin avulla SRS havaitsee, onko lukkoon asetettu turvavyö. Tietojen perusteella SRS määrittelee, mitä turvatyynyjä ja kiristimiä tarvitsee aktivoida kolaritilanteessa. Automaattivaihteistolla varustetussa autossa PEM saa SRS:ltä tiedon CAN-väylän kautta, onko matkustajan turvavyö kytketty lukkoon. Jos kuljettajan turvavyö tunnistetaan lukossa, voidaan seisontajarru vapauttaa tällöin automaattisesti. Tämä toiminto on vain automaattivaihteistolla varustetuissa ajoneuvoissa. [1]

3.11 Turvavyömuistutus, takaistuimet

Tärkeintä järjestelmästä on tietää, ettei takaistuimilla ole istuintyynyissä käytön tunnistavaa sensoria. Järjestelmä aktivoituu, jos toinen takaovi suljetaan tai jotain kolmesta turvavyöstä käytetään. Järjestelmä havaitsee, mitä vyöitä käytetään, mutta ei havaitse sitä, onko takaistuimella matkustajaa.

3.11.1 Turvavyömuistutuksen kaksi muistutustyyppiä

1. Kun turvavyö kiinnitetään, kuljettaja saa DIM:n tiedon siitä, mitä vyöitä takaistuimella käytetään. Tämä tieto poistuu automaattisesti, kun kuljettaja on ajanut 30 sekuntia yli 10 km/h:n nopeudella. Kuljettaja voi kuitata tiedon painamalla ajotietokoneen Read-painiketta. Jos kuljettaja haluaa nähdä turvavyöiden käytön tilan uudelleen, se voidaan tuoda näyttöön painamalla ajotietokoneen Read-painiketta uudelleen.
2. Kun jokin vyö avataan, turvavyömuistutus näyttää viestin tekstimuodossa (kuten kiinnitettäessä turvavyö), syttyy merkkivalo mittaristossa ja kattokonsolissa sekä se antaa äänimerkin. Äänimuistutus riippuu nopeudesta ja ajasta. Kaikkien muistutusten sulkemiseksi turvavyö on kiinnitettävä uudelleen tai sytytysvirta katkaistava. Kuljettaja voi kuitata kaikki muistutukset painamalla ajotietokoneen Read-painiketta. Jos kuljettaja haluaa nähdä turvavyöiden käytön tilan uudelleen, se voidaan tuoda näyttöön painamalla ajotietokoneen Read-painiketta.

Muistutin tulkitsee matkustajan poistuneen autosta, jos ensiksi avataan turvavyö ja sen jälkeen aukaistaan takaovi ja suljetaan se heti perään. DIM

antaa tällöin samanlaisen muistutuksen kuin turvavyötä ei olisi kiinnitetty ollenkaan. Ajonaikana avatusta turvavyöstä tulee välittömästi muistutusteksti DIM:n ja varoitus signaali. Viesti voidaan poistaa painamalla READ-painiketta. [1]

3.11.2 Turvavyön lukon käyttö takseissa

Jotkut taksinkuljettajat käyttävät turvavyön lukoissa turvavyön kiinnityskappaletta irtonaisena ajon aikana, jotta turvavyömuistutus saadaan poistettua vippaskonstein pois ”toiminnasta”. Tämä ei ole suositeltavaa, koska onnettomuuden sattuessa laukeavat voimanrajoittimet tietyllä voimalla ja kiristävät kuljettajan istuimeen. Kiristysvoiman tarpeen mukaan lasketaan turvavyön oikea laukaisuhetki. Tilanteessa, jossa huijataan lukkoa saattaa onnettomuudessa turvavyö aktivoidua väärään aikaan, jolloin se osuu kuljettajaan liian aikaisin kohtalokkain seurauksin. Korjaamolta ei saa missään tapauksessa antaa vioittuneista turvavyöistä lukituskappaletta, koska suurin osa kuljettajista ei ole tietoisia siitä mitä tämä vippaskonsti voi todellisuudessa aiheuttaa. Lakisäädösten mukaan toiminnassa olevia valmistajan autoon asentamia turvalaitteita ei saa poistaa käytöstä eikä niiden toimintaa saa huijata. Kuljettaja joka käyttää tällaista turvalaitteen eliminointimenetelmää, syyllistyy rikokseen. [2]

3.12 Työskentely turvajärjestelmien parissa

SRS-laitteiden toiminta perustuu nopeaan jännitesignaalin liikkeeseen. Laitteet toimivat pienillä jännitteillä. Pyrotekniset laitteet laukaistaan sähkönsäätöavulla. Nallin toiminta perustuu siihen, että sinne johdetaan virtaa tietty määrä, jolloin nalli saadaan laukaistua. Nalli sytyttää kaasugeneraattorin sisällä olevan palavan materiaalin. Materiaalin palaessa muodostuu kaasu, joka täyttää turvavyön. Tällaisia laitteita ei saa missään nimessä mitata ohmimittarilla tai muilla mittareilla, jotka lähettävät virtaa. Mittaus voi aiheuttaa kaasugeneraattorin aktivoimisen. Järjestelmää tulee pääsääntöisesti tutkia valmistajan omalla testilaitteistolla. ESD- purkaus ei pysty laukaisemaan turvajärjestelmiä, mutta se voi vioittaa herkkää elektroniikkaa. Ohjainyksiköitä ei tule purkaa, vaan ne vaihdetaan aina kokonaisina komponentteina. Ohjainyksiköt saapuvat suoja-pakatussa muovissa. Kun paketti on avattu, ei sitä voi enää palauttaa. Vain valmistajan valtuuttamat korjaamot voivat suorittaa turvalaitteisiin kohdistuvia korjaustoimenpiteitä. Jos on epävarma järjestelmien korjaukseen liittyvistä

tiedoista on otettava selvää ohjeistuksesta ennen kuin alkaa suorittaa korjaustoimenpiteitä turvajärjestelmiin. [2]

3.13 Laukeamattomien pyroteknisten osien hävittäminen

Laukeamattomien pyroteknisten osien hävittämiseen on omat säännöt. Laukeamattomia osia ei saa laukaista autossa paikallaan ollessa eikä niitä saa heittää sellaisenaan roskeen. Osat tulee tarkistaa ja irrottaa valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Tarkemmat ohjeet löytyvät VIDA-järjestelmästä turvalaitteiden kohdalta jokainen omasta kategoriastaan. Käytettyjä aktivoitumattomia osia ei saa purkaa taikka siirtää toisiin ajoneuvoihin, koska ne ovat voineet vioittua onnettomuustilanteessa. Turvatyyny tulee kiinnittää riittävän kovin jalustaan, jossa se laukaistaan. Vähintään yhtä kovin, kuin se on autossa kiinni. Välimatkaa laukaisijaan ja tyynyyn tulee olla vähintään 9 m. Turvatyynyn pyrotekninen nalli laukaistaan sähköllä. Välimatkan tulee olla riittävä, jotta kaasugeneraattorin metallikuoren haljetessa sirpaleet eivät pääse sinkoamaan laukaisijaan asti. Tällaisia onnettomuuksia on ulkomailla tapahtunut muutamia, joissa laukaisija on kuollut saamiinsa sirpalevammoihin. Räjähdysaineen määrä vastaa noin yhden armeijan käyttämän käsikranaatin sisältämää räjähdysainemäärää. [1]

4 CITY SAFETY

City Safety on järjestelmä, joka auttaa kuljettajaa välttämään ns. peräänajot. Tilanteessa, jossa samaan suuntaan edellä ajava ajoneuvo lähestyy liian nopeasti, alkaa järjestelmä automaattisesti hidastaa ajoneuvon nopeutta. Järjestelmä toimii ilman kuljettajan apua pienissä nopeuksissa. Järjestelmä ei pysty kovassa vauhdissa estämään onnettomuuksia ilman kuljettajan apua.

Vakuutusyhtiöiden tilastojen perusteella noin 75 % peräänajoista tapahtuu alle 30 km/h nopeuksilla. Luku voi olla myös suurempi, koska pieniä törmäyksiä ei välttämättä ilmoiteta vakuutusyhtiöille vaan ne sovitaan paikan päällä. Tällaisia törmäyksiä voidaan joko välttää tai ehkäistä ne kokonaan City Safety- järjestelmän avulla. [4]

Järjestelmä on aktiivinen alle 30 km/h nopeuksilla. City Safety havaitsee kaikki paikallaan olevat tai samaan suuntaan kulkevat henkilöautot ja

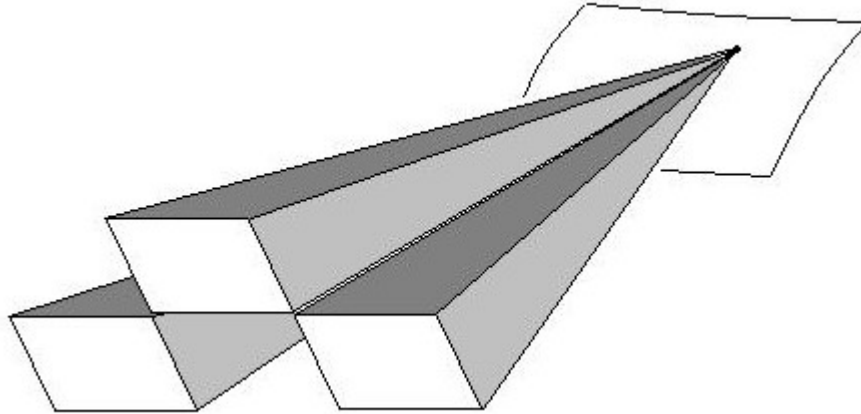
kuorma-autot. Mopedit ja moottoripyörät ovat liian pieniä havaittaviksi. Jos järjestelmä säädettäisiin niin tarkaksi, että se havaitsisi ihmisen, voisi tällöin järjestelmä aiheuttaa liiaksi turhia hidastuksia.

Kuljettaja voi halutessaan kytkeä järjestelmän pois käytöstä meneillään olevalla ajokerralla ajotietokoneen valikkojen kautta. Esimerkiksi maastossa ajettaessa toisen sen auton joutuessa hinaamaan toista ajoneuvoa olisi järjestelmästä tällöin vain haittaa, koska ajoneuvojen välimatkat olisivat City Safety:n kantomatkan sisällä.

Edellä ajava ajoneuvo havaitaan etäisyysmittarin avulla. Etäisyysmittari on osa törmäysnopeuden ohjainyksikköä (CVM). Etäisyysmittari on sijoitettu tuulilasin yläosaan.

CVM on vakiona kaikissa Volvo XC60- autoissa. Tämä ohjaa City Safety:n ja SRS-järjestelmän toimintaa törmäysvaaran esiintyessä. CVM ohjaa SRS-järjestelmää kaikissa nopeuksissa. Jos ajoneuvossa on CMS, nämä toiminnot täydentävät toisiaan. Järjestelmät vain auttavat kuljettajaa ääritilanteissa. Vastuu riittävästä välimatkasta edellä ajavaan ajoneuvoon ja nopeuden sovittamisesta tilanteen mukaiseksi on aina kuljettajalla.

CVM on törmäysnopeuden ohjausyksikkö. Etäisyysmittari toimii lasertunnistimen avulla, joka lukee etäisyyttä n. 6 m:n matkalta ajoneuvon edestä. Lasertunnistin heijastaa infrapunavaloa 10 millisekunnin välein. Lähetetyn valon aallonpituus on 905 nm. Laserdiodi tuottaa linssin läpi kolmeen alueeseen heijastavan infrapunavalon. Alueet sijoittuvat oikealle, vasemmalle ja keskelle edellä ajavaa ajoneuvoa (kuva 2). Yhdessä nämä kaikki kolme kenttää muodostavat 27°:n kulman. Kun auton eteen ilmestyy este, heijastuu tällöin valo takaisin ja kolme fotodiodia rekisteröivät sen. CVM mittaa ajan, joka kuluu valon lähettämisestä tunnistimesta ja heijastumisesta edessä olevaan esteeseen ja takaisin fotodiodeihin. Laskettua aikaa käytetään yhdessä oman auton nopeuden kanssa etäisyyden laskemiseksi edessä olevaan esteeseen nähden ja myös oman auton ja edessä olevan esteen välisen nopeuseron laskemiseen.



Kuva 2. Linssinläpi heijastettu lasersäteiden kenttä edellä ajavaa autoa vasten.

Korjaamo-olosuhteissa CVM:ää ei saa missään nimessä mennä avaamaan, koska ohjainyksikkö on 3B-luokan laserlaite avattuna. Asentajan silmä voi vaurioitua lasersäteiden kohdistuessa silmään lähietäisyydellä. Haitalliselle säteilylle altistumisen vuoksi korjaamolla ei saa tehdä kuin ohjeistettuja säätöjä ja huoltotöitä. CVM on asennettava tuulilasiin ennen kosketusrengasta. CVM:n kosketuskappaleen on oltava kytketty irti ennen kuin CVM irrotetaan tuulilasista. Laitteen lähettämä valonsäde on melko heikko, mutta liian läheltä katsottuna silmälle vaarallinen. Jos etäisyysmittarin, joka lähettää hajoavaa näkymätöntä lasersäteilyä aukkaan katsotaan suoraan jollakin suurentavalla laitteella, kuten suurennuslasilla tai objektilla alle 100 mm:n etäisyydeltä, on olemassa silmävaurion vaara. Korjaustoimenpiteitä tehtäessä tulee ottaa huomioon, että etäisyysmittari lähettää lasersäteilyä virta-avaimen ollessa kakkosasennossa riippumatta siitä, onko auton moottori käynnissä vai ei. On tärkeää muistaa, että laite lähettää säteilyä myös silloin, kun City Safety- järjestelmä on kytketty pois päältä. CVM-ohjainyksikkö vaihdetaan aina kokonaisuutena komponenttina. [1]

4.1 TOF-etäisyysmittaus

Etäisyysmittausta, joka tapahtuu lasersäteiden avulla, kutsutaan ilmaisulla TOF. Kohteen ja lasersäteiden lähettimen välinen etäisyys mitataan lähettämällä lasersäde kohdetta vasten. Jos lasersäde osuu johonkin kappaleeseen, se heijastuu takaisin, jolloin vastaanotin vastaanottaa lasersäteiden. Säteen kuluttama aika lasketaan lähetetyn ajankohdan ja säteen takaisin tulon ajankohtien erotuksena. Tällöin saadaan laskettua säteen kuluttama aika. Ajasta voidaan laskea kappaleen etäisyys

vastaanottimeen. Saatu aika kerrotaan valonnopeudella ja näin ollen saadaan laskettua kappaleen etäisyys vastaanottimesta. Vastaanotin ja lähetin sijaitsevat vierekkäin samassa etäisyysmittarissa. Menetelmä on erittäin yksinkertainen ja varmatoiminen. Tärkeää on kuitenkin muistaa, että TOF:n toiminta edellyttää monia pieniä asioita. Esimerkiksi etäisyysmittarin ja esteen välinen näkyvyys tulee olla esteetön. Kohteen tulee heijastaa riittävän hyvin valoa, jotta vastaan otin pystyy havaitsemaan takaisinheijastuksen. Tumman pinnan takaisinheijastuminen voi olla vain 5 %. Esineet, joilla on pieni heijastuvuus, aiheuttavat mittausmatkan huomattavan lyhenemisen. Mittauskohde, joka on teipattu heijastavalla teipillä tai maalattu heijastavalla maalilla, on erittäin hyvä heijastuskohde. Esimerkiksi auton rekisterikilpi on tällainen. Hyvällä laserskannerilla voidaan mitata riittävästi heijastava kohde n. 250 m:n päästä. Tällainen laite havaitsee tavallisen ajoneuvon vain 25 m:n päästä. Mittauksiin vaikuttaa myös kappaleen pinnan muoto. Säteen kohdistuessa kappaleessa sellaiseen kohtaan, jonka rakenne ei ole yhtenäinen, voi säde heijastua moneen suuntaan. Tämä vaikuttaa myös mittauksien tulokseen, koska riittävä määrä lähetetyistä valonsäteistä ei heijastu takaisin vastaanottimeen. Ohjainyksikön laskema nopeus on tällöin virheellinen. [1]

4.2 Laserdioditeknikka

Laserdiodi on perinteisestä diodista kehittyneempi versio. Laserdiodin valo on ihmisen silmälle näkymätöntä valoa. Laserdiodin valon aallonpituus on 905 nm. Valo heijastetaan kolmeen kenttään linssin lävitse. Diodia lämmitetään työvirralla. Jos virtaa ei rajoiteta tai säädetä, voi laserdiodi ylikuormittua. Liian suuri ylikuormitus rikkoo laserdiodin. Laserdiodin yhteyteen on integroitu FET-transistori, joka säätelee työvirran sopivaksi. CVM ohjaa transistorin toimintaa.

Valohiukkaset joita kutsutaan fotoneiksi, heijastuvat diodin lyhyillä sivuilla olevien peilien välillä. Peilit ovat sijoitettu toisistaan siten, että useat lähetetyt eri valojen aallonpituudet mahtuvat peilien välille. Diodin toisella puolella oleva peili on siten rakennettu, että se päästää tietyn määrän valoa lävitse ja heijastaa tietyn määrän valoa. Ulos pääsee vain peilin lävitse päässyt valo. Valon säteistä suurin osa poistuu laserdiodista. [1]

4.3 Aallonpituus

Aallonpituus on paikan suhteen jaksollisen ilmiön kahden vierekkäisen samassa vaiheessa olevan pisteen välinen etäisyys. Esimerkiksi voidaan ottaa aallon kahden harjanhuipun välinen matka. Aallonpituus on sama kuin aallon nopeus jaettuna aallon taajuudella. Puhuttaessa sähkömagneettisesta säteilystä tyhjiössä on kyse valon nopeudesta. Valon nopeus on 299 729 458 m/s.

4.4 Ihmissilmän näkemä valo

Ihmissilmä näkee vain pienen osan valosta. Parhaiten ihminen havaitsee keltaisen ja vihreän valon. Näkyvä valo on aaltopituudeltaan n. 390 – 770 nm. Näkyvä valo on sähkömagneettista säteilyä. Valoksi voidaan kutsua myös sähkömagneettista säteilyä, joka ei ole ihmissilmällä havaittavissa. Tällainen valo on sähkömagneettisen spektrin näkyvän valon osan ulkopuolella. Esimerkiksi tällaista valoa on infrapunavalo eli IR-valo. Tällaisen valon aallonpituus on suurempi kuin 770 nm. Sähkömagneettisen säteilyn liikkumisnopeutta kutsutaan valon nopeudeksi. Auringon valon heijastuessa joitakin esineitä kohti, tietyt säteilyn aallonpituudet heijastuvat takaisin. Näin näemme esineet ja niiden värit sekä muodot.

4.4.1 Valon nopeus

Sähkömagneettinen säteily liikkuu tyhjiössä valon nopeudella eli 299 792 458 m/s. Nopeus on niin suuri, ettei mikään ihmisen tekemä laite pysty kulkemaan valon nopeudella. Valon nopeuden voi parhaiten huomata siirtämällä taskulampun valokeilaa seinällä. Valo siirtyy silmällä katsoen aina välittömästi juuri sinne minne lampulla osoitat, oli matka miten pitkä tahansa huoneessa tai ulkona, jos käytössäsi on riittävän tehokas lamppu.

4.4.2 Laservalo

Nimi laser muodostuu englannin kielen sanoista Light Amplification by Stimulated of Radiation. Tämä on vapaasti käännettynä valon vahvistaminen stimuloitulla säteilypäästöllä. Laseria voidaan käyttää moneen tarkoitukseen. Tunnetuimpia käyttökohteita on lasertulostimet ja DVD-soittimet. Edellä mainituissa laitteissa käytetään puolijohdelaseria. Laser eroaa tavallisesta valonlähteestä siten, että se lähettää kapeana selvärajaena säteenä fotoneita yhdellä aallonpituudella. Tavallinen

valonlähde lähettää fotoneita kaikkiin suuntiin ja vaiheisiin leveällä sähkömagneettisella spektrillä. Lasersäde voidaan ohjata pienemmälle alalle ja näin saavutetaan voimakkaampi valon piste. Riittävän pienellä pisteellä voidaan leikata esimerkiksi terästä. Laservaloa esiintyy koko infrapuna-, näkyvän valon ja ultraviolettivalon spektrillä aina röntgensäteilyyn asti.

4.4.3 Infrapunavalo

Näkyvän valon aallonpituuksien jälkeen heti suuremmilla aallonpituuksilla 700 nm – 1 mm sähkömagneettista säteilyä kutsutaan infrapunasäteilyksi. Infrapunasäteily on ihmissilmälle näkymätöntä, mutta ihminen voi tuntea sen lämpönä. Infrapunasäteilyä voidaan käyttää esimerkiksi auton kauko-ohjatun lukon avaamiseen tai infrapunalämmittimissä. Saman lämmittävän ilmiön voi myös havaita auringon lämpönä.

4.5 City Safetyn toimintaa

Ajoneuvon pysäyttämistä varten on muodostettava riittävä jarruttava voima. Voiman määrittämiseksi sopivaksi täytyy saada laskettua ajoneuvon nopeus kohdattavaan kappaleeseen nähden. Tämä onnistuu, kun tunnetaan laserin valon nopeus. CVM laskee etäisyyden edellä olevaan kappaleeseen. Riittävää jarrutusvoimaa ei välttämättä pystytä luomaan, jos autojen nopeusero on liian suuri.

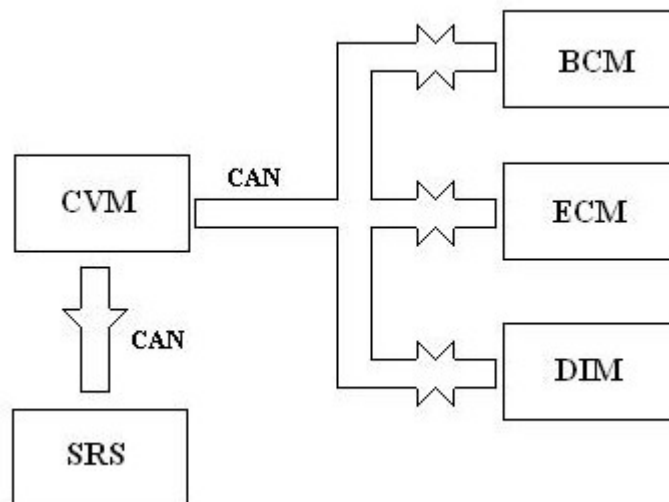
CVM laskee, onko autolla vaaraa törmätä edellä ajavaan ajoneuvoon. Jos törmäysvaara on olemassa, CVM lähettää pyynnön auton jarruttamiseksi sen omalla jarrujärjestelmällä BCM:lle. Moottorin vääntömomentin alentamista samanaikaisesti pyydetään ECM:ltä. CVM pyytää eritoimintoja tilanteista riippuen. Esimerkiksi CVM voi pyytää RAB- toiminnon aktivoitumaan. RAB- toiminto huolehtii siitä, että kuljettaja saa riittävän jarrutusvoiman aikaiseksi riittävän nopeasti. Järjestelmä aktivoituu muutamassa sadasosasekunnissa ennen automaattijarrutusta. CVM voi pyytää suurimmillaan 5 m/s^2 hidastuvuuden, joka on noin 0,5 G. Vääntömomenttia tarvitsee laskea, jotta vääntömomentti ei kumoa pyydettyä jarrutusvoimaa. Vääntömomentin rajoituspyyntö ECM:lle tapahtuu samanaikaisesti, kuin pyyntö automaatti jarrutuksesta BCM:lle. Maksimaalisen jarrutusnopeuden luomiseksi pienellä kuljettajan poljinvoimalla vaatii EBA:n eli jarrutusavun kynnyksen laskemista 1300

bar:sta 800 bar:iin noin sekunnissa. Toisin sanoen ABS-säätö aloitetaan nopeammin. [1]

4.5.1 Ohjainlaitteiden välinen kommunikointi

Kaikki CVM:n kommunikointi muiden ohjainlaitteiden kanssa tapahtuu HS-CAN-väylän kautta eli nopean CAN-väylän kautta. CVM kommunikoi SRS-ohjainlaitteen kanssa sisäisen CAN-kommunikaation avulla. Sivuttaissuunnan kiihtyvyyssarvon CVM:lle lähettää BCM sekä apuyksikkö BSC (kuva 3). CVM tarvitsee sivuttaissuunnan kiihtyvyyssarvon, jotta se voi verrata sitä tietoa koko ajan ohjauspyörän kulman arvoon. Arvojen perusteella CVM päättelee, kulkeeko auto kuljettajan haluamaan suuntaan koko ajan.

Pitkittäiskiikkyvyys tieto saadaan apuyksikkö BSC:ltä. Tiedon perusteella CVM päättelee, onko auto kiihtyvässä vai hidastuvassa tilassa, ja tiedon avulla suorittaa jarrutusvaikutuksen sopeuttamisen sopivaksi kulloisenkin tilanteen mukaan. [1]



Kuva 3. CVM-ohjainlaitteen kommunikointi.

4.5.2 Aktiivinen tai passiivinen kuljettaja

Aktiivisella kuljettajalla tarkoitetaan kuljettajaa, joka käyttää ohjauspyörää ja kaasupoljinta säännöllisesti. Parametreja joilla kuljettajan aktiivisuus havaitaan, ovat SWM:n havaitsema ohjauspyörän liike ja kaasupolkimen liike. Jotta City Safetyn automaattijarrutusta ei tapahtuisi on kuljettajan liikutettava ohjauspyörää nopeasti tai painettava kaasupoljinta yli 50 % sen käyttövarasta.

CVM:n havaitessa kuljettajan aktiiviseksi tällöin ei suoriteta automaattijarrutusta vaikka kriteerit täytyisivät sen osalta. Kuljettajan katsotaan olevan riittävän aktiivinen hallitsemaan tilanteen. Jos kuljettaja muuttuu kesken automaattijarrutusta passiivisesta aktiiviseksi, järjestelmä lopettaa automaattijarrutuksen, jotta kuljettaja saa ajoneuvon haltuunsa haluamalla tavalla. CVM tarkkailee kuljettajaa koko ajan. CVM havaitsee kuljettajan tilan myös silloin, kun törmäysvaara on päällä. Jos kuljettaja jostakin syystä vapauttaa kaasupolkimen tai se on vapautettu, CVM:n laskiessa törmäysvaaran olevan olemassa kuljettaja pidetään passiivisena ja automaattijarrutus aloitetaan. [1]

4.5.3 Toiminnan edellytykset

City Safety on järjestelmä, jonka toiminta perustuu tiettyihin parametreihin. Näiden asioiden ollessa jotenkin vääristyneitä taikka virheellisiä järjestelmä ei voi toimia oikein. On tärkeää tuntea järjestelmän toiminta perusteellisesti ennen korjaustoimenpiteiden aloittamista. Järjestelmän toiminnan tuntemus helpottaa vikojen määrittämistä sekä nopeuttaa korjaustoimenpiteitä.

Järjestelmän toimintaa rajoittavia tekijöitä on hyvä tuntea. Seuraavaan listaan on kerätty esimerkkejä, joissa City Safetyn toiminta on rajoittunut eikä se reagoi törmäysvaaran uhatessa. [5]

1. Liian pienet ajoneuvot, kuten mopot, polkupyörät ja moottoripyörät
2. Autot ajavat oman ajoneuvon kanssa vastakkaiseen suuntaan
3. Tietyt sääoloista johtuvat tieolosuhteet taikka maastosta johtuvat olosuhteet
4. Yli 30 km/h nopeudet.
5. Liukas keli taikka kylmä ilma
6. Jarrujen kuluneisuus tai liika karkeisuus sekä muut tekniset ongelmat
7. Uudet jarrupalat tai levyt. Tällöin kitkaominaisuus ei ole huipussaan, koska jarrupaloja ja levyjä ei ole vielä ajettu riittävästi ”sisään”.
8. CVM:n etäisyysmittaria häiritsee yli 5 cm:n lumi tai jää konepellillä.

9. Rankka vesi-, lumi- tai räntäsade. Sakea sumu voi myös häiritä etäisyysmittaria.
10. Väärin kuormattu kattolasti tai jotkin lisävarusteet, jotka yltyvät konepellin korkeuden ylitse, kuten karjapuskuri, lisävalot jne.
11. Tuulilasilla oleva jää, lumi tai tarrat, jotka on liimattu etäisyysmittarin kenttään.

4.5.4 Rajoittunut järjestelmän toiminta

DIM:n tulee varoitusilmoitus ja symbolein ilmoitus, jos City Safety on ollut tai on aktiivinen. Auton jarruvalot syttyvät samanaikaisesti, kun City Safety pyytää automaattijarrutusta BCM:ltä.

City Safetyn mahdolliset vikaviestit voi lukea myös DIM:n näytöltä. City Safetyn etäisyysmittari on erittäin herkkä tuulilasissa oleville näkyvyyttä haittaaville esteille, kuten lialle. Jos esteitä on etäisyysmittarin tunnistuskentässä, näytetään DIM:ssä symbolimerkki ja vikaviesti tunnistimen lukkiintumisesta. Tällöin etäisyysmittari ei voi havaita edellä ajavia ajoneuvoja ja City Safety lakkaa toimimasta.

On erityisen tärkeää muistaa, ettei etäisyysmittarin ollessa toimintakyvyttömänä välttämättä vikailmoitusta ilmoiteta DIM:n näytöllä. Kuljettajan tulee muistaa pitää tuulilasi puhtaana liasta sekä tarkkailla ympäristöä samalla tavalla kuin City Safety- järjestelmää ei ajoneuvoissa olisi ollenkaan.

Korjaamalla järjestelmän vikaa etsittäessä on ensimmäiseksi muistettava puhdistaa tuulilasi etäisyysmittarin esteettömän toiminnan varmistamiseksi.

Jos kuljettaja haluaa ajaa autoaan ilman City Safetyn automaattijarrutusapua, hän voi poistaa sen käytöstä ajotietokoneen valikon kautta. Näin voidaan tehdä esim. ajettaessa maastossa, jossa lehtevät oksat voivat pyyhkäistä konepellin yli ja etäisyysmittarin edestä.

Tuulilasi on vaihdettava uuteen, jos CVM:n edessä olevaan näkökenttään syntyy naarmuja tai halkeamia. Liian suuret kiven iskemät haittaavat näkyvyyttä. Kiven iskemät, jotka ovat suurempia kuin 0,5 x 3,0 mm häiritsevät liiaksi CVM:n näkökentässä. [5]

4.5.5 Nopeuseron ollessa 15 km/h tai vähemmän

City Safety voi välttää törmäyksen kokonaan, jos edellä olevan auton ja oman auton nopeusero on 15 km/h tai vähemmän. Tilanteessa, jossa edessä oleva auto on liikkeessä, oman auton jarrujärjestelmä pyrkii hidastamaan oman ajoneuvon nopeuden alemmas kuin edellä olevan ajoneuvon nopeus on. Jos edellä oleva ajoneuvo on paikallaan, aktivoituu automaattijarrutus törmäyksen välttämiseksi. Jos oma ajoneuvo on varustettu automaattivaihteistolla, tällöin järjestelmä pysyy aktiivisena n. 1,5 s pysähtymisen jälkeen. [1]

4.5.6 Nopeuseron ollessa yli 15 km/h, mutta enintään 30 km/h

Jos autojen nopeusero on yli 15 km/h enintään 30 km/h nopeudella, on autojen törmäysvaara suuri. City Safety- järjestelmä ei pysty yksin välttämään törmäystä. Järjestelmä tarvitsee tällöin kuljettajan apua jarrutukseen. Automaattijarrutus pystyy alentamaan ajoneuvon nopeutta, mutta ei riittävästi. Nopeuden alentuessa törmäysvoima pienenee ja aiheuttaa kuljettajalle lievempiä vammoja. Jos kuljettaja kuitenkin havaitsee tilanteen riittävän ajoissa ja aloittaa jarrutuksen, voidaan kolarilta välttyä. [1]

4.6 Tuulilasin uusinta

XC60:een on saatavilla kahta erityyppistä tuulilasia. Toinen on lämpöä heijasta tuulilasi eli ns. IR-lasi. Toinen lasi on vakiomallinen, jossa ei ole minkäänlaista heijastuskalvoa. IR-lasissa on laminointikalvo, jossa on infrapunasäteilyä heijastava hopeadioksidipäälyste. Päälysteen avulla pyritään vähentämään auton sisälle tulevaa lämpösäteilyä. Aurinko on auton sisään pääsevän energian pääasiallinen lähde. IR-lasi toimii auton sisään heijastuvan valon ja lämmön suodattimena, ts. lasi absorboi lämpöä ja valoa. Auringonsäteily muodostuu kolmesta pääkomponentista: infrapunasäteilystä, näkyvästä valosta ja ultraviolettisäteilystä. Suurin osa auringon energiasta on infrapunasäteilyä. Jos tuulilasi heijastaa pääasiassa näkyviä valonsäteitä auton sisällä on pimeämpi ja viileämpi. Jos lasi taas heijastaa infrapunasäteilyä matkustamoon tulee viileämpi, mutta ei pimeämpi. Tämä johtuu siitä, että infrapunasäteily on ihmissilmälle näkymätöntä. Lasin periaate on, että suurin osa infrapunasäteilystä heijastuu muualle ensimmäisessä kerroksessa ja osa läpäisee lasin. Toinen kerros imee säteilyn lopun energian omaan massaansa. Lasiin absorboitunut energia

palaa vähitellen takaisin ympäristöön ja näin ollen osa pääsee auton sisälle. Tämä nostaa auton sisälämpötilaa hieman. IR-lasin tarkoitus on vähentää matkustamoon pääsevän infrapunasäteilyn määrää n. 30 %.

Tuulilasin vaihdon yhteydessä on erittäin tärkeää varmistua siitä, että autoon asennetaan täysin samanlainen tuulilasi kuin siinä on tehtaalta lähtiessä ollut. CVM:n etäisyysmittari toimii infrapunavalon aallonpituudella toimivalla laservalolla. Jos infrapunavalon aallonpituutta suodatetaan pois tuulilasin kalvon avulla etäisyysmittarin kohdalta, on etäisyysmittarin toiminta estetty osittain. Valonläpäisykyky on IR-tuulilasissa heikompi, ja tämä aiheuttaa ongelmia etäisyysmittarille, jos kalvoa ei ole poistettu mittarin kohdalta.

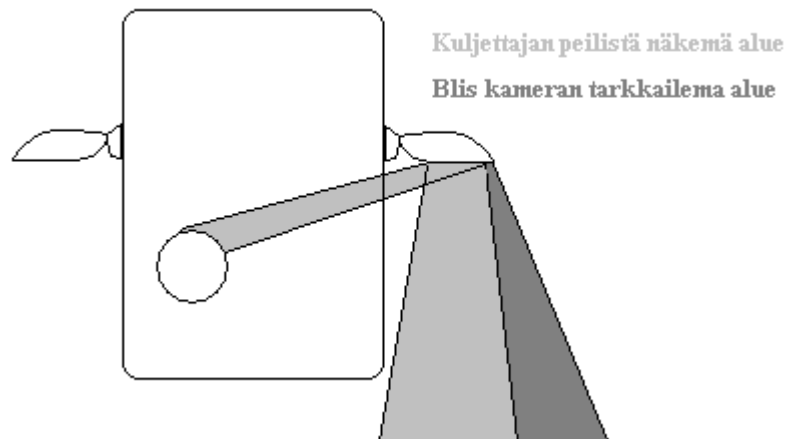
Auton CEM:iin on ohjelmoitu auton konfigurointitiedostoon tieto, siitä mikä tuulilasi autossa on. CVM:iin on ohjelmoitu tieto, mikä on tuulilasin valon läpäisykyvyn määrä. Vaikka tietoa muutettaisiin riippumatta siitä, nouseeko vai laskeeko läpäisykyky, on City Safety järjestelmän toimintakyky huonontunut, jos ajoneuvoon asennetaan vääränlainen tuulilasi. [1]

4.7 Auton liikkeen suunnan tunnistava pyöränturi

Suunnan tunnistava pyöränturi tarvitaan, jotta BCM tietää minne suuntaan ajoneuvo liikkuu. Tämän tiedon perusteella estetään City Safetyn jarrutusavun aktivoitumasta, jos ajoneuvoa lähestyy toinen ajoneuvo peruutettaessa CVM:n toiminta-alueelle. Suunnan tunnistava pyöränturi on sijoitettu oikean etupyörän olka-akseliin. Pyöränturin signaalin avulla BCM voi laskea pyörän nopeuden ja auton suunnan. [2]

5 BLIS, KUOLLEEN KULMAN TARKKAILU

BLIS on järjestelmä, joka on autoissa aina lisävaruste. Järjestelmä auttaa kuljettajaa havaitsemaan ns. kuolleessa kulmassa olevasta ajoneuvosta (kuva 4). Tällä pystytään välttymään kolareista, jotka ovat johtuneet siitä, ettei kuljettaja ole havainnut peileistä ajoneuvoa takakulman kohdalla hieman etäämmällä omasta autosta. Tällaiset onnettomuudet ovat yleisiä kaupunkiolosuhteissa taikka moottoriteillä vaihdettaessa kaistaa. Kuolleen kulman pystyy näkemään vain, jos kuljettaja kääntää päätään riittävästi. Yleisesti se jää kuljettajilta tekemättä. [5]



Kuva 4. Kuljettajan ja kameran näkemät alueet.

Toimintaperiaate

DDM/PDM ottaa tietoja vastaan kummankin takapyörän nopeudesta BCM:ltä CAN-väylän kautta. Nämä molemmat signaalit lähetetään edelleen LCM:lle/RCM:lle LIN kommunikaation kautta.

Järjestelmä perustuu optisen kameran toimintaan. Kamera kuvaa koko ajan aluetta, jota kuljettaja ei näe sivupeleistä. Kuljettaja voi nähdä näille alueille vain kääntämällä päätä riittävästi taaksepäin. Tällöin edessä oleva auto voi olla jarruttamassa ja syntyy kolarin riski. Jos kamera havaitsee kuolleessa kulmassa jotakin, syttyy oranssinvärinen valodiodi, joka on sijoitettu muovipaneliin sivupeilin kohdalle auton sisäpuolelle.

Jos BLIS-digikameran näkyvyys on jostakin syystä estynyt tai muuten rajoittunut ilmoitetaan DIM:n näytössä ilmoitus "rajoitettu toiminta". Näkyvyyden rajoittuminen voi myös aiheuttaa vikakoodin ja ilmoittaa "huoltoa tarvitaan".

BLIS-järjestelmän voi kytkeä pois toiminnasta vain ajotilanteen ajaksi. Katkaisin on sijoitettu CCM:ään. Järjestelmän voi myös kytkeä takaisin päälle ajon aikana, jos sitä taas tarvitaan. Muuten käynnistettäessä auto uudelleen järjestelmä palaa taas takaisin toimintaan normaalisti. Painettaessa katkaisinta ajon aikana CCM:ltä lähetetään signaali DDM/PDM- ohjainyksiköille. [1]

6 HDC-ALAMÄKIHIDASTIN

Alamäkihidastimen toiminta

Henkilöautoa voidaan hidastaa ns. moottorijarrutuksen avulla. Tämä tarkoittaa sitä, että kuljettaja päästää kaasun ylös ja antaa moottorin sisäisten momenttien hidastaa voimansiirron välityksellä auton nopeutta. Moottorin liikkuvien massojen hitausmomentti aiheuttaa pyörivien osien nopeuden hidastumisen aina siihen asti, kunnes saavutetaan tyhjäkäyntinopeus. Moottorijarrutusta käytetään yleensä suurissa alamäissä. Jos autoon on kytketty jokin vedettävä lisäkuorma, voi alamäissä yhdistelmän massa olla niin suuri, ettei moottorijarrutus auta hidastamaan yhdistelmän nopeutta yksinään. Tällöin avuksi otetaan HDC-järjestelmä.

HDC-järjestelmä on alamäkihidastin. Järjestelmä käyttää itse auton jarrujärjestelmää nopeuden hidastamiseksi. HDC mahdollistaa auton nopeuden lisäämisen tai hidastamisen jyrkissä alamäissä pelkästään kaasupolkimella ilman, että kuljettajan tarvitsee koskea jarrupolkimeen.

Järjestelmä ohjaa auton nopeutta itse ja antaa tilanteen vaatiman tasaisen ajonopeuden, jolloin kuljettaja voi keskittyä vain auton ohjaamiseen täysin. Kuljettajalla on mahdollisuus ottaa nopeuden ohjaus HDC:ltä milloin tahansa ja lisätä tai vähentää nopeutta käyttämällä kaasu- tai jarrupoljinta. Järjestelmä on suunniteltu maastoajoon sekä erityisesti liukkaille ja vaativille mäkiosuuksille. HDC on kätevä apu esimerkiksi nostettaessa venetraileria ylös liukkaalla rampilla. [5]

7 JARRUJÄRJESTELMÄ

7.1 Jarrujärjestelmän peruserä

Volvo XC60:ssä on levyjarrut edessä ja takana. Jarrujärjestelmä on kaksipiirinen, joka toimii ristiin. Jarrut ovat tehostettu sekä varustettu mekaanisella alipainepumpulla. Tehostin on sijoitettu viileälle vyöhykkeelle välipalkkia kohti.

Seisontajarru on tämän päivän mukavuus vaatimuksien mukainen eli sähköisesti toimiva. Seisontajarru vaikuttaa takajarrusatuloihin.

Jarrujärjestelmästä käytetään nimitystä EPB eli Electronic Parking Brake (elektroninen pysäköintijarru). [1]

7.2 Etujarrut

17":n tuuletettu jarrulevy (328 mm x 30 mm). Jarrusatula on kaksimäntäinen ja valmistettu valuraudasta.

7.3 Takajarrut

16":n tuuletettu jarrulevy (302 mm x 22 mm) ja jarrusatula EPB:llä.

7.4 Jarrujen ohjaus

Auton jarrujen ohjausjärjestelmästä käytetään nimitystä Mk 25E1. Järjestelmä on Continental Tevesin valmistama. MK25E1-ohjausjärjestelmässä on analogiset hydrauliventtiilit, jotka mahdollistavat aktiivisen ohjauksen ja ohjaustehostuksen hyväksikäytön jarrutustilanteissa. Jarrujen ohjausjärjestelmässä ja BCM:ssä voivat olla seuraavat toiminnot auton kokoonpanosta riippuen: ABS, DSTC, RSC, RAB, FBS, EBA, EBD, TSA, HDC ja RSD. [6]

7.5 EPB, sähkötoiminen seisontajarru

Sähköisesti ohjattu seisontajarru on toteutettu siten, että satulan mäntää liikutetaan mekaanisesti, jolloin voima siirtyy suoraan jarrupalaan. Mekanismi on siten rakennettu, että se on itsestään säätävä. Kuitenkin jarrupalojen vaihdon yhteydessä säätö tulee palauttaa huoltotilaan. EPB:n kytkentää päälle/pois ohjataan PBM:n avulla. Parking Brake Module on sijoitettu auton tavaratilaan. [1]

7.6 Jarrutehostin

Jarrutehostin vahvistaa kuljettajan jarrupoljinta painamalla tekemää jarruvoimaa. Nykyaikaiset jarrut ovat niin isot, ettei pelkkä kuljettajan jalan painallusvoima välttämättä riittäisi. Tämän takia käytetään jarrutehostinta. Jarrutehostin on asennettu ajoneuvon viileälle vyöhykkeelle väliseinää vasten siten, että polkimen vivuston välitys kohdistuu helposti jarrutehostimelle suoraan. [6]

Passiivisesti toimiva jarrutehostin

Passiivisessa jarrutehostimessa kuljettajan tuottama jarruvoima tehostetaan päästämällä takimmaiseen kammioon ulkoilman paine. Saman aikaisesti etummaisessa kammiossa muodostuu lähes tyhjiö. Tyhjiön ansiosta saadaan aikaiseksi jarruvoiman tehostusta. [6]

Aktiivisesti toimiva jarrutehostin

Aktiivinen jarrutehostin on periaatteeltaan samanlainen kuin passiivinen jarrutehostin, mutta erona vain, että BCM voi aktivoida sen ilman, että kuljettaja painaa jarrupoljinta. Aktiivinen jarrutehostin on varustettu poljinpaineanturilla ja esipaineventtiilillä. Aktiivinen tehostin luo jarrupaineen ilman kuljettajaa siten, että BCM aktivoi esipaineventtiilin ja päästää ulkoilman paineen taaempaan kammioon. Järjestelmä havaitsee, jos kuljettaja aloittaa jarrujen painamisen. Kun järjestelmä on aktiivisena, BCM tutkii koko ajan poljinpaineanturilta tulevaa tietoa. Tiedon perusteella BCM pääättelee, onko kuljettaja mukana jarrutuksessa. [1]

7.7 Hydraulilaitte ja jarrujen ohjaus BCM

Hydraulilaitte ja jarrujen ohjainyksikkö (Mk 25E1) ovat integroitu yhteen valmistajan toimesta. Kumpaakaan laitetta ei saa tilattua erikseen varaosana. Valmistaja toimittaa hydraulilaitteen täytettynä jarrunesteellä, jotta helpotetaan järjestelmän ilmaamista vaihdon jälkeen. Vaihtotoimenpiteen jälkeen täytyy ohjelmisto ladata uudelleen maahantuojalta. Tämä johtuu siitä, että ohjainyksiköt toimitetaan aina ilman ohjelmaa. Monet ohjainyksiköt ovat samoja eri automallista riippuen, ohjelma vain on eri.

Jarrujen ilmaus

Järjestelmän ilmaus suoritetaan aina testilaitteen avulla ja ohjeiden mukaisesti. Testilaitte avaa analogisia venttiileitä tietyssä järjestyksessä ja ohjeistaa asentajaa jokaisessa toimenpiteessä erikseen. Ilmauksen yhteydessä tulee huomioida se, että jarruneste sisältää polyglykoolieettereitä, jotka ovat ihmiselle myrkyllisiä. Nesteen joutuessa iholle tulee iho huuhdella runsaalla vedellä ja saippualla. Jarrunesteen joutuessa silmiin täytyy silmiä huuhdella 15 minuutin ajan kylmällä juoksevalla vedellä. Jos jarrunestettä pääsee maalipinnalle, tulee pinta pestä kylmällä vedellä tai muuten pintaan tulee maalivaurioita. [1]

7.8 BSC, jarrujen tunnistuksen alamoduuli

Tunnistin on BCM:n alamoduuli, ja se on sijoitettu oikean etuistuimen alle. Tunnistin sisältää kääntymiskulma-anturin, joka mittaa $^{\circ}/s$ (asteita sekunnissa) sekä sivuttaiskihtiävyysanturi m/s^2 ja pituussuuntainen kiihtiävyysanturi m/s^2 ja kallistuskulman anturi = kallistuskulma / m/s^2 . [1]

7.9 DSTC, kuljettajan aktiivisuuden havaitseminen

DSTC-järjestelmä vertailee kuljettajan ohjauspyörän asentoa auton kulkusuuntaan verrattuna. Tiedon perusteella havaitaan onko auto kuljettajan hallinnassa. Volvo XC60:ssä toimintoa on kehitetty aikaisempiin järjestelmiin verrattuna paremmaksi. [1]

DSTC:n toimintaperiaate

DSTC-toimintoa on paranneltu siten, että se käyttää hyväkseen myös BSC:n kallistuskulma-anturin antamaa tietoa. Näin pystytään havaitsemaan hitaasti tapahtuvat sivuttaisvoimien syntyminen. Jos kuljettaja vapauttaa kaasupolkimen riittävän ajoissa, voidaan järjestelmän tarkkuuden avulla aloittaa säätö aikaisemmin ja paremmalla tarkkuudella kuin ennen. [1]

7.10 TSA, itse värähtelyn hallinta

TSA on järjestelmä, joka toimii vain, kun se on ohjelmoitu erillisen ohjelman avulla DSTC-järjestelmään. Vetokoukun asennuksen yhteydessä voidaan TSA ohjelma ladata käyttöön. Ohjelmisto ladataan TRM:ään. Tällöin TSA aktivoituu. TSA-järjestelmä yhdessä DSTC:n kanssa on järjestelmä, jolla pyritään hallitsemaan perävaunun heittelemistä liukkaalla kelillä. Toiminnon tarkoitus on välttää ns. itsevärähtelyä, jota esiintyy vedettäessä perävaunua. Joissakin tilanteissa saattaa perävaunu alkaa kiemurrella kuten esimerkiksi kovissa jarrutuksissa tai ajettaessa liian kovaa mutkaisella tiellä. Kuljettajan on vaikea saada tällaista tilannetta harjoittelematta haltuunsa. Suurin osa kuljettajista ei osaa tilanteen sattuessa toimia oikein. Tällaisten tilanteiden kriittinen nopeus on raskailla tai väärin kuormatuilla perävaunuilla n. 90 - 100 km/h.

TSA-järjestelmän toimintaperiaate

Ohjelmiston ladattua se on aina toiminnassa 50 – 150 km/h nopeuksissa riippumatta siitä, onko perävaunu kytkettynä vai ei. Kuljettaja voi valita pois käytöstä DSTC:n jolloin myös TSA- toiminto kytkeytyy pois toiminnasta. Tämä johtuu siitä, että ohjelmistot tukevat toistensa toimintaa.

Järjestelmä on toteutettu siten, että DSTC mittaa auton kääntymiskulman ja sivuttaiskiihtyvyysoimat samalla, kun järjestelmä tunnistaa ohjauspyörän kulman ja auton nopeuden. Tietojen avulla voidaan päätellä, kiemurteleeko yhdistelmä. Mittausta tapahtuu koko ajan. Järjestelmän havaittua kiemurtelua kolme kertaa peräkkäin se aloittaa toiminnan. Riittävän nopea toiminnan aloittaminen on erityisen tärkeää, jotta vältetään siltä, ettei ajoneuvoyhdistelmä ehdi saada värähtelyn ominaistaajuutta. Jos yhdistelmä saavuttaisi ominaistaajuuden, tällöin taajuus vain vahvistaisi heittelehtimistä.

Toiminta tapahtuu kahdessa vaiheessa, kun auto ja perävaunu ovat alkaneet heittelehtiä. Ensimmäisessä vaiheessa pyritään saamaan heittelehtiminen hallintaan. Jompaakumpaa etupyörää aletaan jarruttaa riippuen siitä, mihin suuntaa heitot tapahtuvat. Toisessa vaiheessa jarrutetaan auton kaikkia pyöriä vauhdin hidastamiseksi ja moottorin vääntömomenttia lasketaan alemmas, ettei se kumoa jarrutustehoa.

Kuljettajan on muistettava, että ohjauspyörä on pidettävä koko ajan kulkusuunnassa. Muuten ohjauspyörän liikkeet voivat aiheuttaa lisää yhdistelmän kiemurtelemista. Liikkeet voivat tapahtua samanaikaisesti auton kiemurtelun kanssa, jolloin TSA ei välttämättä pysty erottelemaan liikkeistä, mitkä ovat kuljettajan aiheuttamia. Järjestelmä ei pysty erottelemaan, käyttäytyykö ajoneuvoyhdistelmä kuljettajan haluamalla tavalla vai ei. TSA saadaan kytkettyä pois käytöstä vain VIDA:n avulla. [1]

7.11 RSC, kallistumisen tunnistus

Ajettaessa maastossa tai tehtäessä liikenteessä nopea väistöliike on vaarana, että ajoneuvo voi kaatua. Ongelma on suurempi citymaastureissa kuin tavallisissa henkilöautoissa. Tämä johtuu siitä, että citymaastureissa painopiste on korkeammalla. Kaatumisen välttämiseksi on kehitetty järjestelmä RSC. RSC-järjestelmä laskee BSC:n sisään rakennetun gyron antaman tiedon perusteella auton dynaamisen kaltevuuden ja päättelee tästä tiedosta kaatumisvaaran. Jos kaatumisvaara on olemassa, RSC aktivoituu ja aloittaa toimintansa. Järjestelmä laskee välittömästi auton

moottorin tehoa ja jarruttaa yhtä tai useampaa pyörää tilanteen vaatimalla tavalla. RSC- toiminto on aina aktiivinen yli 25 km/h nopeuksilla, eikä sitä voida poistaa käytöstä. [1]

8 SUULLINEN KYSELYTUTKIMUS

Työssä on esitelty aikaisemmin turvalaitteiden turvallisuusasioita korjaustoimenpiteiden yhteydessä. Tarkoituksena oli tutkia myös käytännössä, onko havaitsemiani ja esille tuomiani asioita aikaisemmin havaittu taikka osattu tiedostaa. Kyselytutkimus suoritettiin suullisena kyselynä. Pääsääntöisesti kyselin perusasioita. Samalla selvitin eri henkilöiltä aikaisempaa koulutusta turvajärjestelmiin.

Kyselyyn osallistui Lohjanportin Auto Oy:n asentajia, jotka joutuvat työskentelemään Volvojen parissa. Joukkoon kuului perusasentajia, sähköasentajia ja peltiseppiä. Tutkimuksessa kävi ilmi, että yleisesti vain sähköasentaja ja peltiseppi joutuivat työskentelemään turvalaitteiden parissa. Pääsääntöisesti näihin järjestelmiin ei tarvitse koskea kuin kolarikorjauksissa taikka sellaisissa korjaustoimenpiteissä, joissa tarvitsee irrottaa turvatyyny jonkin toisen laitteen tieltä. Joskus saattaa esiintyä sellaisia tapauksia, joissa turvalaitteisiin on syntynyt vikakoodi, ja näistä joudutaan selvittämään, mistä ne johtuvat. Yleisesti tällaiset korjaustoimenpiteet suorittaa asentaja, jolla on sähköasentajan tutkinto.

Kyselyn perusteella korjaamalla ei ole tapahtunut mitään onnettomuuksia, jotka liittyisivät jollakin tavalla turvalaitteisiin. Turvalaitteisiin kohdistuvia korjaustoimenpiteitä joudutaan suorittamaan vain suurimmaksi osaksi peltikorjaustoimenpiteiden yhteydessä. Lauenneet turvatyynyt hävitetään ja vaihdetaan uudet vanhojen tilalle. Turvajärjestelmän toiminta tarkistetaan VIDA-vikadiagnostiikka ohjelman avulla. Vaurioalueella olevat turvalaitteiden anturit tarkistetaan ja vaurioituneet osat vaihdetaan uusiin.

8.1 Suullisessa tutkimuksessa kysytyjä asioita

8.1.1 Koulutus

Tutkimuksessa kysyttiin vain yleisiä perusasioita turvajärjestelmien osalta. Ensimmäisenä selvitin asentajien peruskoulutusta. Seuraavana osiona selvitin työnantajan järjestämää koulutusta ja sen määrää sekä valmistajan

edellyttämää koulutustasoa. Samalla kysyin kohdehenkilön mielipidettä siitä, että onko koulutusta aiemmin järjestetty riittävästi aikaisemmissa opinnoissa.

8.1.2 SRS-järjestelmän perustietämys

SRS-järjestelmän toiminnan perustietämys on edellytys sille, että voi suorittaa korjaustoimenpiteitä turvalaitteisiin. Tässä osiossa selvitin asentajien yleistietoutta kyselemällä turvajärjestelmän antureiden toiminnasta ja siitä, mitä edellytyksiä vaaditaan, jotta turvatyyny voidaan laukaista.

8.1.3 Turvaohjeistus

Turvaohjeistuksen tietämyksellä oli tarkoitus selvittää, ovatko asentajat tietoisia turvalaitteiden vaaroista. Samalla tein selvityksen siitä, tietääkö jokainen asentaja mistä turva- ja korjausohjeistusta löytää, jos ei ole varma, mitä on tekemässä. Tässä osiossa kyselin myös SRS-järjestelmän varoaikoja sekä virtamääriä, joilla turvatyynyn voi laukaista.

8.1.4 Vianetsintä

Kun Aibagin merkkivalo on syttynyt, yleisin vikakoodi, joka järjestelmään tallentuu on: ”järjestelmässä liian suuri vastus”. Tämä vikakoodi tallentuu vikamuistiin heti, kun vastus arvo nousee yli 60 Ω :n. Kyselin asentajilta, että voiko tällaisessa tapauksessa suorittaa yleismittarilla vastusmittauksen järjestelmään. Kysymyksellä pystyy päättämään asentajan järjestelmän toiminnan tietämystä, jos vastaukseen saa hyvän perustelun. Pätevä asentaja pystyy perustelemaan vastauksensa.

8.1.5 Ohjeistuksen noudattaminen

Lopuksi selvitin, onko tiedossa olevia ohjeita noudatettu sekä onko noudattamatta jättämisestä aiheutunut vaaratilanteita. Yleisesti asentajat tietävät, mitenkä pitäisi toimia, mutta se vain unohtuu työtä tehdessä. Selvitin samalla, onko kyselyyn osallistuneilla asentajilla tietoa siitä, että onko turvalaitteiden aiheuttamia onnettomuuksia tapahtunut toisilla korjaamoilla.

8.2 Tutkimuksen analysointi

Volvo XC60- mallia ei ole ehditty myymään suuria määriä, joten niitä ei ole käynyt korjaamalla vikatapausten takia taikka peltikorjauksessa. Tähän

automalliin ei ole pystytty näin ollen tutustumaan käytännön työssä. Vain maahantuojaan järjestämisen koulutuksen yhteydessä on päästy tutustumaan koeautoihin. Osittain vastaavanlaisia turvajärjestelmiä on muissa Volvon malleissa käytössä.

Yrityksessä, jolle tämä tutkimustyö suoritettiin, on käytössä järjestelytapa jossa yksi sähköasentaja koulutetaan maahantuojaan järjestämässä koulutustilaisuudessa. Koulutettu asentaja kouluttaa toiset asentajat työn yhteydessä järjestettävillä koulutuspäivillä, jolloin kaikkia asentajia ei tarvitse käyttää koulutuksessa erikseen. Näin ollen pystytään käyttämään työaika tehokkaammin hyväksi.

Vaurioituneita mutta toimivia turvatyynyjä ei ole koskaan tarvinnut hävittää. Ainoastaan vanhentuneita turvatyynyjä on tuhottu asianmukaisilla tavoilla. Asentajien mielestä turvatyynyä ei pysty laukaisemaan kovinkaan helposti. Laukaisu vaatii suoraan akulta kytketyn virran kokeilujen perusteella. Tutkimuksessa kävi ilmi, etteivät kaikki asentajat tiedosta sitä, millaisen vaaratilanteen voi väärin laukaistu turvatyyny aiheuttaa. Yleinen ohjeistus on suurin piirtein tiedossa, ja on hyvin selvää, mistä tiedon löytää tarvittaessa. Yleisesti turvallisuusohjeiden lukeminen vain jää väliin, koska ne tarvitsee aina erikseen etsiä. Koulutuksissa ohjeet käydään läpi, mutta tämän jälkeen niitä ei juurikaan enää tarvita.

Tutkimuksessa kävi ilmi, että turvajärjestelmien turvallisuuteen liittyen ei ole järjestetty aikaisemmin missään koulutuksessa pelkästään turvajärjestelmiin liittyvää koulutusta. Asioita on tullut ilmi vain toisten asioiden yhteydessä. Yleisesti ottaen turvajärjestelmien asioita ei käydä tarkasti läpi vaan laitteista käsitellään vain huomionarvoiset kohdat. Todellinen järjestelmien toiminnan tuntemus saattaa olla hyvin vähäinen, kun asentaja tulee yritykseen töihin. Ammattikoulupohjaisten asentajien mielestä ammattikoulussa ei opiskella turvalaitteiden toimintaa ollenkaan. Vasta maahantuojaan järjestämällä kursseilla on opittu tarvittavat perusasiat turvalaitteista. Tutkimustuloksen perusteella kaikilla haastatteluun osallistuneilla sähköasentajilla on erittäin hyvät perustiedot turvajärjestelmien osalta. Asentajien mielestä käytännön kokemus on osoittanut, että turvajärjestelmät on rakennettu siten, että niitä ei kovin helpolla pysty vahingossa laukaisemaan, vaikka ei toimittaisi täysin turvaohjeistuksen mukaan. Tutkimukseen osallistuneiden koehenkilöiden mielestä turvalaitteiden osalta koulutusta ei ole järjestetty liikaa.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että koulusta valmistuneiden asentajien tulisi suorittaa heti ensimmäisinä päivinä sähköisen vianetsinnän perusasioita käsittelevä koulutus. Tässä koulutuksessa voitaisiin tuoda samalla esille turvajärjestelmiin liittyvät vaarat ja mitä niistä tulee ottaa huomioon, kun autoa aletaan korjata taikka huoltaa.

9 YHTEENVETO

Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia ja tuoda esille Volvo XC60:n turvajärjestelmiä ja niiden turvallisuusasioita, joita tulisi huomioida korjaustoimenpiteiden yhteydessä. Kyseiset asiat olivat otettu tutkimuskohteeksi, koska Lohjanportin Auto Oy tarvitsi vastaavaa materiaalia järjestääkseen asentajille uutuuskoulutuksen turvalaitteiden osalta. Aihe otettiin myös tutkimuskohteeksi, koska autossa on paljon sellaisia järjestelmiä, joita muilla valmistajilla ei vielä ole käytössä. Tällä saatiin työhön uutuusarvoa. Työstä ei haluttu tehdä vain turvaohjetta, vaan tuoda esille myös uusimpia innovaatioita turvajärjestelmien osalta sekä niiden tarvitsemia oheisjärjestelmiä ja niiden toimintaperiaatteita. Päätaavoite oli tehdä työstä selkeä ja sellainen, että jokainen voi ymmärtää järjestelmien toiminnan lukemalla työn. Selkeälle turvaohjeistukselle löytyy kysyntää, koska yleisesti ohjeistusta on paljon ja sitä tarvitsee etsiä erikseen jokaisen turvajärjestelmän osalta. Tutkimuksessa on koottu ohjeistus kattavaksi paketiksi, joka tukee teoriaa. Työstä oli tarkoitus tehdä sellainen, että siitä on hyötyä yritykselle sekä muille sitä tarvitseville henkilöille.

Työn suoritus tapahtui pääsääntöisesti itsenäisesti. Tarvittavaa laitteistoa ja materiaalia oli saatavilla työn tilaajalta Lohjanportin Auto Oy:ltä. Materiaalia oli riittävästi käytössä tutkimuksen toteuttamiseksi ja sitä täydennettiin erilaisista lähteistä löytyneillä tiedoilla. Lisämateriaalia on saatu kerättyä myös erilaisista suullisista keskusteluista.

Turvajärjestelmät kehittyvät koko ajan. Uusia innovaatioita otetaan käyttöön melkein jokaisessa uudessa automallissa. Autoista ei saada koskaan riittävän turvallisia. Laitteistoista kehittyy monimutkaisempia ja vaikeampia korjata. Tämä tuo asentajille ja korjaamoille uusia haasteita. Vain hyvin koulutetut asentajat saavat korjata tällaisia järjestelmiä. Turvajärjestelmien toiminta perustuu pääsääntöisesti nopeaan viestin kuljetukseen esimerkiksi nopeaan CAN-väylään (n. 500 kbit/s).

Tutkimuksessa yhteen kootusta materiaalista voidaan valmistaa helpolla korjaamolle pika koulutusmateriaali Volvo XC60:n sähköjärjestelmien uutuuskoulutusta varten. Työssä tuotiin turvallisuusasioita esille varsinkin SRS-laitteistojen osalta. Nämä laitteet ovat väärin käsiteltyinä erittäin vaarallisia, koska ne sisältävät pyroteknistä polttoainetta. Onnettomuuksia tapahtuu harvoin, mutta ne voivat olla sitäkin vakavampia. Järjestelmien toiminnan esittelyllä ja ohjeistuksella pyritään vähentämään turhien onnettomuuksien riskiä.

Lopputuloksena työstä syntyi melko täydellinen kokonaisuus turvajärjestelmistä ja niiden tarvitsemista oheislaitteista. Tarkoitus oli tuoda työssä esille turvallisuusnäkökulmia turvalaitteiden osalta korjaustöiden yhteydessä sekä esitellä uusimpia innovaatioita, joita Volvo XC60:ssä on käytössä. Kaikki uudet innovaatiot, jotka tutkimuksessa on esitelty, liittyvät toiminnaltaan jotenkin turvajärjestelmiin. Työssä on selitetty riskitekijöitä ja miten niitä voidaan välttää. Uusien turvajärjestelmien esittely ja toimintarakenteen esille tuomisen tarkoitus oli pohjustaa laitteiden toiminnan havainnollistamista käytännössä. Tutkimustyötä olisi voitu laajentaa myös muihin ajoneuvon sähköjärjestelmiin, mutta silloin työ olisi rönsyillyt liikaa. Halusin pitää tutkimuksen vain turvajärjestelmissä ja niihin liittyvissä uusissa innovaatioissa.

Jos työn ohjeistuksen avulla voidaan välttää yksikin vakava onnettomuus, joka johtaisi turhaan loukkaantumiseen tai sairauslomaan, voidaan sen katsoa olleen toimiva, koska tavoitteet ovat tällöin täyttyneet. Jokainen läheltä piti-tilanteenkin estäminen ei ole hukkaan mennyttä aikaa. Tällä voidaan säästää selvää rahaa.

VIITELUETTELO

- [1] Vehicle Information Diagnostics for Aftersales. 2009. Saatavissa vain valtuutetuilta merkkikorjaamoilta.
- [2] Malmari, Frans, kurssitoteutus: Metropolia ammattikorkeakoulu, Väylätekniikka, kurssimateriaali. Kevät 2009.
- [3] BOSCH. *Autoteknillinen taskukirja*. 6. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 2003.
- [4] Liikenneturva, Liikenneonnettomuudet [verkkodokumentti, viitattu 16.1.2009]. Saatavissa: <http://www.liikenneturva.fi/>
- [5] Volvocars, City Safety [verkkodokumentti, viitattu 23.1.2009]. Saatavissa: <http://www.volvocars.com/>
- [6] Seppälä, Juha, kurssitoteutus: Metropolia ammattikorkeakoulu, Diagnostiikka 2, kurssimateriaali. Kevät 2009.

