

Esko Heinonen

Sammutusjärjestelmän suunnittelu Locost- kilpa-autoon

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Tekniikka

Auto- ja työkonetekniikka

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Esko Heinonen

Työn nimi: Sammutusjärjestelmän suunnittelu Locost- kilpa-autoon

Ohjaaja: Lasse Tarhala

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 43

Liitteiden lukumäärä: 1

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa puoliautomaattinen sammutusjärjestelmä Seinäjoen ammattikorkeakoulun Locost-kilpa-autoon. Työn lähtökohdana oli tehdä sääntöjen mukainen, toimiva sovellus, joka perustuu markkinoilla oleviin valmiisiin sammutusjärjestelmiin, mutta on kustannustehokkaampi.

Opinnäytetyön ohjaajana toimi Lasse Tarhala ja toisena lukijana Hannu Ylinen, opiskelija raportoi työstä suoraan opinnäytetyön toimeksiantajalle Locost-projektin johtoryhmälle.

Avainsanat: Locost, sammutusjärjestelmä, kilpa-autoilu, turvallisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Esko Heinonen

Title of thesis: Creating a fire suppression system for a Locost -class racing car

Supervisor: Lasse Tarhala

Year: 2015 Number of pages: 43 Number of appendices: 1

The idea of this thesis was to design and create a semiautomatic fire suppression system for the Locost project of Seinäjoki University of Applied Sciences. The main goal was to create a similar system to that on the market already. The system was designed to be more cost efficient, and still by the rules and also safe to be used in a case of emergency.

The supervisor of this thesis is Lasse Tarhala and the second evaluator is Hannu Ylinen. The output of the thesis was also reported to the board of the Locost project.

Keywords: Locost, fire suppression, racing car, safety.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tausta ja tavoitteet.....	9
1.2 Locost-projektin esittely	10
2 SAMMUTTEIDEN JA PALAMISEN TEORIA	11
2.1 Erilaisien sammutteiden ominaisuuksia	11
2.1.1 Vesi.....	11
2.1.2 Hiilidioksidi	12
2.1.3 Halonit.....	12
2.1.4 Typpi	12
2.1.5 Sammutusjauhe ABC	13
2.1.6 Vaahdot	13
2.2 Sammutuksen fysikaaliset perusteet.....	15
2.2.1 Palamistavat	15
2.2.2 Palamisen edellytykset	15
2.2.3 Palojen luokitus.....	16
3 KILPA-AUTOJEN PALOTURVALLISUUS JA NYKYISET SOVELLUKSET	17
3.1 Sammutusjärjestelmien historia kilpa-autoilussa.....	17
3.2 Kilpa-autoilun asettamia vaatimuksia sammutteelle.....	18
3.3 Olemassa olevat järjestelmät ja niissä käytettävät sammutteet	18
3.3.1 Mekaaniset järjestelmät	19
3.3.2 Puoliautomaattiset järjestelmät	19
3.3.3 Automaattiset järjestelmät.....	20
4 SAMMUTUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	21
4.1 Suunnittelemisen teoria	21

4.1.1 Tarpeen tunnistaminen ja tarpeen määrittely.....	21
4.1.2 Sammutusjärjestelmää koskeva alustava kehitystyö.....	22
4.1.3 Suunnitteluvaihe	23
4.2 Tarvittavien komponenttien määrittely ja hankkiminen.....	23
4.2.1 Lämpötila-anturi ja ohjausyksikkö	24
4.2.2 Sammutelinjat	26
4.2.3 Sammuttimen valinta	27
4.2.4 Vetosolenoidin valinta	28
5 SAMMUTUSJÄRJESTELMÄN KOKOONPANO.....	29
5.1 Pääkomponenttien sijoitus ja kokoonpano.....	29
5.1.1 Sammutinpullon sijoitus ja asennus.....	29
5.1.2 Sammutelinjojen ja suuttimen asennus	31
5.2 Ohjausyksikön ja sähköjärjestelmän asennus	33
6 LAITTEISTON TESTAUS JA LUOVUTUS PROJEKTILLE.....	37
6.1 Testaus	37
6.2 Järjestelmän luovuttaminen	39
6.3 Käyttöohjeen laatiminen.....	40
7 YHTEENVETO.....	41
LÄHTEET	43
LIITTEET	44

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuvio 1. a = liekehtivän palon perusedellytykset ja b= hehkupalon perusedellytykset. (Hyttinen 2003, 9.)	16
Kuvio 2. Palojen luokitus. (Hyttinen 2003, 11.)	16
Kuvio 3. Ohjausyksikön asetuksien säätöohje.	25
Kuvio 4. Lämpötila-anturi ja ohjausyksikkö.	25
Kuvio 5. Sammutetku sekä liittimet.	26
Kuvio 6. AFFF-sammutin.	27
Kuvio 7. Solenoidin testaamiseen käytetty ratkaisu.	28
Kuvio 8. Solenoidin kiinnitys telineeseen ja sammuttimen kahvaan.....	30
Kuvio 9. Sammutinpullo kiinnitettynä telineeseen.	30
Kuvio 10. sammutelinjat asennettuina kilpa-autoon.	31
Kuvio 11. Suutin asennettuna tulipeltiin.	32
Kuvio 12. Suuttimen paikan määrittämiseen käytetty kuva. (Locost- projekti, 2014.)	32
Kuvio 13. Sähköjärjestelmän piirikaavio.....	33
Kuvio 14. Lämpötila-anturi asennettuna tulipeltiin.....	34
Kuvio 15. Ohjausyksikön kotelo asennettuna keskikonsoliin.	34
Kuvio 16. Sammutusjärjestelmän merkkivalo asennettuna kojetauluun.....	35
Kuvio 17. Äänimerkki. (Biltema 2015).....	35
Kuvio 18. Sammutusjärjestelmän aktivointinappi.....	36

Kuvio 19. Anturin lämmitys kuumailmapuhaltimella. 38

Kuvio 20. Ohjauspiirin testaus..... 38

Käytetyt termit ja lyhenteet

AFFF- vahto	Vahto muodostaa palavan nesteen pinnalle ohuen vesikalvon. AFFF on lyhenne sanoista aqueous film forming foam.
Inertointi	Inertointi on happipitoisuuden alentamista kemiallisesti reagoimattomalla aineella.
Inertti	Aine, joka ei reagoi muiden aineiden kanssa kemiallisesti.

1 JOHDANTO

Autourheilussa on vuosikymmenien ajan panostettu autojen ominaisuuksiin, jolloin ajoneuvojen turvallisuus on jäänyt taka-alalle ja tärkeimpinä ominaisuuksina on ollut poikkeuksetta teho, ajo-ominaisuudet ja keveys. Etenkin keventämisen äärimmilleen viemisessä turvallisuus on joissakin tapauksissa jopa kärsinyt.

Vasta viimeisen 30 vuoden aikana on tehty maailmanlaajuisia sääntöjä ja vaatimuksia, joilla pyritään nimenomaan parantamaan kuljettajan ja mahdollisen apukuljettajan mahdollisuuksia selviytyä onnettomuudesta.

Tässäkin opinnäytetyössä käsiteltävää Onboard-tyyppistä sammutinlaitteistoa alettiin käyttää laajalti vasta 1970-luvulta lähtien.

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Työn lähtökohtana oli tilanne, jossa Seinäjoen ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön opiskelijaprojektina toimiva Locost-kilpa-auto oli valmistumassa, mutta siihen ei vielä oltu suunniteltu minkäänlaista sammutuslaitteistoa säännöissä vähimmäisvaatimuksena olevan 2 kg:n jauhesammuttimen lisäksi.

Työn tavoitteena oli suunnitella ja kehittää sammutuslaitteisto, joka olisi kustannustehokas ja joka parantaisi ajoneuvon turvallisuutta onnettomuustilanteissa merkittävästi. Sammutusjärjestelmän suunnittelun toteutti opiskelija, mutta laitteiston suunnitteluun osallistuivat myös projektin johtoryhmä ja autolaboratorion henkilökunta.

SeAMK:n tekniikan yksiköllä on lisäksi ollut tarkoituksena kyetä tarjoamaan opinnäytetyöaiheita yksikön sisäisistä hankkeista ja projekteista, näin ollen kyseessä oleva opinnäytetyö tuki myös näitä pyrkimyksiä.

1.2 Locost-projektin esittely

Locost-projektipajojen tarkoituksena on tuottaa sääntöjen mukainen ja kilpailukykyinen Locost-luokan kilpa-auto. Projekti etenee auto- ja työkone insinööriopiskelijoiden projektipajoissa, joissa tutkitaan, suunnitellaan ja toteutetaan projektin osa-alueita. (Seinäjoen Ammattikorkeakoulu Locost-projekti, 2014).

Locost on luokka Lotus Seven -tyyppisille putkirunkoisille urheiluautoille. Historic Race Finland tarjoaa näille autoille mahdollisuuden kilpailla omana luokkanaan samoissa lähdöissä van Diemen SR Sportien ja SS1300-autojen kanssa. Kilpailuihin hyväksytään autot, jotka ovat kaikilta osin Locost Finlandin sääntöjen mukaisia ja kyseisten sääntöjen mukaan katsastettuja. Locost kilpa-autot ovat yksi AKK-Motorsport ry:n, joka on suomalaisen autourheilun kattojärjestö, alaisuudessa toimiva ryhmä, jossa Historic Race Finland toimii ja järjestää kilpailuja Suomessa. Suomessa ajetaan neljä kaksipäiväistä kilpailua, joten yhden kauden aikana tulee ainakin kahdeksan kilpailua tai harjoittelulähtöjä. Kilpailut toteutetaan moottoriradoilla, joita ovat Kurikassa sijaitseva Botniaring, Vetelissä oleva Kemoran moottorirata, Hämeenlinnassa oleva Ahveniston moottorirata sekä Alastaron moottorirata. (Seinäjoen Ammattikorkeakoulu Locost-projekti, 2014).

Locost-projektipajat on jaettu useaan eri osa-alueeseen, jotka toimivat itsenäisinä projektipajoina, tehden yhteistyötä keskenään ja vastaten tuloksista johtoryhmälle. Johtoryhmä raportoi ohjausryhmälle, joka koostuu Seinäjoen ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön henkilökunnasta (Seinäjoen Ammattikorkeakoulu Locost – projekti, 2014).

2 SAMMUTTEIDEN JA PALAMISEN TEORIA

Sammutteita käytetään palojen sammutukseen, mutta myös palojen syttymisen estämiseen esimerkiksi **inertoinnin** avulla sekä sammuttajan suojaamiseen lämpösäteilyltä suojasumun avulla (Hyttinen 2003, 83).

Sammutusvaikutuksen perusteella sammutteet voidaan jaotella seuraavasti:

- ensisijaisesti jäähdyttävät sammutteet, kuten vesi ja märkä vesi
- ensisijaisesti tukahduttavat sammutteet, kuten argon, hiilidioksidi, typpi, Inergen, vesihöyry ja kuumuudessa muuttumattomat jauheet, esimerkiksi hiekka, sementti ja sepeli
- jäähdyttävät ja tukahduttavat sammutteet kuten vaahdot,
- inhibiitit, jotka katkaisevat palamisen ketjureaktion, esimerkiksi ABC- ja BC-jauheet ja halonit. (Hyttinen 2003, 83.)

2.1 Erilaisien sammutteiden ominaisuuksia

2.1.1 Vesi

Veden pääasiallinen sammutusvaikutus on jäähdytys. Vesihöyryn tukahdutusvaikutus lisää sammutustehoa esimerkiksi huonepalojen sammutuksessa. (Hyttinen 2003, 84–85.)

Vesi reagoi sekä kemiallisesti että fysikaalisesti tiettyjen aineiden kanssa aiheuttaen haittavaikutuksia, jotka on otettava huomioon polttoainepaloja sammutettaessa: (Hyttinen 2003, 84–85.)

- Öljypaloissa palavan nesteen pinnan lämpötila on yli 100°C. Nesteen pinnalle suihkutettu vesi kuumenee nopeasti ja lyhyen ajan kuluessa tapahtuu

räjähdysmäinen veden höyrystyminen. Palava aine räiskyy ympäristöön le-
vittäen paloa ja aiheuttaen palovammoja sammuttajalle. Suorasuihku ei sovi
ollenkaan näiden palojen sammutukseen. (Hyttinen 2003, 86.)

2.1.2 Hiilidioksidi

Hiilidioksidin kemiallinen kaava on CO_2 , moolimassa 44 g/mol, kaasun tiheys 1,98
kg/m³. Tiheys on 1,5-kertainen ilman tiheyteen verrattuna. Hiilidioksidi on väritön,
hajuton ja mauton **inertti**kaasu. Se on kaasu, joka ei reagoi palavien aineiden
kanssa. (Hyttinen 2003, 91.)

Hiilidioksidin sammutusvaikutus perustuu pääosin tukahdutukseen. Hiilidioksidi-
kaasun avulla alennetaan ilman happipitoisuus, joka on noin 21 %, rajahappipitoi-
suuden alapuolelle. Useimpien aineiden liekkipalo sammuu 12–15 %:n happipitoi-
suudessa. Palavia nesteitä sammutettaessa on palavan nesteen pinnalle suihkutet-
tava sammutetta 12 kg/m². (Hyttinen 2003, 93).

2.1.3 Halonit

Halonit ovat kemiallisia yhdisteitä, joissa hiilivedyn, tavallisesti metaanin (CH_4) ve-
tyatomit on korvattu halogeeneilla: fluorilla, kloorilla ja bromilla. (Hyttinen 2003, 95.)

Halonien käyttö kiellettiin vuonna 1997 johtuen niiden otsonikerrosta ohentavista
ainesosista (Hyttinen 2003, 97).

2.1.4 Typpi

Typpi (N) on palamaton ja useimmissa paikoissa **inertti** kaasu. Kaasun tiheys on
normaalitilassa 1,25 kg/m³. Typpikaasu varastoidaan puristettuna painesäiliössä.
(Hyttinen 2003, 97.)

Suurin haitta typen käytössä sammutteena on, että sitä ei voida varastoida tavallisissa tavallisissa lämpötiloissa nesteytettynä. Tämän vuoksi typpisäiliön koko on vastaavaan hiilidioksidisäiliöön verrattuna suurempi. (Hyttinen 2003, 97.)

2.1.5 Sammutusjauhe ABC

Monoammoniumfosfaattipohjaisessa ABC-jauheessa on sammuttavana aineena monoammoniumfosfaatti ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) joko yksinään tai yhdessä ammoniumsulfaatin kanssa. (Hyttinen 2003, 101).

ABC-jauhe kestää varastointia laajalla lämpötila-alueella, jonka alaraja on -50 °C ja yläraja $+50\text{ °C}$. Lisäaineiden sulamisen vuoksi varastointilämpötila ei voi olla kovin korkea. Tulipalon kuumuudessa jauheen aktiiviset aineet hajoavat. Sammutustehon edellytys onkin juuri niiden hajoaminen kuumuudessa. (Hyttinen 2003, 101.)

Polttoainepalojen sammuttaminen ABC-jauheella:

- Jauhe sammuttaa nopeasti liekit. Se ei kuitenkaan muodosta kestävää inerttiä kaasukehää tai kalvoa nesteen pinnalle. Niin ollen polttonesteen uudelleensyttymisvaara on olemassa kuumien pintojen tai lähellä olevien kipinöivien laitteiden vuoksi. (Hyttinen 2003, 103.)

ABC-jauheella ei pidä sammuttaa sellaisten laitteiden paloa, joissa releitä ja muita herkkiä sähkölaitteita on alltiina jauheelle. Jauheen sähköneristys voivat nimittäin tehdä nämä laitteet toimintakyvyttömiksi. Metallipinnoilta jauhe tulee poistaa pian sammutuksen jälkeen, koska se aiheuttaa korroosiota. (Hyttinen 2003, 103.)

2.1.6 Vaahdot

Sammutusvahto muodostuu kaasutäytteisistä kuplista, joiden seinämä toimii vaahdoliuksen muodostama nestekalvo. Tavanomaisilla vaahdonkehittimillä tuotetun vaahdon kuplien läpimitta on $0,1 \dots 15\text{ mm}$. Vaahdokuplien kaasu on tavallisesti ilmaa, minkä vuoksi puhutaan ilmavaahdosta. Ilmavaahto eli mekaaninen vaahto tehdään

vedestä, vaahdotteesta ja ilmasta erityisellä vaahtolaitteistolla. Vaahdot ovat osoittautuneet tehokkaimmiksi sammutteiksi polttonestepalojen sammutuksessa ja valuneen nesteen syttymisen estämisessä. (Hyttinen 2003, 106.)

Erilaisia vaahdotteita ovat muun muassa.

- proteiinivaahdotteet
- fluoriproteiinivaahdotteet
- kalvovaahdotteet
- AR-vaahdotteet
- synteettiset vaahdotteet
- kemiallisen vaahdon aineet
- harjoitusvaahdotteet. (Hyttinen 2003, 109.)

Vaahdon sammutusominaisuudet perustuvat moniin tärkeinä pidettyihin ominaisuuksiin, mutta palvien nesteiden sammutuksessa seuraavat kolme vaahdon sammutuskykyyn vaikuttavaa ominaisuutta ovat ylitse muiden: (Hyttinen 2003, 116.)

- vaahdon leviämisenopeus palavan nesteen pinnalla. Kun vaahto leviää nopeasti, palo saadaan nopeasti hallintaan.
- palon uudelleen syttymisen estokyky. Suurten polttonestepalojen sammutus onnistuu vain vaahdoilla, joilla tämä ominaisuus on hyvä tai erinomainen.
- vaahdon polttonesteen kestävyys. Kun tämä ominaisuus on hyvä tai erinomainen, vaahto voidaan levittää polttonestepinnalle voimakkaalla syötöllä. (Hyttinen 2003, 116.)

2.2 Sammutuksen fysikaaliset perusteet

2.2.1 Palamistavat

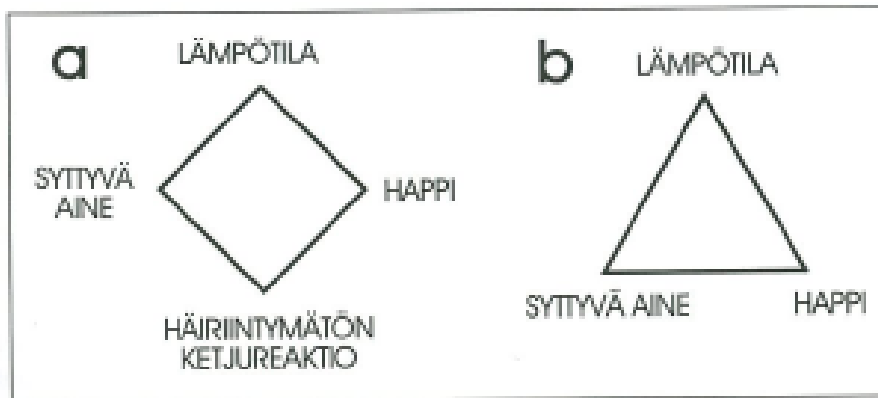
Palamisessa puhutaan syttyivistä aineista. Ne ovat aineita, jotka voivat syttyä ja palaa. Aineet esiintyvät yleensä kolmessa olomuodossa: jähmeänä, nesteinä tai kaasuina. Syttyivistä aineista puhuttaessa on näihin lisättävä vielä sula aine. Se on normaalisti jähmeää, mutta kuumetessaan se sulaa nesteeksi ja käyttäytyy palossa kuten syttyvä neste. Jähmeitä syttyviä aineita ovat esimerkiksi puu, paperi kangas, jotkin pölyt ja metallit. Nesteitä ovat esimerkiksi bensiini ja petroli. Sulavia aineita ovat esimerkiksi piki, steariini, parafiini, vaha, kumi ja uretaani- ja styreenimuovi. Kaasuja ovat esimerkiksi asetyleeni, nestekaasu ja ammoniakki. (Hyttinen 2003, 8.)

Aineet palavat periaatteessa kahdella erilaisella tavalla:

- liekehtien, esimerkiksi kaasut ja höyryt
- hehkuen, esimerkiksi puhdas hiili takassa tai grillissä. Metallipalo on tyypillinen hehkupalo. (Hyttinen 2003, 9.)

2.2.2 Palamisen edellytykset

Jotta palamisilmiö tapahtuisi, kaikkien palamisen perusedellytysten tulee olla samanaikaisesti voimassa. Kun jokin perusedellytys puuttuu, palaminen estyy kokonaan. Oheinen kuva (kuvio 1) esittää liekehtivän palon perusedellytyksiä, jotka ovat: syttyvä aine, happi (ilma), riittävä lämpötila ja häiriintymätön ketjureaktio. Kuvan oikea osa esittää hehkupalon perusedellytyksiä, jotka ovat: syttyvä aine, happi (ilma) ja riittävä lämpötila. (Hyttinen 2003, 9.)



Kuvio 1. a = liekehtivän palon perusedellytykset ja b= hehkupalon perusedellytykset. (Hyttinen 2003, 9.)

2.2.3 Palojen luokitus

Meillä voimassa olevassa eurostandardissa SFS 3062 – EN2 palot luokitellaan A–D-luokkiin. Palojen luokitus sovellusesimerkkeineen ilmenee alla olevasta kuviosta 2. On huomattava, että sähkölaitepaloilla ei ole omaa paloluokkaa, vaan niiden palot luetaan B- tai C-luokkiin sen mukaan, onko niissä palavana neste vai kaasu. Paloluokkia esittäviä kirjaimia käytetään muun muassa käsisammuttimien merkinnöissä ja jauhetyyppien nimissä. (Hyttinen 2003, 11.)

PALOLUOKAT	PALAMISTAPA ESIMERKKEJÄ	
A JÄHMEIDEN, TAVALLISESTI ORGAANISTEN, HEHKUEN PALAVIEN AINEIDEN PALOT	HEHKUEN LIEKEHTIEN	PUU, PAPERI, HIILI
B NESTEIDEN TAI SULAVIEN AINEIDEN PALOT	LIEKEHTIEN	BENSIINI, PETROLI, STEARIINI
C KAASUJEN PALOT	LIEKEHTIEN	NESTEKAASU, ASETYLEENI
D METALLIEN PALOT	HEHKUEN	ALUMIINI, MAGNESIUM, ELEKTRON

Kuvio 2. Palojen luokitus. (Hyttinen 2003, 11.)

3 KILPA-AUTOJEN PALOTURVALLISUUS JA NYKYISET SOVELLUKSET

3.1 Sammutusjärjestelmien historia kilpa-autoilussa

Moottoriurheilussa käytettävien ajoneuvojen turvallisuus on parantunut viimeisten 30 vuoden aikana merkittävästi. Miljoonia euroja käytetään vuosittain kilpailijoiden ja katsojien turvallisuuden parantamiseen moottoriurheilun eri saroilla.

Kilpa-autoilun vaatimien kuolonuhrien johdosta kilpa-autoiluun on panostettu enenevässä määrin myös turvallisuuden saralla. Näistä yhtenä suurena osa-alueena paloturvallisuus ja kuljettajan selviytymismahdollisuuksien parantaminen mahdollisen tulipalon sattuessa.

Onboard-sammuttimien käyttö alkoi 1950-luvulla, jolloin amerikkalaisissa kilpa-autosarjoissa alkoi yleistyä matkustamossa mukana pidettävä käsisammutin. Pian tämän jälkeen kuitenkin huomattiin, ettei tällainen ratkaisu ole omiaan kilpa-autoilussa, sammuttimen paikannus ja irrottaminen onnettomuuden jälkeen oli usein hankalaa. Lisäksi kuljettajan tuli ennen sammuttamista saada sokka irrotettua sammuttimesta ja onnistua suuntamaan sammute kohteeseen. Lisäksi käytetty sammute (ABC-jauhe) aiheutti hengitys- ja silmäoireita. (Hammel 2008).

Ensimmäinen kiinteä onboard-sammutusjärjestelmä esiteltiin vuoden 1967 Indianapolis 500 -kilpailussa, A. J. Foytin joukkueessa. Sammutteena järjestelmässä toimi Halon 1301 ja se suihkutettiin konetilaan kiinteää järjestelmää käyttäen, kuski käynnisti sammutteen annostelun konetilaan käsiventtiilillä. Järjestelmä keräsi huiuman suosion ja pian tämän jälkeen kiinteät sammutusjärjestelmät tulivat pakollisiksi Nascar-kilpa-autoissa. Myöhemmin sammutteeksi vaihdettiin kuitenkin vaahtosammute johtuen sen paremmasta soveltuvuudesta polttoainepalojen hallintaan. (Hammel,2008).

3.2 Kilpa-autoilun asettamia vaatimuksia sammutteelle

Halon sammutteesta luopumisen jälkeen sammutteen soveltuvuuteen moottoriurheilussa yleisten polttoaine palojen hallintaan alettiin kiinnittää yhä enemmän huomiota. Erilaisia sammutteita testattiin ja lopulta päädyttiin kahteen sammutteeseen, hiilidioksidiin ja erilaisiin vaahdotteisiin. Perusvaatimuksia sammutteille ovat muun muassa:

- tehokas sammutuskyky
- vähäiset ärsytysoireet
- sammute ei saa vaikeuttaa pelastushenkilökunnan toimintaa
- kyky sammuttaa tulipalo ja estää uudelleen syttyminen
- helppokäyttöisyys
- vähäinen sähköjohtavuus
- järjestelmän hyvä teho/paino suhde.

3.3 Olemassa olevat järjestelmät ja niissä käytettävät sammutteet

Sammutusjärjestelmät voidaan jaotella kolmeen pääryhmään: mekaanisiin, automaattisiin ja puoli-automattisiin. Automaattisia sammutusjärjestelmiä käytetään pääasiassa vain raskaassa kalustossa käytettävissä sovellutuksissa.

Kaikissa järjestelmissä käytetään joko kaasu- tai vaahtosammutteita. Kilpa-autoissa käytetään yleensä vaahtosammutteita niiden alhaisen käyttöpaineen takia. Tämä ominaisuus asettaa ne esimerkiksi hiilidioksidin edelle johtuen varastosäiliön keveydestä (materiaalivahvuus) ja järjestelmän komponenteille altistuvasta paine-erosta vaahdon ja hiilidioksidin välillä.

3.3.1 Mekaaniset järjestelmät

Mekaanisella järjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jonka laukaisu perustuu vain ja ainoastaan kuljettajan tekemään havainnointiin ja päätökseen laukaista sammute tulipalon hallitsemiseksi.

Mekaaninen järjestelmä koostuu yleensä seuraavista komponenteista:

- säiliö sammutetta varten
- säiliön kiinnikkeet
- sammutelinjat
- suuttimet
- vaijeri, joka on yhdistetty venttiiliin (yleensä sijoitettu kojelautaan tai keskikonsoliin).

Järjestelmän käyttö tapahtuu siten, että kuljettaja laukaisee tarpeen tullen sammutteen konetilaan vetämällä helposti ulottuvissa olevaan paikkaan sijoitetusta kahvasta, jolloin sammutinta sisältävän säiliön yhteydessä oleva mekaaninen venttiili aukeaa ja sammute kulkeutuu linjoja pitkin esimerkiksi konetilaan. FIA:n hyväksynnän saaneita valmistajia ovat muun muassa Fireline ja Zero.

3.3.2 Puoliautomaattiset järjestelmät

Puoliautomaattisessa järjestelmässä moottoritilassa on erilliset anturit joiden tehtävänä on seurata joko moottoritilan lämpötilaa tai tulipalon aiheuttaman valonmäärän kasvun konetilassa. Kun anturi havaitsee tulipalon, se ilmoittaa siitä kuljettajalle merkkivalon ja/tai äänen avulla. Tämän jälkeen kuljettaja pystyy laukaisemaan sammutteen konetilaan nappia painamalla. Tämä järjestelmä on yleisin kilpa-autoilussa käytetty sammutusjärjestelmä johtuen siitä, että kuljettaja voi ajaa radan sivuun ja laukaista sammutteen aiheuttamatta näin vaaratilanteita muille kuljettajille. Silti tässäkin järjestelmässä pyritään järjestämään mekaaninen laukaisumahdollisuus mahdollisten sähköjärjestelmän häiriöiden varalle.

Puoliautomaattinen sammutusjärjestelmä koostuu yleensä seuraavista komponenteista:

- säiliö sammutetta varten
- säiliön kiinnikkeet
- sammutelinjat
- suuttimet
- solenoidi, joka on yhdistetty venttiiliin (yleensä magneettiventtiili tai vaijeri ohjattu käsiventtiili)
- ohjausyksikkö (laukaisimella)
- lämpö- tai valoanturi.

3.3.3 Automaattiset järjestelmät

Automaattiset järjestelmät eroavat edellä mainituista järjestelmistä siinä, että niissä ohjausyksikkö antaa suoraan sammutteen laukaisemiseen tarvittavan ohjausvirran solenoidille. Tällöin kuljettaja ei voi vaikuttaa millään tavalla sammutteen laukaisuun, vaan järjestelmä laukaisee sammutteen havaitessaan tulipalon.

Automaattisia järjestelmiä käytetään pääasiassa raskaassa kalustossa, ei niinkään moottoriurheilussa.

4 SAMMUTUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Tässä osiossa käsitellään sammutusjärjestelmän suunnitteluun liittyvää teoriaa ja varsinaisen idean kehittämistä.

4.1 Suunnittelemisen teoria

Suunnittelun vaiheet jaetaan yleensä neljään osaan. Nämä vaiheet ovat

- kehitettävän tuotteen määrittely ja tarpeen tunnistaminen
- tuotteen alustava kehittäminen ja vaihtoehtojen tulkitseminen
- suunnitteluvaihe
- tuotteen valmistus ja viimeistely.

Suunniteltaessa sammutusjärjestelmää tuli kaikki edellä mainitut asiat ottaa huomioon. Tuotekehitykseen vaikuttivat jo olemassa olevat järjestelmät, joissa käytettäviin järjestelmiin oli käytetty ajan saatossa jo huomattavia resursseja. Tästä johtuen varsinaisen suunnittelutyön osuus oli vähäinen verrattuna tilanteeseen, jossa tehdään täysin uniikista ideasta toteutuskelpoinen idea ja lopulta lopputuote.

Opintosuunnitelmaan kuuluva tuotekehityksen kurssi toimi työtä tehdessä hyvänä ohjenuorana, jolloin virheitä välttyttiin ja lopputuote saatiin kerralla halutunlaiseksi.

4.1.1 Tarpeen tunnistaminen ja tarpeen määrittely

Työn lähtökohdaksi oli tilanne, jossa opiskelija itse lähestyi Locost-projektin johtoryhmää sekä auto- ja työkonetekniikan opettajia, jotka toimivat tiiviisti mukana kyseisen projektin kehittämisessä ja valmiiksi saattamisessa. Sammutusjärjestelmän tekeminen oli tarpeellista, koska säännöt vaativat että, jokaisessa kilpa-autossa on mukana vähintään kahden kilon käsiammutin. Muut sammuttimille asetetut rajaukset käsitellään suunnitteluosiossa. Alusta alkaen sovittiin johtoryhmän kanssa, että ra-

kennettava järjestelmä toimii ensisijaisesti kilpa-auton testauksen yhteydessä käytettävänä turvajärjestelmänä. Mikäli järjestelmä pidetään tästä huolimatta kytkettynä virallisissa kilpailuissa, sen lisäksi mukana tulee olla pienempi kahden kilon jauhesammutin tai vähintään 2,4 litran vaahtosammutin. Järjestelmän iso säiliö koko kasvattaa auton massaa siinä määrin, että kilpailutilanteessa kyseisen säiliön pitäminen kytkettynä ei ole kilpailukyvyn kannalta viisasta, vaan sääntöjen edellyttämä vähintään 2 kg jauhesammutin riittää.

Sammutusjärjestelmän suunnitteluprojektiin oli poikkeuksellinen siinä mielessä, että yleensä sammutusjärjestelmien korkeat hankintakustannukset estävät niiden käytön niin sanottujen halpojen kilpa-autoluokkien parissa. Vaikka järjestelmien hinnat ovat viime vuosina laskeneet, ne ovat silti lähemmäs tuhannen euron hankintoja ja koska säännöt eivät edellytä järjestelmän hankkimista, kyseinen investointi jääkin usein tekemättä ja sammutuskalustoa koskevissa hankinnoissa tyydytään käsiammuttimeen.

Tavoitteeksi asetettiin toimivan sammutusjärjestelmän kehittäminen, joka on huomattavasti edullisempi kuin markkinoilla olevat 600 - 900 € maksavat järjestelmät.

4.1.2 Sammutusjärjestelmää koskeva alustava kehitystyö

Vaihtoehtoina järjestelmän tyyppiin oli alusta alkaen vain mekaaninen ja puoliautomaattinen järjestelmä. Automaattinen järjestelmä laukaisee sammutteen varoittamatta, jolloin sammutteesta voisi aiheutua haittaa kuljettajalle ja muille kilpailijoille johtuen sammutteen kulkeutumisesta ilmapirran mukana ajoradalle ja ohjaamoon. Jäljelle jäivät siis mekaaninen ja puoliautomaattinen järjestelmä, joista päädyttiin puoliautomaattiseen järjestelmään. Tähän oli kaksi syytä. Ensimmäinen syy oli se, että kilpailutilanteessa alkava tulipalo jää helposti havaitsematta. Tulipalon havaitsemista helpottamaan puoliautomaattiseen järjestelmään voidaan tehdä lämpötilan äkillisestä noususta varoittava merkkivalo, joka nopeuttaa kuskin reagointia alkaen tulipaloon. Toinen syy oli se, että puoliautomaattinen sammutusjärjestelmä tarjoaa hyvin toteutettuna saman mekaanisen laukaisumahdollisuuden ja lisäksi laukaisu voidaan toteuttaa sähköisesti nappia painamalla, jolloin kuskin on helpompi

laukaista vaahto konetilaan, nousematta itse autosta ulos ja näin ollen ostaa itselensä lisää aikaa ajoneuvosta ulos pääsemiseen. Tämä on tarpeen esimerkiksi tilanteessa jossa kuljettaja on loukkaantunut törmäyksessä.

4.1.3 Suunnitteluvaihe

Suunnittelun alussa tuli ottaa huomioon sääntöjen määrittelemät tavoitteet. Locost Finland Ry:n Internetsivuilta löytyvissä säännöissä kausille 2009–2015 määritellään sammutuslaitteistoa koskevat vaatimukset seuraavasti: kaikki autot on varustettava yhdellä tai kahdella tulen sammuttimella. Sammutinaineen vähimmäismäärä: Jauhe 2.0 kg tai vastaava (Ks. liite J 253.7). Sammutinpullot on kiinnitettävä vähintään kahdella metallipannalla. Käsiammuttimen tarkastusväli on yksi vuosi. (Locost Finland Ry, 2012).

Liite 253.7 asettaa seuraavat vaatimukset sammutteelle: Sallitut sammutinaineet ovat AFFF, FX G-TEC, Viro3, jauhe tai mikä tahansa FIA -luokiteltu sammute (AKK-Motorsport ry[verkkójulkaisu], 2015).

Locosteille ei siis ole määritelty tarkempaa ohjeistusta koskien sammutinjärjestelmiä. Näin ollen päädyttiin rakentamaan turvallinen järjestelmä, jonka lisäksi autoon asennetaan yksi käsikäyttöinen ABC-jauhesammutin. Tällöin järjestelmän sääntöjenmukaisuus voidaan taata.

4.2 Tarvittavien komponenttien määrittely ja hankkiminen

Tarvittavien komponenttien kartoittaminen tehtiin tutkimalla markkinoilla olevia järjestelmiä ja tunnistamalla niiden toiminnan kannalta tärkeät komponentit. Tämän jälkeen paikallistettiin toimittajat, jotka kykenivät toimittamaan vastaavat komponentit opinnäytetyön onnistumisen kannalta vaadittavassa aikataulussa.

Lisäksi joitakin peruskomponentteja, kuten sähköjohtoja ja letkukiristimiä löytyi koulun varastosta.

4.2.1 Lämpötila-anturi ja ohjausyksikkö

Järjestelmältä vaadittavia ominaisuuksia olivat lämpötilan säätö, pieni koko, edullisuus sekä oikealla jännitteellä toimiminen. Käytettävä jännite oli henkilöauton akuisakin käytettävä 12 voltia. Internetistä löytyi laite, jonka ominaisuudet vastasivat vaatimuksia. Toimittaja oli ulkomainen, mutta tilaaminen sujui Internetin avulla vauhtia ja lähetys saapui Suomeen noin viikon kuluessa tilauksen tekemisestä.

Tilattu yksikkö on tarkoitettu lämpötilan reaaliaikaiseen seuraamiseen laitteissa, jotka vaurioituvat herkästi lämpötilan noustessa. Yksikköön kytketään 12 voltin jännite ja anturi seuraa lämpötilan kehitystä. Kun anturi havaitsee lämpötilan nousseen ennalta asetetun rajan yli, se kytkee virran lähtöpuolelle, jolloin mahdollistetaan ohjausvirran antaminen esimerkiksi tuulettimelle tai venttiilille. Sammutusjärjestelmäkäytössä tämä yksikkö ohjaa varoituslaitteita, jolloin kuljettaja tietää laukaista sammutteen konetilaan. Tällöin ajoneuvon kuljettaja ohjaa nappia painamalla ohjausvirran releelle, joka ohjaa toimintaa ohjaavan päävirran solenoidille.

Yksikön lämpötila-asetus on mahdollista asettaa viiden asteen tarkkuudella välille 20–90 °C Asetuksen muuttaminen tapahtuu kuuden liukukytkimen avulla. Yksikön mukana tuli ohjevihko, jossa neuvottiin lämpötila rajojen säätö. Lisäksi yksikön asetukset voidaan säätää 0–10 °C välille oheisen kuvion 3 mukaan.

	OFF		65°C
	20°C		70°C
	25°C		75°C
	30°C		80°C
	35°C		85°C
	40°C		90°C
	45°C		1°C
	50°C		2°C
	55°C		5°C
	60°C		10°C

Kuvio 3. Ohjausyksikön asetuksien säätöohje.



Kuvio 4. Lämpötila-anturi ja ohjausyksikkö.

4.2.2 Sammutelinjat

Sammutelinjojen toteutus on markkinoilla olevissa järjestelmissä toteutettu joko muovi/kumiletkuilla tai helposti taivutettavilla metalliputkilla. Sammutusjärjestelmässä käytetyn sammutussäiliön paine on 12 baria, näin ollen järjestelmässä päädyttiin käyttämään paineilmajärjestelmiin tarkoitettua letkua, joka kestää 20 barin paineen. Lisäksi letku on helpommin muokattavissa kuin metalliputki. Letkun väri on lisäksi sellainen, että siihen tulevat vauriot näkyvät helposti.

Letku ostettiin paikallisesta autotavaraliikkeestä. Järjestelmän kytkemiseen tarvittavat liittimet ostettiin samasta liikkeestä. Liittimiä tarvitaan kaksi erilaista, 1/4” kierteelle oleva 9 mm letkusupisteella varustettu liitin sekä 3/8” kierteellä oleva 9 mm letkusupisteella varustettu liitin.

Suuttimien määrään ja sijoitteluun haettiin mielipidettä Fennia vakuutuspalvelun asiakaspalvelusta sekä Gloria-käsisammuttimien maahantuojalta Mercantile Oy:ltä. Molempien yhtiöiden mielestä kyseessä olevan kilpa-auton moottoritilaan riittää yksi suutin, joka on suunnattuna auton moottoritilan todennäköisimpään tulipalon aiheuttajaan, polttoainelinjoihin ja imu/pakosarjaan. Näin ollen moottoritilaan suunniteltiin yksi suuttimen sijoituspaikka tulipeltiin. Tulipeltiin suutin saatiin sijoitettua siten, että tulipalossa syntyvä lämpösäteily ei pääse vaikuttamaan tulipellin takana oleviin sammutelinjoihin ja suutin saatiin tukevasti asennettua ja suunnattua oikein moottorin yläosaa kohti.



Kuvio 5. Sammuteletku sekä liittimet.

4.2.3 Sammuttimen valinta

Sammutteeksi oli jo aiemmin valittu AFFF- vaahto. Muita vaatimuksia sammuttimelle olivat edullisuus ja maksimissaan kuuden litran tilavuus. Tätä isommat sammuttimet vaikuttavat auton suorituskykyyn testitilanteissakin massansa kautta siinä määrin, että niiden käytön perusteltavuus voitaisiin kyseenalaistaa.

Sammutin löytyi niin ikään paikallisesta autotavaraliikkeestä ja ketjun tekninen asiakaspalvelu vahvisti vaahdon tyyppiä AFFF.

Sammuttimen letku oli irrottavissa ja liittämällä edellisessä osiossa mainitun ¼” sovitteen liittämään saatiin sammutelinja kytkettyä järjestelmään. Suutin irrotettiin niin ikään ja kytkettiin sammutelinjan toiseen päähän käyttäen 3/8” kierteellä varustettua liittintä.

Asiantuntijälähteiden näkemys oli se, että yksi sammutin riittää sammuttamaan Lo-cost-kilpa-auton moottoritilassa olevan tulipalon, kunhan sammutus aloitetaan ajoissa ja suutin sammutteelle on suunnattu hyvin.



Kuvio 6. AFFF-sammutin.

4.2.4 Vetosolenoidin valinta

Sammutinpullon venttiilin avaamiseen soveltuvan vetosolenoidin löytäminen tuotti vaadittujen ominaisuuksien takia haasteita. Avautumiseen tarvittavan puristusvoiman määrittämiseksi tehtiin testi sammutinhuoltoyhtiöltä saadulla vaahtosammuttimen kahvalla. Testaus tehtiin siten, että määritettiin kohta kahvasta, jossa tapahtuva puolentoista sentin liikematka riittää avaamaan sammuttimen. Tämän jälkeen kohtaa kuormitettiin narun ja punnuksien avulla kunnes venttiili aukesi. Vaadittava kuormitus oli 2,3 kg. Tämä testi määritteli vetosolenoidilta vaaditun tehon. Lisäksi liikematkan tuli olla vähintään 1,5 senttimetriä.

Sopiva solenoidi löytyi Rime Oy:ltä Joensuusta. Kyseessä oli takakontin avaamiseen tarkoitettu solenoidi jonka maksimi liikematka on 1,5 cm. Lisäksi vetoteho on 4,5–5 kg, joten teho on riittävä lähes kahden varmuuskertoimella.

Solenoidi tilattiin ja sen toimivuus sammuttimen kahvan aukaisemisessa testattiin irtokahvaa apuna käyttäen (kuvio 7). Solenoidille annettiin virta irtonaisesta akusta ja venttiilin aukeaminen todettiin.



Kuvio 7. Solenoidin testaamiseen käytetty ratkaisu.

5 SAMMUTUSJÄRJESTELMÄN KOKOONPANO

Tässä luvussa käsitellään sammutusjärjestelmän kokoonpanoa ja valmiiksi käyttökuntoon saattamista. Luvussa käsitellään erikseen pääkomponenttien sijoitus ja ohjausjärjestelmän sijoitus. Järjestelmä asennettiin suoraan rakennusvaiheessa olevaan Locost- projektin kilpa-autoon.

5.1 Pääkomponenttien sijoitus ja kokoonpano

Pääkomponenttien sijoittaminen suunniteltiin yhdessä laboratorioinsinöörin sekä Locost-projektin johtoryhmän kanssa.

5.1.1 Sammutinpullon sijoitus ja asennus

Sammutinpullo sijoitettiin siten, että mahdollisessa sähköjärjestelmän häiriössä kuljettajan on mahdollisuus vaivatta laukaista sammutusjärjestelmä painamalla sammuttimen kahvaa. Sammutinpullo sijoitettiin kuljettajan oikealle puolelle.

Sammuttimelle tehtiin teline haponkestävästä teräksestä. Kiinnitystelineseeseen käytetyn putken vahvuus on 3 mm ja sen taakse oli hitsattu kiinni neliöprofiiliputkea, jolla teline kiinnitettiin ajoneuvon runkoon. Kiinnitys runkoon tapahtui pulttiliitoksella (3 x 40 mm/M6), lisäksi sammuttimen telineessä on kiinnityspaikka solenoidille.

Solenoidin vetovaijeri kiinnitettiin kahvaan poraamalla kahvaan kaksi halkaisijaltaan 4 mm:n reikää. Vaijeri pujotettiin läpi näistä rei'istä ja kiinnitettiin vaijerilukolla paikalleen. Näin vaijeri vetää aktivoituessaan kahvan alas avaten sammuttimen venttiilin.

Solenoidin mukana tullut pidike kiinnitettiin sammuttimen telineseeseen kahdella M6-pultilla, joissa oli uppokanta.



Kuvio 8. Solenoidin kiinnitys telineeseen ja sammuttimen kahvaan.



Kuvio 9. Sammutinpullo kiinnitettynä telineeseen.

Telineen keventämiseksi putkea oli leikattu siten, että siitä muodostui kaksi pantaa joihin laitettiin pikalukot sammuttimen kiinnittämisen ja irrottamisen helpottamiseksi.

5.1.2 Sammutelinjojen ja suuttimen asennus

Sammutelinjat asennettiin paikoilleen metallisilla putkikiinnikkeillä. Sammutelinjat pyrittiin asentamaan mahdollisimman lähelle runkoputkia jolloin kolaritilanteessa runkoputket suojaisivat letkuja ja takaisivat niiden toiminnan. Letkun päät kiinnitettiin sammuttimeen ja suuttimeen messinkisillä sovitepaloilla.



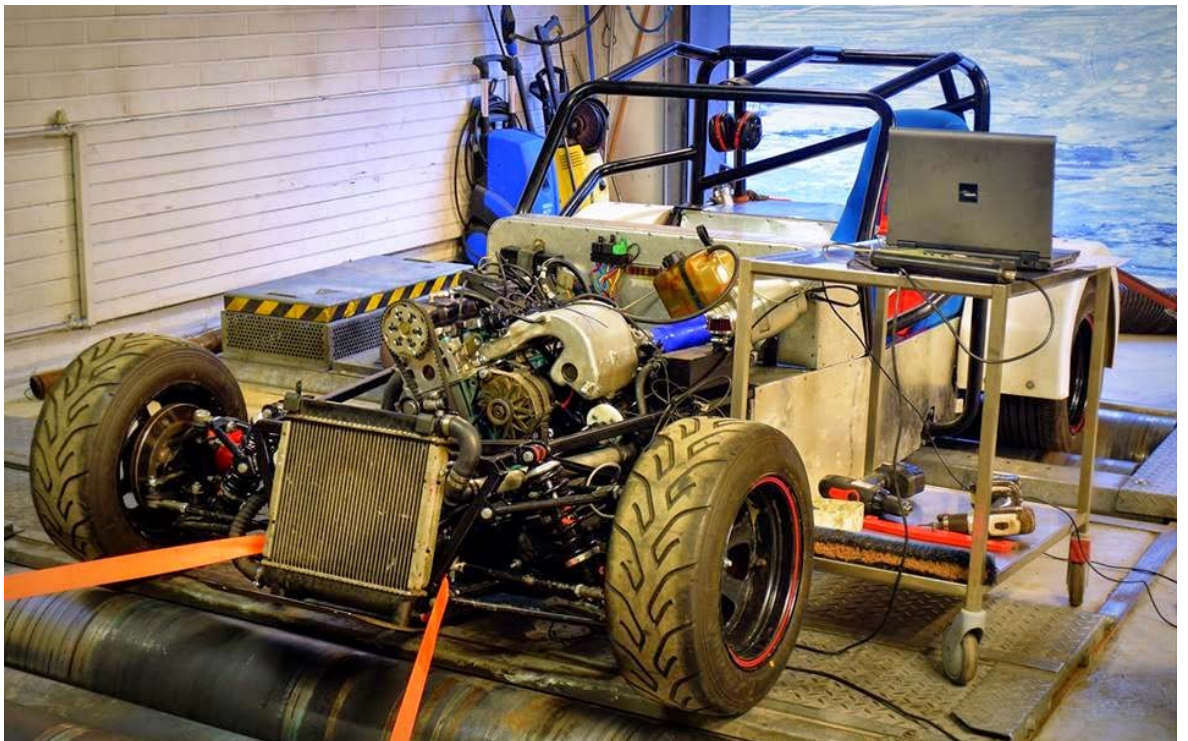
Kuvio 10. sammutelinjat asennettuina kilpa-autoon.

Suutin asennettiin kuljettajan puolelle tulipeltiin. Paikka jouduttiin määrittämään valokuvien perusteella johtuen siitä, että moottori oli asennushetkellä irrotettuna ajoneuvosta. Suutin asennettiin palopeltiin ja suunnattiin tulipalon alkamista ajatellen todennäköisiin kohtiin, kuten pako- ja imusarjaan ja polttoainelinjoihin. Mercantile Oy:n (2015) mukaan vaahtosuuttimen levityssaste on niin laaja, että yksi hyvin sijoitettu suutin riittää kattamaan koko konetilan sammutteen levityksen. Johtoryhmän

kanssa sovittiin, että projekti hoitaa suuttimen siirron, mikäli kokoonpanovaiheessa todetaan suuttimen nykyisen sijoituspaikan olevan huono.



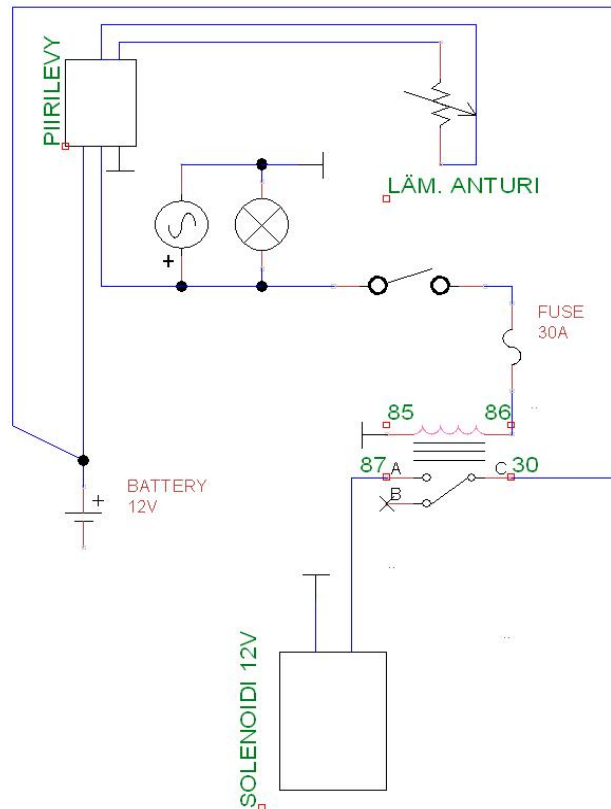
Kuvio 11. Suutin asennettuna tulipeltiin.



Kuvio 12. Suuttimen paikan määrittämiseen käytetty kuva. (Locost- projekti, 2014.)

5.2 Ohjausyksikön ja sähköjärjestelmän asennus

Sähköjärjestelmän asennus aloitettiin laatimalla sähkökaavio järjestelmästä, tämän kaavion pohjalta järjestelmän asentaminen oli nopeaa. Järjestelmä on rakennettu siten, että mikäli lämpötila tulipellin yläreunassa ei saavuta 90 °C:n rajaa, sammutetta ei voi laukaista sähköisesti konetilaan.



Kuvio 13. Sähköjärjestelmän piirikaavio.

Asennus aloitettiin poraamalla tarvittavat reiät läpivienneille ja konetilan lämpötila-anturoinnille. Lisäksi tehtiin asennusreiät varoitusvalolle kojetauluun.

Ohjausyksikkö asetettiin 90°C lämpötilaan ja yksikölle rakennettiin vesitiivis kotelo suojaamaan piirilevyä. Kotelo kiinnitettiin tämän jälkeen tarvittavien johdotusten kanssa kojetaulun alle oikealle puolelle keskikonsoliin. Tämän jälkeen anturi asennettiin tulipeltiin läpivientikummin kanssa.



Kuvio 14. Lämpötila-anturi asennettuna tulipeltiin.



Kuvio 15. Ohjausyksikön kotelo asennettuna keskikonsoliin.

Myös varoituslaitteet kytkettiin ja asennettiin kojetauluun. Merkkivalona toimii halkaisijaltaan 13,5 mm punainen LED, varoitusaänen tuottaa 12 V varoitussummeri, joka on tarkoitettu alun perin muistuttamaan henkilöauton kuljettajaa sähkölaitteiden päälle jäämisestä.



Kuvio 16. Sammutusjärjestelmän merkkivalo asennettuna kojetauluun.



Kuvio 17. Äänimerkki. (Biltema 2015)

Painonappi sijoitettiin kojetauluun sellaiselle paikalle, että kuljettajan on tarvittaessa helppo laukaista sammute, vaikka vielä vöihin kytkettynäkin.



Kuvio 18. Sammutusjärjestelmän aktivointinappi.

Loput sähköjärjestelmän komponentit kytkettiin piirikaavion mukaan. Johdot sijoitettiin pyrkimyksenä hankaloittaa mahdollisimman vähän tulevia asennuksia ja uudistuksia ajoneuvon sähköjärjestelmään.

6 LAITTEISTON TESTAUS JA LUOVUTUS PROJEKTILLE

Luku käsittelee asennuksen jälkeistä testiä, joka sammutuslaitteistolle suoritettiin. Koska sammutusjärjestelmän laatimiseen varattu budjetti oli rajattu 200 euroon, sammutustapahtumaa ei voitu simuloida valvotuissa olosuhteissa. Testaus päädyttiin suorittamaan siten, että järjestelmä aktivoitiin, mutta sammutetta ei laukaistu konetilaan.

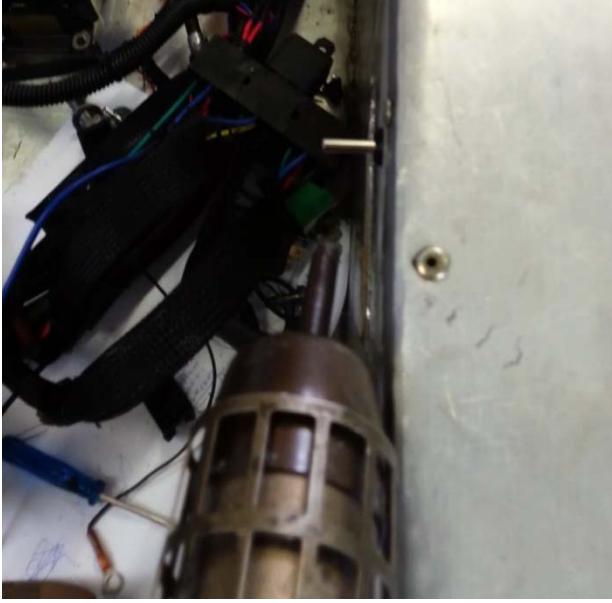
Testauksen jälkeen järjestelmä luovutettiin asianmukaisine asiakirjoinaan projektin käyttöön. Asiakirjat olivat

- järjestelmän käyttöohje
- komponenttien mukana tulleet ohjeet ja dokumentit.

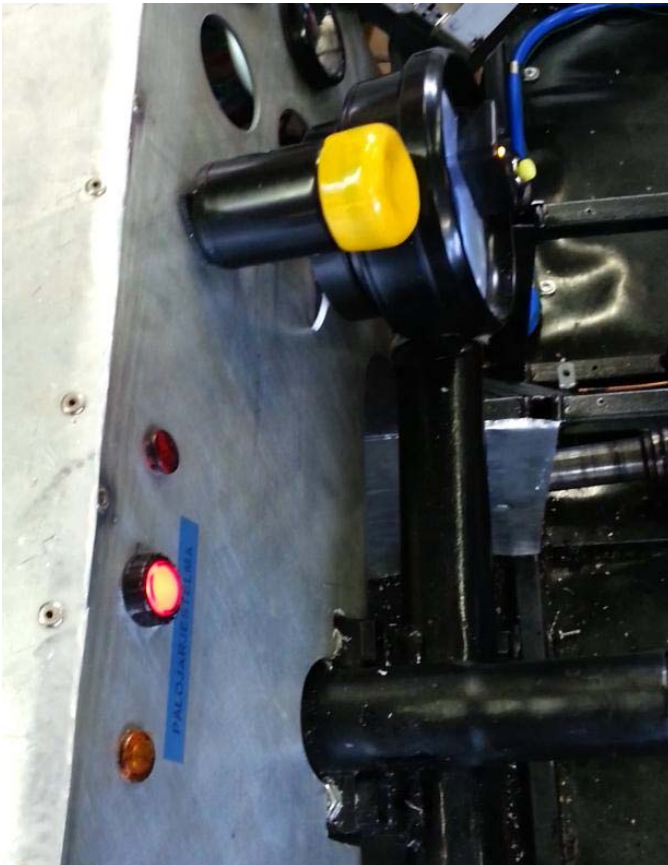
6.1 Testaus

Laitteiston testaus suoritettiin siten, että sammuttimen kahvaan kiinnitetty solenoidin vetovaijeri irrotettiin. Tämän jälkeen ajoneuvoon kytkettiin virta. Ensimmäinen vaihe oli mitata ohjausvirran kulkeutuminen ohjausyksikölle ja releen liittimeen nro 30.

Seuraavassa vaiheessa lämpötila-anturia lämmitettiin kuumailmapuhaltimella ja kun lämpötila nousi 90 °C:een, ohjausyksikkö päästi virran läpi, jolloin varoituslaitteet aktivoituivat. Tästä seurasi se, että sammutenappia painamalla ohjausvirta pääsi kulkeutumaan releelle, jolloin rele päästi päävirran läpi solenoidille ja solenoidi aktivoitui ja veti vaijeria 15 mm alas.



Kuvio 19. Anturin lämmitys kuumailmapuhaltimella.



Kuvio 20. Ohjauspiirin testaus.

Järjestelmän testaamista valvoivat Seinäjoen ammattikorkeakoulun autolaboratorio insinööri ja konelaboratorioinsinööri. Laitteisto todettiin toimivaksi ja sen luovuttamiselle Locost-projektin käyttöön ei nähty esteitä. Laitteiston toiminta esiteltiin lisäksi perehdytyksen ohessa Locost-johtoryhmälle.

6.2 Järjestelmän luovuttaminen

Järjestelmä luovutettiin projektin johtoryhmälle testauksen jälkeen. Samalla annettiin Locost-projektin kanssa työskentelevälle vuosikurssille perehdytys laitteiston toiminnan perusteisiin.

Laitteiston oikeaoppisen käytön varmistamiseksi ja lisäksi laitteiston toimintakunnossa pysymisen kannalta on tärkeää, että laitteiston kanssa toimivilla opiskelijoilla on käsitys laitteen peruskomponenteista. Tämä pyrittiin varmistamaan perehdytyksellä sekä käyttöohjeilla.

6.3 Käyttöohjeen laatiminen

Koska kyseessä on projekti, jossa on mukana suuri määrä opiskelijoita ajan saattossa, laitteiston kunnon ylläpitämiseksi ja huollon takaamiseksi tulee olla kunnan käyttöohjeet. Käyttöohjeet rakennettiin Internetistä löytyneen mallipohjan mukaan. Käyttöohjeessa käsiteltiin seuraavat aihealueet.

- käyttötarkoitus
- käyttäjät
- käyttöohjeen yleiskuvaus
- asennus
- määräaikaiset huoltotoimenpiteet
- järjestelmän aktivointi
- järjestelmän toiminta
- laukaisun jälkeen toimiminen
- käytön perusasiat
- ennen sammutteen laukaisua -osio
- sammutteen laukaisu
- vianetsintä, käsittäen erikseen mekaaniset ja sähköiset viat.

Käyttöohje löytyy kokonaisuudessaan tämän opinnäytetyön liitteestä 1.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena olleen sammutusjärjestelmän kehittäminen oli mielenkiintoista ja haastavaa. Työskentelyä motivoi se, että laitteiston merkitys hätätilanteessa on suuri ja se saattaa säästää kuljettajan vakavilta vammoilta. Lisäksi rahallinen säästö on suuri, jos alkava tulipalo saadaan sammumaan jo alkuvaiheessa.

Lisäksi laitteiston asennus osoitti sen, että järjestelmän kustannukset saadaan pidettyä alhaisina tarvittaessa. Kyseessä olleeseen laitteistoon kului rahaa 113 €. Säästöjä saatiin muun muassa tilaamalla komponentteja ulkomailta.

Sammutusjärjestelmiä on suunnitteilla myös siviililiikenteeseen ja laitteisto toimii yksinkertaistettuna mallina laitteistoista, joita voidaan tulevaisuudessa joutua huoltamaan ja asentamaan autokorjaamoissa.

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja toteutettiin sammutusjärjestelmä kilpa-autoon. Tutkimusongelman ratkaiseminen oli monivaiheinen prosessi, koska markkinoilla olevien laitteistojen ratkaisuja ei liikesalaisuuksien takia paljasteta sammutetta ja laukaisumetodia lukuun ottamatta. Tästä johtuen opiskelijan tuli itse selvittää kaikki mahdolliset ratkaisut, joiden perusteella Locost-johtoryhmälle tehtiin esitys käytettävistä laitteista ja komponenteista. Laitteistosta saatiin toimiva ja selkeä ja myös laitteiston toiminnasta ja huollosta laadittu käyttöohje takaa omalta osaltaan sen, että tilanteessa jossa laitteistoa tarvitaan, se on edelleen toimintakuntoinen.

Johtuen rajallisesta budjetista ja siitä seikasta ettei ajoneuvossa johon järjestelmä asennettiin, ole tällä hetkellä moottoria kiinni, jotta kone voitaisiin lämmittää normaaliin käyntilämpötilaan ja mitata oikea paikka lämpöanturille, jouduttiin toimimaan oletuksien ja arvioiden perusteella. Lopullinen lämpö-anturin sijoittaminen voidaan tehdä, kun autoon on valmistettu konepelti ja moottori voidaan käyttää normaaliin käyntilämpötilaan. Laitteiston toiminta ja sammutusteho olisi mielenkiintoista testata valvotuissa olosuhteissa. Käytettävissä olevan ajan ja budjetin rajoissa tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista.

Toivottavasti laitteistoa ei tulla koskaan tarvitsemaan oikeassa hätätilanteessa vaan se saa toimia varolaitteistona, jolla taataan opiskelijoiden turvallisuus vain sellaisessa tilanteessa, jossa sen käyttäminen on välttämätöntä.

LÄHTEET

AKK-Motorsport ry. 2009. Autojen tekniset määräykset ja kuljettajien ajovarusteet (Liite J). [verkkojulkaisu]. [Viitattu 17.2.2015]. Saatavana: <http://www.autourheilu.fi/attachements/2009-04-02T09-45-33175.pdf>

Hammel, H. 2008. DuPont FE-36 clean agent fire extinguishant. [verkkojulkaisu]. Wilmington: DuPont Corp. [viitattu: 15.1.2015]. Saatavana: http://www2.dupont.com/FE/en_US/assets/downloads/pdf/2008_SUPDET_HHammel.pdf

Hyttinen, V. 2003. Palofysiikka. Tampere: Tammer-paino Oy.

Lehtinen, M-P. 2015. Kysely sammuttimen soveltuvuudesta sammutusjärjestelmään. 5.2.2015. [Haastattelu]. Vakuutusasiantuntija. Vakuutusyhtiö Fennia.

Locost Finland. päivitetty 6.5.2012. Suomen Locost säännöt 2009–2015. [verkkojulkaisu]. [Viitattu: 17.2.2015]. Saatavana: <http://www.locostfinland.com/regler2009-2015/regler.html>

Mercantile oy, 2015 tekninen asiakaspalvelu. Kysely sammuttimen soveltuvuudesta sammutusjärjestelmään. 5.2.2015.[Haastattelu]. Asiakaspalvelu. Mercantile oy.

Seinäjoen Ammattikorkeakoulu, Locost-projekti 1.4.2014. Locost-projektin blogi. [Verkkojulkaisu]. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu. [Viitattu 26.2.2015]. Saatavana: <http://seamk-locost.blogspot.fi/2014/12/noniin-vuosi-alkaa-olla-lopuillaan-ja.html?sref=fb>

LIITTEET

Liite 1. Sammutusjärjestelmän käyttöohje

LIITE 1

Käyttöohje
Locost- sammutusjärjestelmä
versio 1.1 Rovio

Tekijä: Esko Heinonen / KCAUTO11	Tulostettu: 25.02.2015
Jakelu: Locost- projekti	
Dokumentin tila: lopullinen	Muokattu: 25.02.2015

KÄYTTÖOHJEEN KANSILEHTI

Tässä käyttöohjeessa käsitellään Locost- projektiin suunniteltua puoliautomaattista sammutusjärjestelmää. Käyttöohje toimii järjestelmän huollon ja turvallisen käytön tukena. Järjestelmä on toteutettu alkuvuodesta 2015 osana opinnäytetyötä jossa laadittiin puoliautomaattinen sammutusjärjestelmä Locost- kilpa-autoon.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	4
OHJEISTUS TOIMII TUKENA LAITTEISTON HUOLLOILLE JA KÄYTÖLLE	4
1.1 KÄYTTÖTARKOITUS	4
1.2 KÄYTTÄJÄT	4
1.3 KÄYTTÖOHJEEN YLEISKUVAUS	4
2. ASENNUS JA HUOLTO	5
2.1 ASENNUS	5
2.2 MÄÄRÄAIKAISET HUOLTOTOIMENPITEET	5
2.2.1 Sammutelinjojen tarkastukset	5
2.2.2 Toiminnan tarkistaminen	6
2.2.3 Sammutepullon vaihtaminen	6
3. JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖ	7
3.1 JÄRJESTELMÄN AKTIIVOINTI	7
3.2 JÄRJESTELMÄN TOIMINTA	7
3.3 LAUKAISUN JÄLKEEN TOIMIMINEN	8
3.4 KÄYTÖN PERUSASIAT	8
4. JÄRJESTELMÄN AKTIIVOINTI	9
4.1 ENNEN SAMMUTTEEN LAUKAISUA	9
4.2 SAMMUTTEEN LAUKAISU	9
5. VIANETSINTÄ	11
5.1 MEKAANISET VIAT	11
5.1.1 Sammuttimessa olevat viat	11
5.1.2 Sammutelinjoissa sekä suuttimessa olevia vikoja	11
5.2 SÄHKÖISET VIAT	12
5.2.1 Ohjausjärjestelmän viat	12
5.2.2 Releen ja solenoidin viat	14
6. LISÄTIETOJA	15

1. JOHDANTO

Ohjeistus toimii tukena laitteiston huolloille ja käytölle.

1.1 Käyttötarkoitus

Sammutuslaitteisto on luotu parantamaan kuljettajan reagointimahdollisuuksia moottoritilassa tapahtuviin lämpötilan muutoksiin, jotka saattavat johtua tulipalosta moottoritilassa. Laitteisto takaa niin ikään kuljettajalle enemmän aikaa poistua ajoneuvosta mahdollisen tulipalon sattuessa. Lisäksi auton kärsimät vahingot jäävät todennäköisesti vähäisemmiksi kuin tapauksissa joissa sammutus tapahtuu yhdellä käsiammuttimella.

1.2 Käyttäjät

Tämä käyttöohje on laadittu kaikkia Locost- projektin parissa työskenteleviä varten. Erityisesti kuljettajan ja huoltotiimin tulee tutustua huolellisesti laitteiston toimintaan ja komponentteihin.

1.3 Käyttöohjeen yleiskuvaus

Luvussa 2 käsitellään laitteiston ylläpitoa varten oleelliset huoltotoimenpiteet ja niiden suorittaminen turvallisesti.

Luvussa 3 käsitellään ennen haluttua käyttöönottoa tehtäviä valmisteluja, jotta laitteiston toiminta tarvittaessa voidaan varmistaa. Lisäksi käsitellään laitteiston käyttö ja siihen liittyvät toiminnot.

Luvussa 4 käsitellään laukaisu tapahtuma ja laukaisua ennen huomioitavat asiat.

Luvussa 5 käsitellään vianhakua ja tarjotaan neuvoja vikojen nopeaan paikannukseen.

2. ASENNUS JA HUOLTO

Tässä osiossa käsitellään huoltotöiden ohessa huomioon otettavat asiat, sekä tarvittavat määräaikaistarkastukset.

2.1 Asennus

Laitteisto asennettu valmiiksi kilpa-autoon.

2.2 Määräaikaiset huoltotoimenpiteet

2.2.1 Sammutelinjojen tarkastukset

Kuljetusten ja ajokertojen jälkeen tulee autossa sijaitsevat siniset sammutelektut tarkistaa silmämääräisesti mahdollisten kuljetuksessa aiheutuneiden vaurioiden varalta.



Kuva 1 Sammutusjärjestelmä

2.2.2 Toiminnan tarkistaminen

Toiminta tulee tarkastaa aina silloin kun epäillään laitteistossa olevan vikaa ja myös ennen laitteiston aktivoitua kilpailua jne. tilaisuutta varten, jolloin on mahdollista, että laitteistoa tullaan tarvitsemaan. Tämä tapahtuu siten, että ensiksi varmistetaan sammuttimen mekanismin sokaan olevan paikallaan. Tämän jälkeen löysätään vaijerin lukitseva nippa. Tämän jälkeen tulee laitteiston lämpötila-anturia (fixed 90°C) lämmittää kuumailmapuhaltimella. Noin minuutin kuluessa tulee varoitusvalon mittaristossa (merkitty), sekä äänimerkin aktivoitua. Tällöin voidaan painaa sammuttenapista ja tarkistaa aktivoituuko rele ja solenoidi. Mikäli laitteisto ei toimi tulee se tarkastaa komponentteittain, tähän ohjeistus vianetsintä osiossa.

2.2.3 Sammutepullon vaihtaminen

Kansalliset urheiluauto säännökset määräävät, että sammutepullo tulee vaihtaa vuosittain kilpailukäytössä. Harjoituskäytössä voidaan kuitenkin käyttää samaa pulloa sen tarkistuksen voimassaolon ajan (viisi vuotta, alkaen 06/2014)

HUOM! Sammutepullo on varustettu painemittarilla. Mikäli paine pullossa on laskenut alle vihreän alueen käytöstä johtuen tai muista syistä, tulee pullo vaihtaa toiminnan takaamiseksi.



Kuva 2 Sammuttimen painemittari. 1= paine alhainen, 2=Paine hyvä, 3= Paine liian korkea

3. JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖ

Tämän luvun tarkoituksena on auttaa käyttäjää pääsemään sujuvasti järjestelmän käytön alkuun.

3.1 Järjestelmän aktivointi

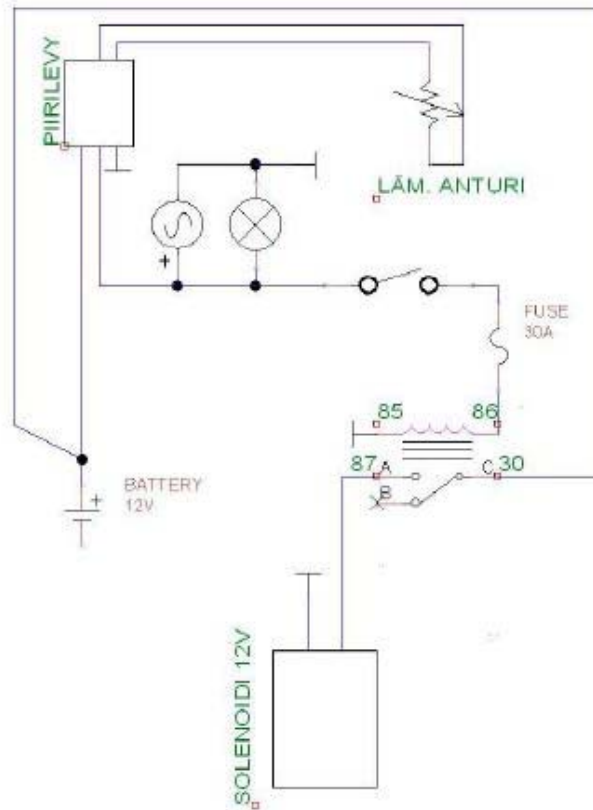
Laite on täysin aktiivinen aina kun virrat ovat kytketty ajoneuvoon. Ainoa toiminnan estävä tekijä on sammuttimen kahvassa oleva sokka joka pitää poistaa ennen ajoneuvolla ajamista.

3.2 Järjestelmän toiminta

Järjestelmä koostuu seuraavista komponenteista:

- Lämpötila-anturi
- Sammutin
- Sammutelinjat
- Ohjausyksikkö
- Sammute suutin
- Laukaisu nappi
- Varoitus valo/ääni

Kun lämpötila-anturi, joka sijaitsee tulipellin yläreunassa havaitsee lämpötilan nousun 90°C asteeseen, antaa se tiedon oikealla puolella akun vieressä sijaitsevalle ohjausyksikölle. Ohjausyksikkö päästää tällöin akulta tulevan ohjausvirran läpi, jolloin äänimerkki ja kojetaulussa oleva merkkivalo aktivoituvat. Tällöin kuljettaja voi nappia pohjassa pitämällä laukaista sammutteen konetilaan. Nappia painaessa kuljettaja päästää ohjausvirran läpi releelle joka ohjaa päävirtaa solenoidille. Rele päästää virran läpi solenoidille ja solenoidi vetää sammuttimen kahvan auki, jolloin sammute kulkeutuu tulipellissä sijaitsevalle suuttimelle joka levittää sammutetta konetilaan.



Kuva 3 sammutusjärjestelmän sähkökaavio

3.3 Laukaisun jälkeen toimiminen

Mikäli sammutusjärjestelmää joudutaan käyttämään, tulee sammutin vaihtaa ja järjestelmän letkut huuhdella huolellisesti vedellä. Lisäksi tulee tarkistaa suuttimen kunto ja vaihtaa se tarvittaessa.

3.4 Käytön perusasiat

Sammutusjärjestelmän oikeaoppisen käyttämisen vastuu on sekä huoltotiimillä että kuljettajalla. Koko tiimin tulee tietää laitteiston toiminnan perusteet ja varmistua siitä että, ennen ajamista sokka poistetaan ja ajamisen jälkeen sokka palautetaan paikalleen ja varmistetaan sen paikalla pysyminen.

4. JÄRJESTELMÄN AKTIVOINTI

Tässä osiossa käydään läpi laitteiston turvallinen käyttö sekä kuljettajan, että muiden samalla radalla liikkuvien kanssa.

4.1 Ennen sammutteen laukaisua

Järjestelmän sammutteena toimii AFFF- sammute. AFFF- vahto jättää vesikalvon jonka tarkoituksena on estää palavan nesteen uudelleen syttyminen. Tästä johtuen tulee kuljettajan hälytyksen tullessa mahdollisuuksien mukaan ajaa sivuun radalta, sammuttaa moottori ja painaa laukaisu nappia. Sammute tekee radan liukkaaksi. Lisäksi moottorin käydessä polttoaineen syöttö moottorille jatkuu jolloin mahdollinen tulipalo saa lisää palavaa ainetta ja sammutus hankaloituu. Lisäksi nopeasti liikkuva ajoneuvo voi pahimmillaan vaikeuttaa vaahdon kulkeutumista moottorin etuosaan ja tällöin sinne voi jäädä palopesäkkeitä.

4.2 Sammutteen laukaisu

Mikäli järjestelmä hälyttää ja aktivointi on mahdollista, tulee kuljettajan painaa sammute- nappia (valmistajan mukaan sammutesäiliön tyhjeneminen kestää noin 5-10 sek).



Kuva 4 Sammutteen laukaisu nappi

Mikäli sammutteen laukaisu ei onnistu joko järjestelmä häiriön tai jonkin muun vian takia, voidaan sammute laukaista myös manuaalisesti sammuttimen kahvaa painamalla.

Tämän jälkeen kuljettajan tulee poistua ajoneuvosta mahdollisimman nopeasti ja hoitaa mahdollisuuksien mukaan moottoritilan ulkopuolella sijaitsevat tulipalot 2kg jauhesammuttimella.

5. VIANETSINTÄ

Järjestelmässä voi olla kahden tyyppisiä vikoja, mekaanisia ja sähköisiä. Tässä luvussa annetaan keinoja vian paikantamisen perustamiseen.

5.1 Mekaaniset viat

Laitteiston yksinkertaisuudesta johtuen mekaanisten vikojen paikannus on yksinkertaista.

5.1.1 Sammuttimessa olevat viat

Ennen ajamista tulee sammuttimen kiinnitys, sekä sammuttimen paine tarkastettava.

Pullon paineen tarkastus käsitellään osiossa 2.3.3. Mikäli pullossa on havaittavissa vikaa, tulee se vaihtaa ennen ajamista.

Sammutin on kiinnitetty kahdella metallisella pannalla. Ennen ajoa tulee varmistaa, että pikalukot ovat kunnolla kiinni ja pullo on tukevasti telineessään. Lisäksi tulee varmistaa telineen kiinnitys runkoon (3kpl M7 x 40mm).

5.1.2 Sammutelinjoissa sekä suuttimessa olevia vikoja

Sammutelinjoissa olevat reiät ja repeämät ovat turvallisuuden kannalta ratkaisevia. Mikäli niitä havaitaan, tulee ne välittömästi korjata vaihtamalla letku joko kokonaan tai liittämällä korjauspala asianmukaisilla 9mm korjausliittimillä.

Mikäli suutin tai sen kiinnitys on vaurioitunut, tulee se vaihtaa joko samanlaiseen tai vastaavaan vaahtosammute suuttimeen.

5.2 Sähköiset viat

Viat voidaan jakaa sähköisellä puolellakin kahteen osioon, ohjausjärjestelmään, sekä releen ja solenoidin osaan.

5.2.1 Ohjausjärjestelmän viat

Mikäli epäillään, ettei ohjausjärjestelmä toimi voidaan toiminta tarkastaa ja rajata seuraavalla tavalla.

Kytetään ohjauspiirille jatkuva 12v jännite, lasketaan järjestelmän lämpötilan säätö arvo 35°C asteeseen oheisen taulukon mukaan.

	OFF		65°C
	20°C		70°C
	25°C		75°C
	30°C		80°C
	35°C		85°C
	40°C		90°C
	45°C		1°C
	50°C		2°C
	55°C		5°C
	60°C		10°C

Kuva 5 Ohjausyksikön säätö

Tämän jälkeen kytetään yleismittari ohjausyksikön virran ulostuloon ja lämmitetään anturia esim. kuumailmapuhaltimella. Mikäli ohjausyksikön valo ei syty ja jännitemittaus näytä akun jännitettä voidaan ohjausyksikön olettaa olevan viallinen. Tällöin voidaan vaihtaa pelkkä anturi ja testata ohjausyksikön toimivuus. Mikäli

tämäkään ei auta, voidaan vaihtaa kokonaan uusi ohjausyksikkö tilalle.

Jos varoitusvalo ja äänimerkki aktivoituvat, mutta solenoidi ei silti toimi voidaan yleismittarilla tarkistaa katkaisimen toiminta. Mikäli vain toinen varoituslaitteista toimii, voidaan tarkistaa kytkennät ja vaihtaa tarvittaessa uusi polttimo tai äänimerkki tilalle.

5.2.2 Releen ja solenoidin viat

Mikäli viat viittaavat solenoidin tai releen vikoihin, voidaan menetellä seuraavasti.

RELE: Tarkistetaan releen maadoitus kytkemällä yleismittarin + liitin auton akun positiiviseen napaan ja – liitin releen liittimeen nro 85 (ohjausvirta ulos). Mikäli jännite vastaa akun jännitettä voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen, jos jännite näyttää 0v pitää maadoitusjohdon liitännät tarkistaa. Seuraavaksi tarkistetaan liittimeen nro 30 tuleva jatkuva virta. Mikäli virta tulee liittimeen, voidaan antaa suoraan akulta ohjausvirta liittimeen nro 86. Tämän jälkeen liittimen nro 87 (päävirta ulostulo) pitäisi antaa akun jännite yleismittarilla mitattuna.

Mikäli rele ei näistä toimenpiteistä huolimatta toimi, voidaan vaihtaa uusi 4- napainen rele tilalle ja testata järjestelmän toimivuus.

SOLENOIDI: Mitataan releeltä tuleva virta tilanteessa jossa virran tulisi olla kytkettynä, yleismittarin – liitin kytketään maadoitukseen solenoidin maadoitusjohtoon. Mikäli lukema vastaa akun lukemaa, ovat liitännät kunnossa. Jos lukema on 0v, voidaan tarkistaa solenoidin maadoitusjohdon ja virransyöttöjohdon kunto.

Mikäli liitännät ja johdot ovat kunnossa, voidaan solenoidin toiminta testata kytkemällä se suorilla johdoilla 12v akkuun. Mikäli mitään ei tapahdu, on solenoidi hajalla.

6. LISÄTIETOJA

Lisätietoja järjestelmästä löytyy keväällä 2015 tehdystä opinnäytetyöstä. Aihe: Sammutusjärjestelmän suunnittelu Locost-kilpa-autoon. Tekijänä: Esko Heinonen.