

CAFS –Taktinen käyttö Suomen pelastustoimessa

Heikki Havukainen

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2021

Insinööri (YAMK)
Teknologiaosaamisen johtamisen ylempi tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Insinööri (YAMK)
Teknologiaosaamisen johtamisen ylempi tutkinto-ohjelma

HAVUKAINEN, HEIKKI
CAFS -Taktinen käyttö Suomen pelastustoimessa

Opinnäytetyö 38 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Marraskuu 2021

Tulipalon sammuttamiseen on tuhansia vuosia käytetty pelkästään vettä, eikä tälle sammutteelle ole ollut vaihtoehtoja. Tietotekniikan kehittyminen on muuttanut tämän, ja saataville on tullut CAFS (Compressed Air Foam System eli vapaasti suomennettuna painevaahtojärjestelmä). CAFS:n käyttö on kuitenkin yleistynyt hitaasti ja vasta vuonna 2020 Suomeen saatiin ensimmäinen raskas CAFS-järjestelmä. Kun sen koulutusta sammuttajille pohdittiin, havaittiin että tutkittua tietoa CAFS:n käytöstä on olemassa niukasti. Se johti tähän lopputyöhön, jossa tehtiin laaja kartoitus CAFS:n nykytilasta pohjautuen saatavilla oleviin kirjallisuuslähteisiin, testeihin ja henkilöhaastatteluihin laitteistojen käyttäjiltä. Nämä tiedot analysoitiin, ja niiden pohjalta tehtiin tähän työhön suositukset CAFS:n käytöstä taktisella tasolla.

Tutkimuksen tuloksena voidaan havaita, että CAFS-sammute on sammutusteholtaan selvästi tehokkaampaa kuin pelkkä vesi. Sammutteella on myös useita muita ominaisuuksia, jotka puoltavat sen käyttöä ensisijaisena sammutteena. Kuitenkin sen käyttöön liittyy myös riskejä, jotka on syytä tunnistaa koulutuksessa. Koulutusta ja käyttöönottoa rajoittaa heikosti saatavilla oleva koulutusaineisto ja muu materiaali.

CAFS:n käyttöä tulisi lisätä Suomen pelastustoimessa ja se tulisi ottaa keinovalikoimaan jokaisella pelastuslaitoksella. Se lisää sammutustoiminnan tehokkuutta, vähentää vahinkoja ja sen käyttöönotolla voidaan saada merkittäviä kustannussäästöjä esimerkiksi korvaamalla CAFS:lla säiliöpaloautoja. Tämä edellyttää tutkitun tiedon lisäämistä CAFS:n käytöstä esimerkiksi korkeissa rakennuksissa ja savusukellustilanteissa.

Asiasanat: pelastustoimi, sammuttaminen, CAFS, taktiikka

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Master of Engineering

HAVUKAINEN, HEIKKI
CAFS – Tactical use in Finnish Rescue Services

Master's thesis 38 pages, appendices 1 page
November 2021

Man has used water thousands of years to extinguish fire with no alternatives. CAFS (Compressed Air Foam System) has changed this and it has provided an alternative mainly because of advances of technology. Development has been slow and in year 2020 Finland got its first heavy CAFS unit.

When the new system education was planned it became clear that there were only pieces of information available about CAFS. This led to making of this work by using literature analysis, field testing and interviews. Results were analyzed and used to make standard operating procedures for CAFS tactical use.

Results were clear. CAFS is superior compared to water in many ways. Main reason is its ability to extinguish fire much better. However, it has some disadvantages as well and these must be recognized when training new crews. New unit's introduction is also hindered by lack of educational material.

In the future it is advised to increase CAFS use in every rescue department. It is more effective and can decrease departments expenses when used instead of water tenders. This requires more knowledge and research about using CAFS in different situations.

Key words: rescue, Finland, CAFS, tactic

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 5 |
| 2 | SAMMUTTAMINEN JA CAFS..... | 6 |
| 2.1 | CAFS perusteet ja eri järjestelmät..... | 6 |
| 2.2 | Pelastustoimen järjestelyt..... | 9 |
| 2.2.1 | Pelastustoimi Suomessa ja Pirkanmaan pelastuslaitos..... | 9 |
| 2.2.2 | Suomen ensimmäinen raskas CAFS Lempäälässä..... | 10 |
| 2.2.3 | Operatiivinen johtaminen ja päätöksenteko..... | 12 |
| 2.3 | CAFS:n edut ja haitat..... | 14 |
| 2.3.1 | Veden ja CAFS-sammutteen vertailu | 14 |
| 2.3.2 | Sammutusteho | 17 |
| 2.3.3 | Monikäyttöisyys | 18 |
| 2.4 | Sammuttaminen CAFS:lla..... | 19 |
| 2.4.1 | Rakennuspalot..... | 19 |
| 2.4.2 | Muut tulipalot | 23 |
| 2.4.3 | Käytännön kokemukset ja kenttätestaus | 23 |
| 3 | CAFS TULEVAISUUDESSA..... | 28 |
| 3.1 | Johtopäätökset CAFS:n käytöstä | 28 |
| 3.2 | Taktinen käyttö eri onnettomuustyypeissä | 29 |
| 3.3 | Strateginen ja operatiivinen käyttö | 31 |
| 4 | LOPPUSANAT | 34 |
| 4.1 | Kiitokset ja oma oppiminen | 34 |
| 4.2 | Käytetyt tutkimusmenetelmät ja jatkotutkimustarpeet | 34 |
| | LÄHTEET | 36 |
| | LIITTEET..... | 38 |
| | Liite 1. Taktiset yleisohjeet CAFS:n käytöstä | 38 |

1 JOHDANTO

Vaihtoehtoiset sammutusmenetelmät ovat levinneet Suomeen hitaasti, ja sammutustoimintaan käytetään edelleen ylivoimaisesti eniten tavallista vettä, jota suihkutetaan tulipaloon. Viime vuosina kehitys on kuitenkin ollut ilahduttavaa, kun erityisesti alkuvaiheen sammutukseen tarkoitettuja järjestelmiä ovat alkaneet yleistyä. Myös alkupalosta pidemmälle kehittyneen tulipalon sammuttamiseen on olemassa uusia ratkaisuja, jotka tehostavat sammutusta ja vähentävät aiheutettuja vahinkoja. Joulukuussa 2020 Suomeen saatiin ensimmäinen paloautoon sijoitettu raskas CAFS (Compressed Air Foam System eli vapaasti suomennettuna painevaahtojärjestelmä), kun Pirkanmaan pelastuslaitoksen sopimuspalokunnalle Lempäälän VPK:lle luovutettiin uusi ajoneuvo.

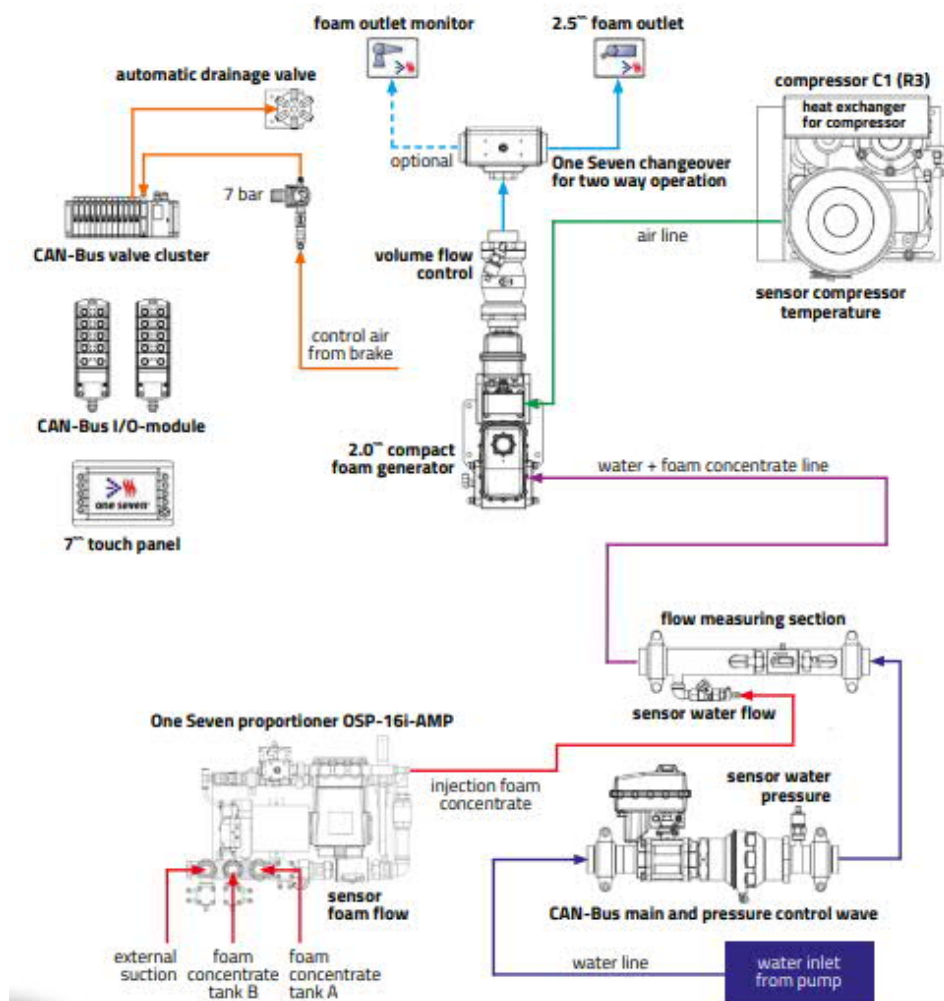
CAFS yhdistää jo pumpulla toisiinsa veden, paineilman ja vaahtonesteen. Tästä on merkittäviä hyötyjä esimerkiksi siten, että vedenkulutus pienenee huomattavasti, sammutusvaikutus on tehokkaampi ja rakenteille seuraavat vahingot ovat merkittävästi pienemmät. Järjestelmästä tuleva sammute on kevyttä ja paloletkut näin ollen paljon kevyempiä käsitellä. Huomionarvoista on myös, että joillakin CAFS:illa sammutteen nousukorkeus korkeiden rakennusten sammuttamista varten on satoja metrejä.

Uusi sammutusjärjestelmä vaatii myös uusia toimintatapoja. Tähän asti koulutus ja ohjeistus on painottunut palomiesten kouluttamiseen uuden laitteen tekniseen käyttöön. CAFS-laitteistoja ei kuitenkaan osata vielä pelastustoiminnassa hyödyntää kunnolla, koska sen käytön taktiset periaatteet ovat muotoutumatta. Siksi tässä työssä pyritään antamaan erityisesti pelastustoiminnan johtajille taktiset ohjeet CAFS:n käytöstä, jolloin niistä saadaan paras teho ja hyöty.

2 SAMMUTTAMINEN JA CAFS

2.1 CAFS perusteet ja eri järjestelmät

CAFS tarkoittaa painevaahtojärjestelmää, jota käytetään tulipalon sammuttamisessa. Lyhenne tulee englanninkielisistä sanoista Compressed Air Foam System. Perusajatuksena on sekoittaa keskenään vettä, paineilmaa sekä vaahtonestettä. Kevyellä järjestelmällä pystytään syöttämään sammutetta yhden sammutustoiminnassa käytetyn työletkun tarpeisiin ja raskaammilla järjestelmillä tuotto riittää järeisiin vesitykkeihin asti. Kuvasta 1 voidaan nähdä tyypillisen järjestelmän pääkomponentit, eli veden ja vaahtonesteen syöttöä ohjaavat sensorit, vaahtonkehitin ja ilmakompressori. Näitä kaikkia ohjaa tietokone, jota käytetään näyttötaululta.



KUVA 1. One Seven OS-2700 CAFS-laitteiston kaavakuva (Schmitz One Seven GmbH, 2020)

Järjestelmä asennetaan yleensä erityyppisiin paloautoihin riippuen käyttötarkoituksesta ja sammutevirran tarpeesta. Esimerkiksi saksalaisella One Seven -yri-tyksellä, joka mainostaa itseään johtavana CAFS-toimittajana, järjestelmiä on seitsemän erilaista. Näiden laskennallinen maksimituotto vaihtelee pienimmän järjestelmän 1400l/min tuotosta aina järeimmän järjestelmän 14000l/min tuot-oon, kuten kuvasta 2 voidaan nähdä. (Schmitz One Seven GmbH, 2020.)

OneSeven® vakiomallit

| | | Paineliitännät | Maksimaalinen sammutemäärä l/min | Vedenkulutus (märkävahto) l/min |
|----------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| INTEGROIDUT JÄRJESTELMÄT | | | | |
| | OS-1400-100-B | 1x1,5" | 1400 | 200 |
| voima autosta | OS-2700-100-B | 1x2,5" tai 2x1,5" | 2700 | 390 |
| käyttää auton pumppua | ESTERI CAFS 2700 | 1x2,5" tai 2x1,5" | 2700 | 390 |
| | (sovitettu pumppuun) | | | |
| | OS-4200-100-B | 1x2,5" tai 3x1,5" | 4200 | 600 |
| | OS-5500-100-B | 2x2,5" tai 6x1,5" | 5500 | 790 |
| | OS-9200-100-B | 3x2,5" tai 9x1,5" | 9200 | 1300 |
| | OS-14000-100-B | 4x2,5" tai 12x1,5" | 14000 | 2000 |
| MODULAARISET JÄRJESTELMÄT | | | | |
| | OS-1000-MR | 1x1,5" | 1000 | 140 |
| oma voimanlähde | OS-2600-MR | 1x2,5" tai 2x1,5" | 2600 | 370 |
| käyttää auton pumppua | OS-3900-MR | 1x2,5" tai 3x1,5" | 3900 | 560 |
| ITSENÄISET JÄRJESTELMÄT | | | | |
| | OS-300-TZ | 1x1,0" | 300 | 40 |
| oma voimanlähde | OS-900-T | 1x 1,5" | 900 | 135 |
| oma pumppu | OS-900-T Skid Unit | 1x1,5" | 900 | 135 |
| | OS-1000-T | 1x1,5" | 1000 | 140 |
| | OS-1000-T Skid Unit | 1x1,5" | 1000 | 140 |
| | OS-1000-TE | 1x1,5" | 1000 | 140 |
| | OS-1000-HydDrive | 1x1,5" | 1000 | 140 |

KUVA 2. One Seven -järjestelmät vuonna 2020 (Schmitz One Seven GmbH 2020)

One Sevenin järjestelmässä sekoitus tapahtuu siten, että ilman ja veden seos-suhde on yksi osa vettä ja kuusi osaa paineilmaa (Schmitz One Seven GmbH, 2020). Näin syntyy niin sanottua märkävahtoa, jota käytetään normaaliin sammutukseen. Eri valmistajien järjestelmissä voidaan lisäksi säädellä ilman ja veden seossuhdetta, joissain jopa portaattomasti, jolloin sammutteen ominaisuudet muuttuvat. Kun käytetään seossuhdetta, jossa vettä on yksi osa ja paineilmaa noin kaksitoista osaa, saadaan kuivavahtoa, jota voidaan käyttää pintojen eris-tämiseen tai esimerkiksi onteloiden täyttämiseen (Kuikka 2016, 19).

CAFS poikkeaa paljon muista vaahtomaista sammutetta tuottavista järjestelmistä, koska siinä sammute muodostuu itse järjestelmän sisällä. Tällöin ei vaadita erillisiä välisekoittimia eikä suuttimelta vaadita erityisiä ominaisuuksia. CAFS-sammute toimii parhaiten suoralla suutinpäällä, jolloin suutin ei poista ilmaa seoksesta. Normaaleja suihkupuutkiakin voidaan käyttää, mutta tällöin vaahtosta tulee vetisempää ja sen ominaisuudet heikkenevät. (Rinne & Vaari 2005, 90.)

CAFS-laitteistojen testaaminen ja tutkimustoiminta on useiden kirjallisuuslähteiden perusteella laajamittaisinta Yhdysvalloissa. Itse asiassa ensimmäiset CAFS-järjestelmät kehitettiin siellä jo 1940-luvulla laivaston toimesta. Alun perin ajatus vaahtokomponenttien lisäämisestä veden sekaan on lähtöisin Englannista 1800-luvun loppupuolelta, jossa kehitystyötä teki Britannian kuninkaallinen laivasto. (Taylor 1997, 86.)

Vaikka jo ensimmäisten kokeiden jälkeen havaittiin veteen sekoitettujen vaahtokomponenttien ylivertaisuus pelkkään vesisammutteeseen verrattuna, niin vaahtonesteiden korkea hinta ja silloin käytävissä olleiden ei-synteettisten vaahtonesteiden vaadittu korkea pitoisuus liuoksessa eivät johtaneet vaahtosammutuksen yleistymiseen. Vasta kun synteettiset vaahtonesteet kehitettiin 1980-luvulla, alkoi vaahtonesteiden käyttö normaalissa sammutustoiminnassa yleistyä. (Class A Foam for Structural Firefighting 1996, 3.)

Nykyisenkaltaiset CAFS-laitteistot on kehitetty 1990 ja 2000-luvuilla ja niiden luotettavuus ja käytettävyys on parantunut ensimmäisistä versioista. Tämä on lisännyt niiden käyttöä ja käytettävyyttä, mutta esimerkiksi Yhdysvalloissa suurin este on tutkimusten mukaan muutosvastarinta ja perinteet. (Avsec 2013.)

Suomeen ensimmäinen CAFS tuli tietävästi vuonna 2009, kun Pirkanmaan pelastuslaitos hankki kevytyksikköön CAFS:n. Aluksi kevytyksikkö jäi tarpeettomaksi, ja sitä vieroksuttiin Tampereen seudulla. Varsinaiseen hyötykäyttöön se pääsi vasta vuonna 2012 siirryttyään Pirkanmaan pohjoiselle pelastusalueelle. (Vihinen 2015.)

Seuraavat kaksi laitteistoa Pirkanmaan pelastuslaitos hankki ensimmäisen jälkeen vasta vuonna 2019. Pirkanmaan pelastuslaitoksen kalustoinsinööri Heikki Seppälän (2020) mukaan kokemukset ovat olleet alkuvaikeuksien jälkeen hyviä ja myös laitteistoja käyttävät palomiehet ovat oppineet luottamaan järjestelmän sammutustehoon.

Sopimuspalokunnista Ahvenanmaalla toimiva Jomalan FBK hankki Ruotsista käytetyn CAFS:n vuonna 2011 (Jomala FBK 2020). Sen jälkeen ei Suomessa merkittävää lisäystä laitteistoissa ole tapahtunut; muutamia yksittäisiä laitteistoja on hankittu, mutta kokonaismäärä jää tälläkin hetkellä alle kymmeneen kevyeen CAFS-yksikköön (Seppälä 2020).

Suomessa olevat laitteistot ovat, lukuun ottamatta tässä työssä esiteltyä uutta innovaatiota, kirjoitushetkellä pienimpiä CAFS-laitteistoja, jotka on pääsääntöisesti asennettu pelastustoimen kärkiyksiköihin. Niiden tarkoitus on tehdä tehokas ensi-isku sammutettavaan kohteeseen, jolloin suhteellisen pieni sammutemäärä ja sammutevirta on riittävä. CAFS on Suomessa profiloitunut kärkiyksiköiden sammutusvälineeksi ja osaksi täydentäviä sammutusmenetelmiä, jolla aloitetaan sammutus, kunnes raskaampi kalusto saapuu paikalle.

2.2 Pelastustoimen järjestelyt

2.2.1 Pelastustoimi Suomessa ja Pirkanmaan pelastuslaitos

Suomen pelastustoimesta vastaa 22 alueellista pelastuslaitosta. Ne hoitavat itsenäisesti esimerkiksi kalustohankinnat ja operatiivisen suunnittelun. Eri alueilla on päädytty hieman erilaisiin painotuksiin kalustohankintojen osalta: osassa pelastuslaitoksia ideoidaan uusia käytäntöjä ja uutta kalustoa, osa taas menee hyvin pitkälti vanhoilla perinteisillä ratkaisuilla. CAFS on yksi esimerkki innovaatioista, jotka eivät ole yleistyneet suurella osalla maata. Osa pelastuslaitoksista kokee ne vaihtoehtoisiksi järjestelmiksi ja on hankkinut sen sijaan esimerkiksi

UHPS-sammutuslaitteistoja (Ultra High Pressure System eli vapaasti suomennettuna korkeapainesammutuslaitteistot), jotka pohjautuvat korkeapaineiseen veteen. (Puranen 2018.)

Yksi Suomen alueellisista pelastuslaitoksista on Pirkanmaan pelastuslaitos, jonka alue kattaa Pirkanmaan maakunnan. Pelastuslaitoksen kalustohankinta on järjestetty siten, että teknisellä osastolla on kalustoinsinööri, joka apunaan kalustotyöryhmä esittää kaluston uudistamistarpeita. Kalustomäärärahoja, joista pääosa painottuu investointeihin, on käytössä yleensä vuosittain hieman yli 2 miljoonaa euroa. Tällä rahalla ylläpidetään ja uudistetaan pelastuslaitoksen kalustoa, joka kattaa esimerkiksi noin 80 sammutusautoa ja 30 säiliöpaloautoa. (Seppälä 2020.)

2.2.2 Suomen ensimmäinen raskas CAFS Lempäälässä

Yksi Pirkanmaan pelastuslaitoksen sopimuspalokunnista on vuonna 1928 perustettu Lempäälän vapaaehtoinen palokunta (VPK). Hälytystehtäviä palokunnalla on vuosittain noin 100 kappaletta, joihin palokunta vastaa sopimuksensa mukaisesti viidessä minuutissa vähintään vahvuudella 1+3. Palokunta toimii samoissa tiloissa vakinaisen henkilöstön kanssa Lempäälän kuntakeskuksessa Pirkanmaan pelastuslaitoksen asemalla 17. (Peippo 2020.)

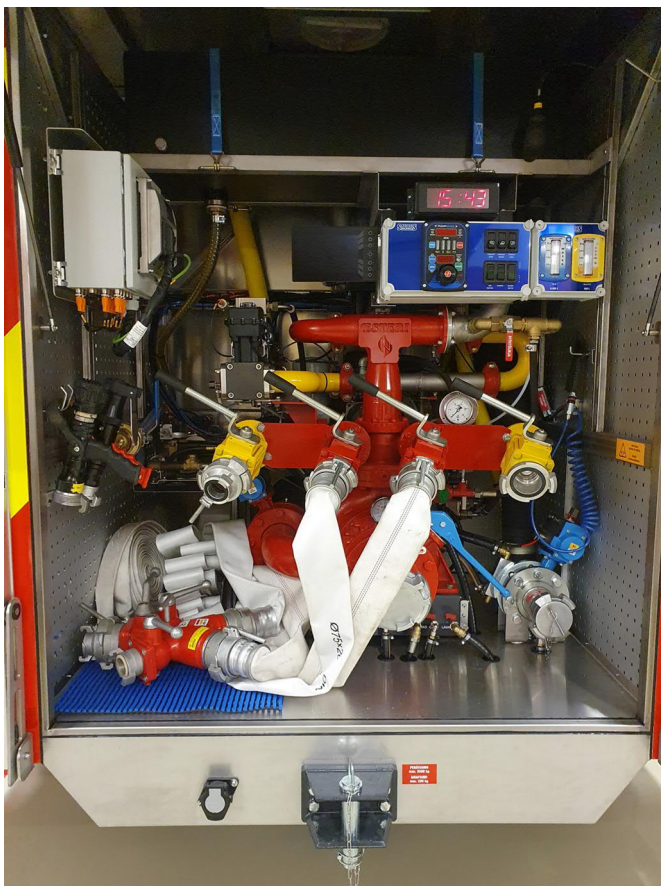
Lempäälän VPK:n omistuksessa oli aiemmin vuonna 2008 itse hankittu säiliösammutusauto, joka myytiin uuden auton tieltä vuonna 2019 Tainionkosken VPK:lle. Kun uuden auton hankinnan valmistelu aloitettiin vuonna 2018, esitti tämän työn tekijä ajatuksen Suomen ensimmäisen raskaan CAFS:n hankinnasta auton yhteyteen. VPK:ssa innostuttiin ajatuksesta ja uuden auton suunnittelu aloitettiin tältä pohjalta.



KUVA 3. Lempäälään VPK raskas CAFS-yksikkö

Suunnittelun tuloksena Lempäälän VPK:lle tuli joulukuussa 2020 Suomen ensimmäinen raskas CAFS-laitteisto. Se on asennettu säiliösammutusautoon, operatiiviselta tunnukseltaan RPI 172 (kuva 3), jossa on kiinteä 100 litran vaahtonesäiliö sekä 8500 litraa vettä. Raskaalla CAFS:lla varustettuna kyseisen yksikön sammutusteho eroaa merkittävästi kaikesta aiemmasta kalustosta, jota Suomen pelastustoimella on ollut käytössä. Tämä asettaa haasteita pelastustoiminnan johtamisen näkökulmasta, koska pelastustoimintaa johtavilla päällystöviranhaltijoilla ei aiemmin ole ollut vastaavaa kykyä käytössään. Uusi tekniikka asettaa siten vaatimuksen sammutustaktiikoiden mukauttamisesta tilanteeseen.

Veikko Nummela Oy on toteuttanut ajoneuvoon oman Esteri palopumppunsa ja One Seven -yhtiön CAFS-järjestelmän integraation (kuva 4). Kyseessä on prototyyppituote, jonka lopullinen sammutetuotto on vielä tässä vaiheessa avoinna. Joka tapauksessa sammutetuotto on mitoitettu siten, että se on riittävä esimerkiksi siihen, että kerrostalon kattopalossa voidaan nostolava-auton vesitykin kautta ajaa maksimimäärä sammutetta paloon.



KUVA 4. RPI 172 takakaappi, jossa on palopumpun ja CAFS:n integraatio

2.2.3 Operatiivinen johtaminen ja päätöksenteko

Pelastustoiminnan johtaminen on Suomessa järjestetty siten, että pelastuslain (2011) mukaan pelastustoimintaa johtaa pelastusviranomainen. Yleisesti tämä on Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohjeen (2012) mukaisesti tarkoittanut sitä, että päällystökoulutettu pelastusviranomainen vastaa tilanteiden johtamisesta joko paikan päällä tai etäyhteydellä. Pelastustoiminnan johtaja tai hänen nimeämänsä tilannepaikanjohtaja päättää taktiikan, eli käytettävät menetelmät kohteessa.

Pelastustoimen päällystökoulutukseen sisältyy taktista teoriaa ja harjoittelua sekä rakennustekniikan tuntemusta. Syventävää sammutusosaamista ei ehditä tutkinon puitteissa paljon opiskella, esimerkiksi CAFS:n käyttöä vain sivutaan osana

täydentäviä sammutusmenetelmiä. Tämä tarkoittaa sitä, että operatiivista toimintaa johtavan päällystön tulee hankkia syvempi osaaminen joko työn ohessa tai muuta kautta. (Pelastusalan päällystötutkinto, Opetussuunnitelma 2019.)

Yleisesti Pelastusopiston päällystön opetussuunnitelmissa keskitytään sammutustoiminnassa vedellä tapahtuvaan sammuttamiseen. Raskaan CAFS:n taktista käyttöä osana sammutustyötä ei opeteta tai kouluteta tällä hetkellä missään Suomessa. Muutamia yksittäisiä päällystohenkilöitä on käynyt esimerkiksi CAFS-seminaarissa Hollannissa (Seppälä 2000).

Pelastustoiminnassa kaikilla muodostelmilla tulee olla johtaja ja pelastustoimintaa johtaa pelastustoiminnan johtaja (Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje 2012, 10). Pelastustoiminnan johtajalla on laajat toimintavaltuudet ja hän päättää käytettävän toimintataktiikan, esimerkiksi sen miten ja millä välineillä rakennuspalo sammutetaan. Pelastustoiminnan johtaja on ratkaisevassa roolissa, mikäli tehdään päätös käyttää CAFS:a osana sammutusta.

Pelastusryhmä koostuu johtajasta, vähintään kolmesta ja enintään seitsemästä henkilöstä sekä tehtävän mukaisista ajoneuvoista ja kalustosta ja pelastusjoukkue johtajasta, vähintään kahdesta ja enintään viidestä pelastusryhmästä (Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje 2012, 5). Pelastusryhmän johtajan on tärkeää tuntea ryhmänsä käytössä oleva kalusto ja valita oikeat työvälineet siihen tehtävään, jonka pelastustoiminnan johtaja tai suurissa tilanteissa pelastusjoukkueen johtaja hänelle antaa.

2.3 CAFS:n edut ja haitat

2.3.1 Veden ja CAFS-sammutteen vertailu

Vesi on ollut aina palokuntien pääasiallinen sammute, jolla tulipalot on saatu hallintaan ja sammutettua. Veden sammutusvaikutus perustuu ensisijaisesti jäähtykseen ja toissijaisesti vesihöyryn tukahdutusvaikutukseen (Hyttinen, Tolonen & Väisänen 2014, 97). Veden hyötyjä ovat yleensä helppo saatavuus, myrkyttömyys, kohtuullinen sammutusteho sekä se, että aine ja käyttö ovat ennestään tuttuja. CAFS-sammutteella on kuitenkin useita etuja, joskin myös joitakin haitta-
puolia veteen verrattuna.

Bostonin palolaitos (US) teki silloisille CAFS-laitteistoille laajan testin vuosina 1992 – 1993 (Compressed Air Foam for Structural Fire Fighting: A Field Test 1994). Palolaitos oli aiemmin käyttänyt pelkästään vesisammutusta ja CAFS asennettiin yhteen sammutusyksikköön testimielessä. Osana tutkimusta tehtiin myös sammutuskokeita ja kokemukset järjestelmän käytöstä dokumentoitiin. Seuraavaan on koottu testin keskeisimpiä tuloksia:

- a) sammutusteho on ylivertainen veteen nähden
- b) lisäveden tarve on huomattavasti vähäisempi ja tarve siihen tulee myöhemmin
- c) letkujen liikuttelu on huomattavasti helpompaa ja kevyempää
- d) sammute tunkeutuu paremmin materiaaleihin
- e) sammute jää kohteen pinnalle estäen tai vähentäen uudelleensyttymisriskiä
- f) vahingot rakenteille ovat huomattavasti vähäisemmät

CAFS-sammutteen haittoina veteen verrattuna voidaan tutkimuksen mukaan nähdä seuraavaa:

- a) sammute peittää pinnat, jolloin niillä kävellessä voi muodostua kompastumisvaara
- b) välitön palonsyöntutkinta vaikeutuu

- c) sammutussuihkun kantama on hieman lyhyempi

Useat lähteet (Avsec 2013; Kuikka 2016; Taylor 1997) vahvistavat nämä havainnot. Muista lähteistä voidaan tehdä lisäksi seuraavia havaintoja:

Positiivisia puolia

- a) sammutustehoa parantavat vaahtonesteen suuret kuplat, joissa on paljon lämmönsitomiskykyä (Braun 2017)
- b) vaahtosammutus voidaan aloittaa välittömästi ilman välisekoittimien tai muun kaluston tarvetta (Braun 2017)
- c) vaahtonestepatjan säilyminen tai sulaminen indikoi pintojen lämpötilaa (Braun 2017)
- d) haastavissa materiaaleissa, kuten muovi- tai rengaspaloissa CAFS-sammute toimii vettä paremmin (Braun 2017)
- e) vaahtopatjalla voi täyttää onteloita ja sammute leviää niissä vettä tehokkaammin (Braun 2017)
- f) CAFS-sammutteen nousukorkeus on vettä parempi normaalilla 8 bar paineella (Peippo 2020)
- g) nykyiset CAFS-vaahtonesteet eivät ole syövyttäviä tai ympäristölle vaarallisia (One Seven A 0,3 % Käyttöturvallisuustiedote)
- h) sammute sisältää vain seitsemäsosan vettä, joten sen sähköjohtavuus on heikko, mikä vähentää sähköiskujen vaaraa (Kuikka 2016, 5)
- i) sammutetta voi käyttää metallipalojen sammuttamiseen, kun käytetään kuivaa CAFS-sammutetta (Apeland 2021)

Negatiivisia puolia

- a) raaka vaahtoneste on haitallista ihokontaktissa tai hengitettäessä sen höyryjä (One Seven A 0,3 % Käyttöturvallisuustiedote)
- b) veden vähäisempi määrä letkussa tarkoittaa sitä, että letkun lämmönsietokyky on vähäisempi ja letku voi hajota herkemmin altistuessaan kuumuudelle (Einsatz, Tubingen Reutlinger Strabe 34/1 2006, 31)
- c) käyttäjillä on helposti muutosvastarintaa ja epäilyksiä uudesta järjestelmästä (Andrews 2011, 3)

CAFS:n soveltuvuus savusukellukseen jakaa mielipiteitä ja tutkimusartikkeleissa on ristiriitaista tietoa tästä. Koska suurin osa tutkimuksesta on anglo-amerikkalaista, ei suoraa vertailua suomalaiseen savusukellustaktiikkaan ja -tekniikkaan voi tehdä. Tästä syystä soveltuvuus savusukellukseen rajataan pois tästä työstä ja sen jatkoarviointi jää myöhempään tutkimukseen. Pelastusopiston materiaalissa vuodelta 2016 (Kuikka) mainitaan kuitenkin, että

savusukellettaessa CAF-laitteen kanssa tarvitaan aina lämpökameran ja turvavarin, jolla on paineistettu työjohto. CAFS-laitetta käytettäessä kaikki paloon osallistuvat pinnat ”maalataan” vaahdotteen avulla piiloon ylhäältä alaspäin rauhallisin liikkein.

Suomessa ei tällä hetkellä käytetä aktiivisesti CAFS:a savusukellettaessa, mutta järjestelmää käytetään myös tähän eri puolilla maailmaa, muun muassa Saksassa, Hollannissa ja Yhdysvalloissa.

Osana Bostonin palolaitoksen testiä tehtiin polttokokeita Massachusettsin osavaltion paloakatemiassa (Massachusetts State Fire Academy). Testissä rakennettiin kaksi samanlaista kolmen palotapahtuman sarjaa, jotka sammutettiin vedellä ja CAFS-sammutteella, ja verrattiin niiden sammutustehoa. Testin perusteella (kuva 5) voidaan nähdä, että CAFS-sammute oli huomattavasti tehokkaampaa veteen verrattuna ja lyhensi sammutusaikaa yli 50 %. CAFS-sammutetta tarvittiin myös vähäisempi määrä palon sammuttamiseen.

Controlled Fire Experiments: Water versus CAFS

| Experiment # | Measure | Water | CAFS |
|---------------|------------------|-------|------|
| Experiment #1 | Time (minutes) | 1:48 | 0:59 |
| | Gallons of agent | 69 | 30 |
| | Apparent gpm | 38.3 | 30.6 |
| Experiment #2 | Time (minutes) | 1:06 | 1:06 |
| | Gallons of agent | 100 | 36 |
| | Apparent gpm | 90.9 | 32.7 |
| Experiment #3 | Time (minutes) | 2:48 | 1:39 |
| | Gallons of agent | 90 | 90 |
| | Apparent gpm | 32.1 | 54.5 |

KUVA 5. Polttokokeen tulokset (Compressed Air Foam for Structural Fire Fighting: A Field Test 1994, 14)

Yksi CAFS-sammutteen etu on riittoisuus. CAFS-sammutteessa vettä on vain yksi seitsemäsosa ja pääosa siitä koostuu paineilmosta. Vaahdotetta lisätään siihen normaalisti 0,3 % ja tarvittaessa raskaampaa vaahtoa aina 1,0 % asti. Näin ollen esimerkiksi Lempäälän säiliösammutusautosta saadaan yhdellä 8500 litran vesisäiliöllisellä noin 50 000 litraa sammutetta. Vaahtoliuosta kuluu 0,3 % sekoitussuhteella tähän noin 25 litraa. (Kuikka 2016, 5.)

2.3.2 Sammutusteho

Erilaisia tulipaloja syttyy Suomessa noin kymmenen päivässä (Pronto 2020), joten kyseessä on tyypillinen ja yleinen tehtävä pelastuslaitoksille. Pienemmät tulipalot, kuten esimerkiksi roskalaatikon palaminen tai henkilöautopalo, sammutetaan yhdellä työjohdolla ja vähäisellä vesimäärällä. Laajempiin paloihin pelastuslaitos tekee yleisesti perusselvityksen, johon kuuluu yhdestä kahteen pääjohtolinjaa ja siitä lähtevät kaksi työjohtolinjaa. (Huttu 2018, 35.)

Riippuen palokohteen sijainnista ja palon tyypistä, näistä perustoimintamalleista on erilaisia variaatioita. Esimerkiksi korkean rakennuksen yläkerrokseen mentäessä voidaan joutua käyttämään kiinteää nousujohtoa, tai maastopaloissa selviytymatkat voivat olla hyvinkin pitkiä. (Huttu 2018.)

Huomioiden edellä mainitut tutkimukset sekä laitteistolla Suomessa tehty kenttätestaus, voidaan yhteenvetona päätellä, että CAFS-sammute on sammutusteholtaan noin puolitoista kertaa tehokkaampaa veteen verrattuna. Tämän vaikutusta sammutustoimintaan voidaan kuvata muutamalla yksinkertaisella esimerkillä:

- a) Pelastusyksikkö hälytetään sammuttamaan täyden palon vaiheessa olevaa autopaloa. Jos normaalisti autopalon sammuttamiseen vedellä kuluisi minuutti, saadaan CAFS:lla autopalo sammumaan jo 40 sekunnin jälkeen. Tämä aiheuttaa vähemmän savukaasuallistuksia, pelastaa mahdollisesti joitakin osia autosta ja vähentää sammuttajien kuormitusta.
- b) Rakennus on täyden palon vaiheessa ja palo uhkaa levitä viereiseen rakennukseen. Palon voiman hillitsemiseen tarvittaisiin sammutusteho, joka normaalisti saadaan aikaan kolmella työsuihkulla. Paikalle tullessa kevytyksikössä on vain kaksi palomiestä, jotka selvittävät kaksi CAFS-työsuihkua ja saavat niillä palon rajattua.

2.3.3 Monikäyttöisyys

Pelastusyksiköissä, jotka käyttävät vettä pääasiallisena sammutteena, on yleisesti mukana myös vaahdon tuottoon tarkoitettua kalustoa. Tämä kalusto koostuu tyyppillisesti vaahtopistoolista, jolla vaahtoa saadaan levitettyä pieniä määriä yhden työsuihkun avulla, sekä vaahtosingosta, johon liittyy vaahtonesteastia ja välisekoitinlaitteisto.

Onnettomuustutkintakeskus (2017) kiinnitti huomiota vaahtonesteiden käyttöön sammutusaineena, kun se tutki Satakunnassa sattuneita teollisuuspaloja. Se totesi, ettei vesi sovellu sammutteena palavien nesteiden palon sammuttamiseen,

vaan näissä tilanteissa tulisi olla hyvä valmius vaahdon käyttöön. Onnettomuustutkintakeskuksen virallinen suositus olikin, että pelastuslaitoksissa tulee olla järjestelyt, ”joiden mukaisesti vaahdon käyttöön sammutusaineena on aina nopeat ja hyvät valmiudet”. (Onnettomuustutkintakeskus 2017, 68.)

CAFS:a käytettäessä ei tarvita erillistä vaahdotuslaitteistoa. Tämä tuo hyötyä kustannussäästöjen kautta sekä tilantarpeen vähenemistä kaluston osalta. Lisäksi laitteiston käyttövarmuus on paremmalla tasolla sekä teknisesti että osaa-mismielessä, kun se on jokapäiväisessä käytössä. Tyypillisesti CAFS-sammutteella voidaan aloittaa kaikenlaisten palojen sammutus, myös palavien nesteiden sammutus ja vaahdotus. (Class A Foam for Structural Firefighting 1996, 17.)

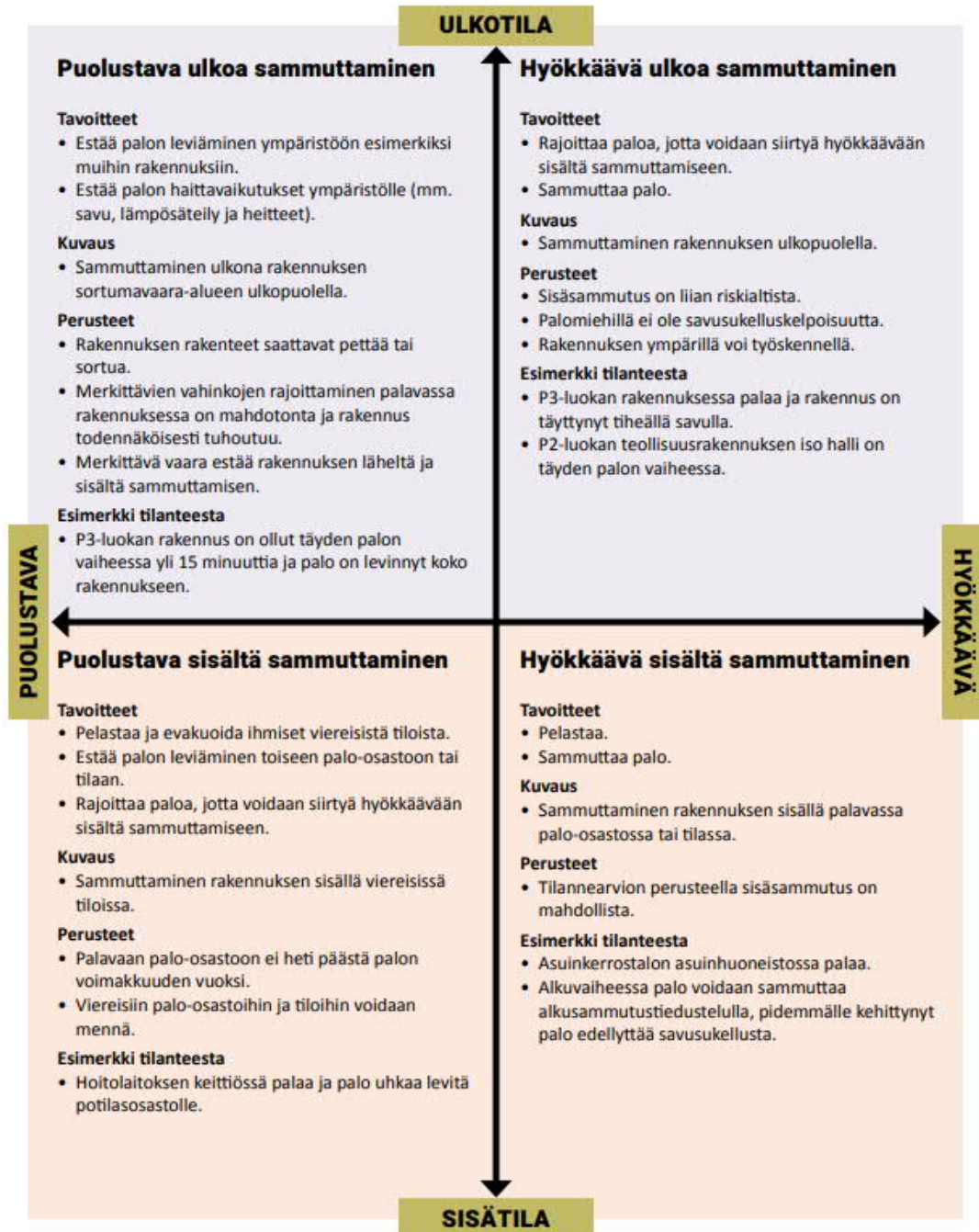
CAFS:ssa voidaan käyttää erilaisia vaahtoliuoksia, jotka soveltuvat erityyppisiin paloihin, kuten esimerkiksi polttonestepaloihin. Yleisin sammutuskäyttöön tarkoitettu vaahtotiiviste ei ole alkoholinkestävä, mutta valmistajilta löytyy myös tähän tarkoitettuja tiivisteitä, jolloin tiivisteainetta vaihtamalla saadaan alkoholi-resistentti vaahtopatja esimerkiksi suojavaahdotukseen. Useissa järjestelmissä vaahtotiivisteen vaihto toiseen on hyvin yksinkertainen toimenpide. Monilla valmistajilla on omia seoksiaan CAFS-käyttöön, eivätkä perinteiset vaahtoliuokset useinkaan sovellu sellaisenaan CAFS:lle. (Class A Foam for Structural Firefighting 1996, 31; Schmitz One Seven GmbH, 2020.)

2.4 Sammuttaminen CAFS:lla

2.4.1 Rakennuspalot

Mikäli tulipaloa ei saada sen syttyä sammutettua alkusammutuksella, leviää se yleensä rakennuksen rakenteisiin. Tässä vaiheessa pelastustoiminnan johtaja joutuu arvioimaan riskejä ja saavutettavia hyötyjä toiminnan suhteen ja valitsemaan soveltuvan sammutustaktiikan. Savusukellusoppaassa (2021, 62) on esitetty nelikenttämalli (kuva 6), jossa valittava taktiikka on jaettu neljään eri vaihtoehtoon sen mukaan, onko taktiikka hyökkäävä vai puolustava ja tapahtuuko se ulko- vai sisätilassa. Sammutustilanteessa taktiikka voi myös koostua useista eri

vaihtoehtoista ja niitä voidaan vaihdella tilanteen edetessä. Sammuttamisen nelikenttämallin pohjana on ollut vesisammutus, mutta voidaan havaita, että CAFS-sammute sopii myös sen mukaisiin sammutustaktiikoihin.



KUVA 6. Palon sammuttamisen nelikenttämalli (Savusukellusopas 2021, 62)

Puolustavassa taktiikassa CAFS-sammutteen etuina veteen verrattuna on sammutteen huomattavasti suurempi riittävyys ja sen kyky muodostaa sammuttepatja kohteen pinnalle. CAFS:lla pystytään myös säätämään sammutteen koostu-

musta, jolloin siitä saadaan paremmin tarttuvaa. Kuvassa 7 on nähtävillä ulkoapäin toteutettavaa puolustavaa taktiikkaa, jossa CAFS-sammutteella muodostetaan suojaava pintakerros teollisuushallin yläosaan.



KUVA 7. Puolustavaa ulkosammutusta CAFS:lla

Ulkoapäin toteutettavassa sammutuksessa vettä saadaan harvoin suoraan palopesäkkeeseen ja tarkoituksena on joko ostaa aikaa savusukellukselle tai sitten rajoittaa paloa. Veden kulutus ja tarve on huomattava, koska jo yksi työjohtoletkulinja vaatii tyypillisesti vettä noin 450 litraa minuutissa. CAFS:lla sammutettaessa sammutteen riittoisuus mahdollistaa pidemmän aikaikkunan savusukelluksen aloittamiseen. (Savusukellusopas 2021, 62).

Sammutettaessa CAFS:lla rakennuksen avopaloa, tulee kiinnittää huomiota oikeaan sammutustekniikkaan. Vedellä sammutettaessa pyritään suuntaamaan

pääpaino liekkipaloon ja sen rajoittamiseen, kun taas CAFS:lla sammutettaessa aloitetaan sammutus viereisten pintojen vaelulla. Tarkoituksena on estää palon leviäminen, vähentää lämpösäteilyn takaisinkytkentää ja muodostaa sammutepatja. Tästä edetään sitten varsinaiseen liekkipaloon. Sammutettaessa tarvitaan riittävä sammuttevirtaama, jotta palo saadaan hallintaan, joten riippuen palosta voi olla tarpeen käyttää järeää selvitystä tai useita letkulinjoja. (Kuikka 2016.)

Käytettäessä CAFS:a rakennuksen onteloissa, yläpohjassa tai kattorakenteissa tarjoaa se merkittävän edun vesisammutukseen verrattuna. CAFS-sammutte muodostaa sammutepatjan näihin kohteisiin, mikä estää palon leviämisen rakenteissa. Käytettäessä vettä joutuu sitä suihkuttamaan koko ajan lisää, ja vaikka käytettäisiin jalostuneempia vesisammutusmenetelmiä, kuten UHPS-sammutusta tai sumusuihkua, ovat vesivahingot vääjäämättömiä. Tarvittaessa koko ontelo voidaan täyttää CAFS-sammutteella, joskin tähän on harvoin tarvetta. Sammutepatjan, samoin kuin jatkuvan vesisumunkin, haitta on se, että silloin ei pystytä silmämääräisesti tai lämpökameralla toteamaan palon etenemistä tai suuntaa. (Kuikka 2016.)

Savusukellustehtävässä vesisammutteen kulutus on yleisesti vain joitakin kymmeniä, korkeintaan satoja litroja. Tämä perustuu veden höyrystyvyyteen, jossa yhdestä litrasta vettä syntyy 1400 litraa vesihöyryä (Hyttinen, Tolonen & Väisänen 2014, 97). Tämä vesihöyry jäähdyy palokaasuja ja toimii sammutteena palopesäkkeisiin. Mikäli vettä käyttää liikaa savusukeltaessa, häviää sisältä näkyvyys ja kuuma höyry tunkeutuu savusukeltajan varusteiden läpi. Käytettäessä CAFS-sammutetta sisäpuoliseen sammutukseen aiheutuu paljon vähemmän vesihöyryä ja näkyvyys tilassa säilyy parempana.

2.4.2 Muut tulipalot

Liikennevälinepalot ovat tyypillinen ja päivittäinen pelastustoimen sammutustehtävä (Pronto 2021). Liikennevälinepalojen sammutukset hankaluutena on se, että usein paloon osallistuu useita erilaisia aineita, kuten renkaiden kumia, polttonesteitä ja erilaisia metalleja ja muoveja. Tämä yhdistettynä ajoneuvojen tiiviiseen rakenteeseen ja onteloihin tekee sammuttamisesta haastavaa.

Usein ajoneuvopaloa sammutettaessa sammutusta joudutaan tehostamaan veden lisäksi esimerkiksi vaahdotteella, jauhesammutteella tai tukahduttamalla palo. CAFS:lla sammutettaessa näitä täydentäviä sammutusmenetelmiä ei havaintojen mukaan tarvita, koska sen sammutusvaikutus on tehokkaampi (Peippo 2020).

Maastopalojen sammutus kuluttaa usein paljon sammutetta ja sammuttaminen on fyysisesti raskasta pitkien selvitysmatkojen ja laajojen kohteiden vuoksi. Letkulinjat ovat usein pitkiä ja raskaita liikutella käytettäessä vettä. CAFS-sammutteen käyttö letkuissa keventää sammutustyötä, koska letkut eivät paina niin paljon. (Class A Foam for Structural Firefighting 1996, 18.)

Usein pitkissä letkulinjoissa on ongelmana riittävän sammutuspaineen aikaansaaminen suihkuputkelle. CAFS-sammutteella letkukitka on huomattavasti vähäisempi, jolloin riittävä paine saadaan aikaan pidemmille matkoille. Sammutte myös tunkeutuu pienemmän pintajännityksen ansiosta paremmin maaperään sammuttaen tehokkaammin. (Class A Foam for Structural Firefighting 1996, 4.)

2.4.3 Käytännön kokemukset ja kenttätestaus

Aiemmin kevyillä CAFS-laitteistoilla ei tehty Pirkanmaalla suunnitelmallista testausta. Niille annettiin käyttökoulutus, ja jatko oli sitten käyttäjien omaehtoisen testaamisen varassa. Usein kävi niin, että varsinainen testaus tuli hälytysten yhteydessä, eikä järjestelmää osattu aina käyttää niillä oikein (Seppälä 2000).

Lempäälän raskaan CAFS-hankinnan yhteydessä tehtiin testaussuunnitelma, jonka tavoitteena oli selvittää parhaat tavat CAFS:n käyttöön sekä parhaat välineet sen kanssa toimimiseen. Kaksi laajaa testiä tehtiin Pirkanmaan pelastuslaitoksen Kangasalan harjoitusalueella tämän työn tekijän valvonnassa; toisena pääkouluttajana toimi yksikönjohtaja Jani Huurne Lempäälän vapaaehtoisesta palokunnasta. Ensimmäisessä osassa testattiin järjestelmän perustoimintaa erilaisilla muuttujilla ja toisessa osassa toimintaa nostolavan kanssa. Testien perusteella prototyyppijärjestelmää säädettiin optimaalisiin asetuksiin. Kahden laajan kenttätestin lisäksi tehtiin myös pienempiä kokeita esimerkiksi säätöjen vaikutuksista (kuva 8), sekä koulutettiin sammuttajia järjestelmän käytössä. Tähän työhön testeistä on poimittu taktisen käytön kannalta oleellisia havaintoja.



KUVA 8. Järjestelmän testausta säätöjen jälkeen

Testi 1 Kangasala 04.01.2021 klo. 08.00 – 15.00
Kangasalan koulutuspalloaseman harjoituskenttä

Testipäivän tavoite oli perehtyä syvällisesti uuteen järjestelmään ja selvittää, oliko saatu tuote sellainen, kuten haluttiin tilausvaiheessa. Testissä todettiin, ettei järjestelmän teho ollut vielä riittävä, jotta siitä olisi saatu taktisessa mielessä hyödyllinen työkalu. Tuotto jäi vaatimattomaksi, noin 1700 litraan minuutissa eikä teho riittänyt kuin yhden työsuihkun syöttöön. Näin ollen se ei olisi tuonut merkittävää lisäarvoa olemassa olleisiin kevyempiin CAFS-järjestelmiin verrattuna.

Ensimmäisessä testissä voitiin kuitenkin jo havaita, että aiemmat oletukset esimerkiksi letkujen helpposta liikuteltavuudesta pitivät paikkansa. Samoin testattaessa erilaisia suihkuputken päitä havaittiin, että järjestelmää varten suunnitellut suihkuputket olivat yliverkaisia niin kantamansa kuin käsiteltävyytensä puolesta. Järjestelmä toimi myös tavallisilla suihkuputkilla, mutta tuotto ja kantama kärsivät paljon.

Testin jälkeen asiasta neuvoteltiin valmistajan kanssa. Pumpun asetuksiin tehtiin muutoksia ja paineilmakompressorin tuottoa nostettiin, jolloin tuotto saatiin nostettua 2400 litraan minuutissa toista kenttätestiä varten.

Testin aikana tehtiin seuraavia havaintoja:

- a) Tavallisia suihkuputkia voi käyttää CAFS-sammutteen syöttöön, mutta kantama jää heikommaksi kuin siihen suunnitelluilla suorilla putkilla.
- b) Järjestelmään rakennettu letkujen tyhjennys paineilmalla käytön jälkeen nopeuttaa letkujen keräämistä, vähentää niiden vaatimaa tilantarvetta ja tekee niistä kevyempiä käsitellä.
- c) Sammutustyö on huomattavasti kevyempää verrattuna vesisammutukseen, kun käytetään CAFS:a ja siihen tarkoitettuja suihkuputkia. Tämä johtuu letkujen keveydestä sekä rekylin lähes täydellisestä puuttumisesta (kuva 9) tietyillä suihkuputkimalleilla.



KUVA 9. CAFS-sammutusta järeällä työjohtoselvityksellä 3” suihkuputkella

Testi 2 Kangasala 22.02.2021 klo. 09.00 – 14.00
Kangasalan koulutuspalloaseman harjoituskenttä

Toisen testipäivän tavoite oli testata toimintaa nostolavan kanssa sekä todeta pumpun nostetun tuoton vaikutus. Nostolavana toimi Pirkanmaan pelastuslaitoksen RPI 146 Hervannasta, jonka maksimikorkeus on 44 metriä (kuva 10). Testin aikana tehtiin seuraavia havaintoja:

- a) kuten veden kanssa, myös CAFS-sammutteella parempi sammuttevirtaama saadaan syöttämällä sammutetta nostolavan molemmille puolille syöttöventtiileihin. Tämä parantaa silmämääräisesti arvioiden sammutussuihkua ja sen kantamaa noin 25%.

- b) Nostolavan omalla tykillä, tässä tapauksessa Protek 4200, CAFS-sammutteen syöttäminen kohteeseen ei onnistu. Tykin rakenne ja suutin hajottavat liikaa sammutetta. Vaihtamalla tykkiin CAFS:lle tarkoitettu suora suutin paranee suihkun kantama, mutta tykin rakenteen hajottava vaikutus osin säilyy. Vaihtotyössä menee joitakin minuutteja riippuen siitä, onko vaihtopää valmiina tykin vieressä.
- c) Nousukorkeus vaikuttaa myös CAFS-järjestelmään. Noin 20 metrin jälkeen tulee porras, jonka jälkeen kantama heikkenee.
- d) CAFS-sammute paljastaa hyvin rakenteelliset heikkoudet kiinteissä putkituksissa. Nyt nostolavan yhdestä putkisaumasta alkoi tulemaan vähäisessä määrin CAFS-sammutetta käytön yhteydessä. Vettä käytettäessä tätä ei oltu huomattu.
- e) Paras sammutevirtaama saatiin käyttämällä korissa 3” suihkuputkea ja ottamalla sammute korin 3” syötöstä.



KUVA 10. CAFS nostolavan vesitykin kanssa CAFS-suuttimella

3 CAFS TULEVAISUUDESSA

3.1 Johtopäätökset CAFS:n käytöstä

Tehtyjen kenttätestien ja kirjalliseen aineistoon perehtymisen jälkeen voidaan tehdä seuraavia johtopäätöksiä CAFS:n käytöstä. Johtopäätösten perustelut ja lähteet on esitetty tarkemmin luvussa 2.

1. CAFS-sammute on tehokkaampi yleisesti käytettävään veteen nähden. Sen sammutusteho on vähintään puolitoista kertaa parempi ja sammute on myös riittoisa käytössä. Sammute sisältää useita hyödyllisiä ominaisuuksia palon sammutukseen.

Johtopäätös: *Mikäli sammutustoiminnassa on saatavilla CAFS-sammute, tulee sitä käyttää aina ensijaisena sammutteena.*

2. Oikean taktiikan valinta on tärkeää, jotta CAFS:sta saadaan paras hyöty. CAFS-sammutus tulee suunnata painopisteeseen, jossa palon leviäminen voidaan pysäyttää ja missä vesivahinkoja ehkäisemisestä on suurin hyöty. Yleensä paras tulos saadaan taktisesti suuntaamalla CAFS-sammutus katon ja yläpohjan rakenteisiin. Teknisesti oikeiden työkalujen valinta edesauttaa tehokasta sammutusta.

Johtopäätös: *Pelastustoiminnan johtajien on tunnettava CAFS:n edut ja käyttökohteet.*

3. Ulkomaisesta kirjallisuudesta on löydettävissä ainakin yksi tapaus, jossa palomies on menehtynyt, koska vähemmän vettä sisältänyt letku on rikkoutunut kuumuudesta. Sammute voi myös peittää alleen vaaroja, jotka käytettäessä vettä olisivat nähtävissä.

Johtopäätös: *CAFS:n käyttöön liittyy myös riskejä, jotka tulee tunnistaa ja kouluttaa henkilöstölle laajasti.*

4. CAFS-sammutus on vielä Suomessa verraten tuntematonta ja sen testaus ja koulutus on vähäistä. Annettu koulutus ja käytössä olevat järjestelmät ovat keskittyneet vain heikkotehoisiin laitteistoihin. Pelastusopisto opettaa CAFS:a osana täydentäviä sammutusmenetelmiä. Uusia toimintatapoja kohtaan esiintyy helposti muutosvastarintaa.

Johtopäätös: *CAFS:n käyttöönotto Suomen pelastustoimessa ei ole ollut onnistunutta. Aiheesta tarvitaan laajempaa koulutusta ja käyttökokemusten aktiivista välittämistä.*

5. Materiaalia CAFS:n käytöstä kotimaassa tai ulkomailla on saatavilla huonosti. Materiaali keskittyy tekniseen puoleen ja yksittäisen sammuttajan toimintaan. Suomenkielistä materiaalia on lähinnä yksi Pelastusopiston PowerPoint-esitys sekä valmistajien tuote-esitykset. Ulkomailtakaan ei löytynyt kirjallisessa muodossa olevaa laadukasta materiaalia CAFS:n taktisesta puolesta.

Johtopäätös: *Riittämätön kirjallinen materiaali rajoittaa CAFS:n käyttöönottoa.*

3.2 Taktinen käyttö eri onnettomuustyypeissä

CAFS-sammutteen riittoisuus ja hyvä sammutusteho tekee siitä monikäyttöisen sammutteen eri tilanteisiin. Taktisesti sitä voidaan käyttää kaikissa niissä tilanteissa missä vettäkin, tosin tietyin rajauksin savusukelluksen osalta. Tämä edellyttää kuitenkin järjestelmän ja sen mahdollisuuksien tuntemusta pelastustoiminnan johtajalta sekä teknistä käyttötaitoa varsinaista sammutusta suorittavalta pelastusryhmältä ja sen johtajalta.

Taktisesti pelastustoiminnan johtajan tärkein tehtävä olisi suunnata CAFS-sammutus sinne, missä on mahdollisuus suurimpien vesivahinkojen syntyyn. Tyypillisesti tällaisia kohteita ovat rakennuksen katto, yläpohja ja erilaiset ontelot;

näissä kohteissa CAFS-sammute pääsee loistamaan veteen verrattuna. Mikäli vesisammutusta joudutaan käyttämään CAFS-sammutteen rinnalla, tulisi sen käyttö suunnata jo palaneisiin kohtiin tai palon välittömään rajaukseen viereisissä rakenteissa, kuten vesiverhona rakennusten välillä.

Liitteessä 1 on laadittu taktiset yleisohjeet CAFS:n käytöstä sammutustoiminnassa. Siinä on kerrottu CAFS:n tyypilliset ominaisuudet ja erot, mutta myös muistutettu riskeistä, joita käyttöön liittyy. Liitteen rakennuspaloa koskevassa osuudessa on käytetty ensisijaisesti savusukellusohjeen nelikenttämallia tulipaloista ja tehty ohjeistus tämän työn havaintojen pohjalta. Tämä liite on vapaasti hyödynnettävissä pelastustoiminnan johtajille ja CAFS:a käyttäville yksiköille.

Taktiset yleisohjeet CAFS:n käytöstä on tarkoituksella laadittu yksisivuiseksi oppaaksi, joka on mahdollista säilyttää paloautoissa mukana tehtävillä. Siitä on mahdollista tarkistaa nopeasti CAFS:iin liittyviä ominaisuuksia ja taktiikoita. Myöhemmin, kun tieto ja kalusto CAFS:n osalta lisääntyy, on tarpeen laajentaa liitettä muihin onnettomuustyypeihin, esimerkiksi vaarallisten aineiden onnettomuuksiin.

Pelastustoiminnan johtaja antaa tyypillisesti laaja-alaisen tehtävän ja pelastusryhmän johtajan vastuulla on jalostaa se käytäntöön. Ryhmänjohtaja pohtii teknisen toteutuksen, esimerkiksi sen miten yläpohjan vaahdotus käytännössä toteutetaan. Tämä voi vaatia eri työvälineiden, kuten tikkaiden ja moottorisahan käyttöä, sekä tarkkojen tehtävien antamista sammutusyksikön jäsenille. CAFS-selvitykset mukailevat pitkälti vastaavia vesiselvityksiä ja niihin löytyy hyviä malleja Ismo Hutun (2018) julkaisusta ”Pelastusryhmän ensitoimenpiteisiin kuuluvat selvitykset sammutustehtävissä”. Kyseistä teosta kannattaa hyödyntää CAFS:n teknisen osaamisen harjoittelussa.

3.3 Strateginen ja operatiivinen käyttö

CAFS-yksiköiden suunnitellulle käytölle on nähtävissä kolme vaihtoehtoista kehityskulkua. Joko niitä käytetään normaalin toiminnan täydentäjinä tietyissä tilanteissa, tai sitten ne korvaavat nykyistä kalustoa suppeammin tai laajemmin. Kaikki kehityskulut ovat mahdollisia riippuen siitä, minkälaisia käyttökokemuksia laitteistoista saadaan ja minkälaisia asenteita CAFS:a kohtaan kehittyä.

Seuraavassa on tarkasteltu erilaisia skenaarioita siitä, millä eri tavoilla CAFS-laitteistot voitaisiin ottaa käyttöön pelastuslaitoksissa.

Vaihtoehto 1: Raskas CAFS erityistilanneyksikkönä

Kaluston nykyinen hinta ja hankintaideologia puoltavat tätä vaihtoehtoa. Ainakin Pirkanmaan pelastuslaitoksella raskaan CAFS:n on suunniteltu palvelevan erityisesti ullakko-, katto-, ja yläpohjapaloissa. Ajatuksena on vähentää merkittävästi vesivahinkoja alapuolisille rakenteille. Aiemmin tuloksena on yleensä ollut se, että vaikka rakennuksen katto saadaan sammumaan, kärsivät alapuoliset tilat niin paljon vesivahinkoja, että rakennus joudutaan joka tapauksessa purkamaan tai saneeraamaan perusteellisesti.

Tässä mallissa on tärkeää huomioida se, että viive CAFS:n saamiseksi onnettomuuspaikalle ei saa kasvaa liian isoksi. Mikäli kohteessa aloittaa useampi yksikkö työskentelyn ja vesisammutuksen ennen CAFS:n käyttöä, menetetään tavoiteltu hyöty. Mikäli tavoitteena on nimenomaan yläpuolisten tilojen sammutus, voidaan ajatella, että tehokkaalla sammutusyksiköllä menee selvitysten teossa, kattotyöskentelyvalmiudessa ja katon avauksessa noin 15 minuuttia siihen, että tehokas sammutus yläpohjaan voi alkaa. Lisäksi on huomioitava, että rakennusten osastoinnissa käytetään yleensä 30 minuutin minimiaikaa, jonka kuluessa tulisi sammutustoiminnan alkaa. CAFS:n osalta tämä tarkoittaa sitä, että CAFS tulisi saada kohteeseen viimeistään 30 minuutin kuluttua syttymähetkestä. Pelastuslaitoksen koosta riippuen tämä tarkoittaa yhdestä kolmeen järjestelmän hankintaa, jotta kohteet tavoitetaan riittävässä ajassa.

Mikäli ensimmäinen paikalle tuleva CAFS-järjestelmä on pienitehoinen, tulisi sitä täydentää myöhemmin muilla CAFS-järjestelmillä. Muuten vaarana on, ettei järjestelmän sammutusteho ole riittävä, mikä johtaa siihen, että vettä joudutaan joka tapauksessa käyttämään ja haettu hyöty menetetään.

Pelastuslaitosten kustannuksiin tämä ratkaisuvaihto ei aiheuta merkittäviä muutoksia. Yhden järjestelmän hinta on kirjoitusvuonna 2021 noin satatuhatta euroa, kun se lisätään uuteen hankittavaan ajoneuvoon.

Vaihtoehto 2: Raskas CAFS säiliöautojen korvaajana

Koska CAFS-sammute soveltuu samoihin käyttökohteisiin kuin vesikin, mutta on huomattavasti riittävämpää, voidaan sillä korvata säiliöautojen sammutteenkuljetuskyky. Usein paloasemilla on sammutusauto ja säiliöauto, joiden sammutteen yhteismäärä on noin 2500l + 10 000l vettä. Tämä sammutemäärä saavutetaan helposti CAFS-laitteistolla, esimerkiksi siten, että nämä kaksi ajoneuvoa korvataan yhdellä säiliösammutusautolla, jossa on 5000l vesitankki. Tämä tarkoittaa CAFS:n kanssa sitä, että tehokasta CAFS-sammutetta on käytössä noin 30 000l ja ajoneuvoon jää runsaasti kalustotilaa. Käyttämällä Lempäälän autoon asennettua yhdistelmäpumpun kaltaista CAFS-laitteistoa saadaan pumpusta myös tarvittaessa tehtyä perinteisiä vesiselvityksiä.

Kustannussäästö on tässä vaihtoehdossa jo huomattava ja kalustoa pystytään uusimaan tehokkaasti. Satojatuhansia euroja säästyy, kun sammutusauto ja säiliöauto pystytään korvaamaan yhdellä ajoneuvolla, jonka tehokkuus sammutuksessa on parempi kuin molemmilla yhteensä. Tämä myös parantaa ajoneuvojen uusimistahtia pelastuslaitoksissa, koska ajoneuvojen uusimiseen on yleensä käytössä kiinteä vuosibudjetti.

Tässä vaihtoehdossa ajoneuvoja voidaan hälyttää tehtäville normaalisti, koska säiliösammutusautoilla on sekä sammutusauton kyky että säiliöauton kyky hätä-

keskustietojärjestelmässä. On todennäköisesti järkevää silti jättää pelastuslaitoksen alueelle muutama perinteinen raskas säiliöauto vedenkuljetuskyvyllä suurpaoloja ajatellen.

Tärkeänä tätä mallia puoltavana seikkana kannattaa nostaa esiin se, että näin saavutetaan erinomaisen hyvä vaahdotuskyky koko pelastuslaitoksen alueella. Vaahtonesteet eivät myöskään vanhene, kun ne ovat jatkuvassa käytössä. Muutamia painopisteyksiköitä on lisäksi syytä varustaa alkoholiresistentillä vaahtoliuksella normaalin vaahtotteen lisäksi, jolloin on varauduttu myös näihin harvinaisiin onnettomuuksiin.

Vaihtoehto 3 CAFS päivittäisessä käytössä

Suomen pelastustoimelle voisi olla liian radikaali vaihtoehto sijoittaa CAFS-laitteisto jokaiseen sammutusyksikköön. Tällaista mallia käytetään esimerkiksi paikoin Kiinassa.

Mikäli jokainen sammutusauto varustettaisiin tehokkaalla CAFS:lla, parannettaisiin niiden sammutuskykyä huomattavasti. Jos ajoneuvossa olisi 2500l vesisäiliö, saataisiin yhdestä sammutusautosta sammutetta noin 15 000l. Tämä olisi huomattavan suuri määrä sammutetta verrattuna nykyiseen malliin, eikä perinteisiä säiliöautoja tarvittaisi kuin korkeintaan muutama ajoneuvo pelastuslaitoksen alueella. Jo yhden joukkuelähtön sammutemäärä olisi kolmella sammutusautolla 45 000l.

Kustannussäästö olisi merkittävä nykyiseen verrattuna, koska säiliöpaloautoja ei tarvitsisi hankkia kuin yksittäiskappaleita. Sammutusteho paranisi CAFS:n myötä, lisäksi CAFS:n käyttö savusukelluksessa voitaisiin myös kouluttaa ja ottaa osaksi normaaleja toimintamalleja.

4 LOPPUSANAT

4.1 Kiitokset ja oma oppiminen

Haluan kiittää kaikkia tässä työssä mainittuja henkilöitä haastatteluista ja asiantuntevista kommentteista. Erityisesti mainitsen ylipalomies Ville Vihisen Pirkanmaan pelastuslaitokselta, jolla on usean vuoden kokemus CAFS:n menestyksekkästä käytöstä operatiivisessa toiminnassa. Lisäksi kiitän Pelastusopistolta yliopettaja Ismo Huttua, jolta sain paljon ajantasaista tietoa sammuttamisen nykytutkimuksesta. Kiitokset myös yliopettaja Mika Ijakselle Tampereen Ammattikorkeakoulusta, joka jakoi ohjata tämän työn valmistumista. Lopuksi kiitän Lempäälän VPK:ta, jonka autoprojektista sain koko ajatuksen ja innoituksen perehtyä CAFS:n maailmaan.

Itse olen oppinut paljon lisää sammuttamisesta ja erityisesti CAFS:n käytöstä. Vaikka minulla on pelastusalasta kokemusta yli 20 vuotta ja pelastustoiminnan johtamisestakin yli 15 vuotta, on innostavaa oppia edelleen uutta. Olen myös menestyksekkäästi käyttänyt CAFS:a rakennuspalojen sammutuksessa ja havainnut sen lukuisat käytännön hyödyt. Ainoa huolenaiheeni on se, että miten myös kollegat ja pelastusala laajemmin huomaisivat hyödyntää uusia sammutusmenetelmiä. Tähän auttaneen ainoastaan laaja koulutus ja tiedon avoin jakaminen; tässä olen itse mielelläni mukana.

4.2 Käytetyt tutkimusmenetelmät ja jatkotutkimustarpeet

Tähän työhön CAFS:n käytöstä ja tehdyistä testeistä sekä tutkimuksista haettiin tietoa useista eri lähteistä. Tutkimustietoa kysyttiin eri valmistajilta kuten One Seveniltä ja Saurukselta, lisäksi haastateltiin CAFS:a Suomessa käyttäviä tahoja ja asiantuntijoita, kuten Pirkanmaan pelastuslaitokselta kalustoinsinööri Heikki Sepälää, ylipalomies Ville Vihistä ja palomestari Ville Vahalaa sekä tehtiin laajoja hakuja kaupallisilla ja institutionaalisilla tutkimushakukoneilla. Pelastusopistolta haastateltiin yliopettaja Ismo Huttua sekä perehdyttiin koulutusaineistoihin, kuten

laajan kansainvälisen CAFS-seminaariin aineistoon, joka pidettiin Hollannissa vuonna 2018. Työn tutkimusmenetelmänä oli siis kokoava kirjallisuuskatsaus, jota täydennettiin testeillä ja henkilöhaastatteluin.

Tiedonhaun tuloksena oli, että materiaali ja tutkimustieto CAFS:sta on vähäistä. Laajamittaista tutkimusta ei joko ole tehty tai ainakaan se ei ole helposti löydettävissä tai hyödynnettävissä. Suomalaista tutkimusta aiheesta ei löytynyt ja voidaan olettaa, että kehitystä Suomessa auttaisi jo aivan peruskokeiden suoritus nykyisillä järjestelmillä, esimerkiksi Bostonin palolaitoksen tekemän kokeen toistaminen ja analysointi.

CAFS:n käyttö savusukelluksessa on mielenkiintoinen aihe. Niiden kokeiden perusteella, joita itse olen tehnyt ja seurannut CAFS:lla toteutettavan, olen vakuutunut siitä, että CAFS:a voidaan käyttää tehokkaasti myös savusukelluksessa. CAFS on tehokas hyökkävässä sisäpuolisessa sammutuksessa eikä vie näkyvyyttä samalla tavalla kuin vesisammutus. Suojapari tulee olla kuten vettäkin käytettäessä, mutta myös suojaparin on mahdollista toimia CAFS-sammutteella.

Suomeen rakennetaan jatkuvasti lisää korkeita rakennuksia eri puolille maata. Sammutteen siirto näiden rakennusten yläkerroksiin on teknisesti haastavaa ja on usein perustunut tähän asti erilaisiin korotuspumppuratkaisuihin. CAFS tarjoaa vaihtoehdon sammutteen saamiseksi satojen metrien korkeuksiin paloauton pumpulta. Tässä työssä ei ehditty paneutua korkeiden rakennusten sammuttamiseen ja CAFS:n käyttöön niissä, joten olisi toivottavaa, että myös tätä aihetta tutkittaisiin jatkossa.

Suomeen saatiin Lempäälän VPK:n auton myötä ensimmäinen raskas CAFS-yksikkö, mutta tulevaisuudessa niitä tulee todennäköisesti lisää. Järjestelmien teho tulee luultavasti kasvamaan, mikä avaa lisää mahdollisuuksia niiden käyttöön. Tutkimukseen ja testaukseen perustuvan tiedon tulee myös lisääntyä, jotta oikeat ja turvalliset toimintamallit saadaan laajaan käyttöön.

LÄHTEET

Andrews, B. 2011. The resistance by firefighters to utilize CAFS. Clallam County Fire District No 3. Sequim, Washington.

Apeland, D. One Seven CAFS-pääkouluttaja. 2021. Haastattelu 17.11.2021. Haastattelija Havukainen, H. Lempäälä.

Avsec, R. 2013. A case for CAFS: 5 ways it can help you. Firerescue1. Luettu 27.11.2020.

<https://www.firerescue1.com/fire-products/apparatus-accessories/articles/a-case-for-cafs-5-ways-it-can-help-you-idOtbSuQkiheT7vh/>

Braun, U. Feuerwehrchef. 2017. Compressed air foam system. Luento. Conference om SKUM 01.-02.11.2017. Brandstationen i Gentofte.

Class A Foam for Structural Firefighting. 1996. Department of Homeland Security, United States Fire Administration. Report 083 of the Major Fires Investigation Project.

Compressed Air Foam for Structural Fire Fighting: A Field Test. 1994. The Boston Fire Department.

Einsatz, Tübingen Reutlinger Strabe 34/1. 2006. Tutkijaryhmän raportti 29.7.2006. Baden-Württemberg Innenministerium Landesbranddirektor.

Huttu, I. 2018. Pelastusryhmän ensitoimenpiteisiin kuuluvat selvitykset sammutustehtävissä. Pelastusopisto. Kuopio.

Hyttinen, V., Tolonen, P. & Väisänen, T. 2014. Palofysiikka. 7. uusittu painos. Kuopio. Gummerus.

Jomala FBK. 2020. Jomala FBK kotisivut. Luettu 15.10.2020. <http://www.jfbk.ax/index.php/bilder/one-seven>

Kuikka, T. 2016. Pelastusyksikön ensitoimenpiteitä täydentävät sammutusmenetelmät. Power Point –esitys. Pelastusopisto. Kuopio.

One Seven A 0,3% Käyttöturvallisuustiedote. 2020. Julkaisupäivä 21.01.2020. Versio 9.00. Turvata Oy Ab. Espoo.

Onnettomuustutkintakeskus. 2017. Teollisuuspalot Satakunnassa tammikuussa 2017. Tutkintaselostus 18/2017.

Peippo, M. palokunnanpäällikkö. 2020. Haastattelu 27.11.2020. Haastattelija Havukainen, H. Lempäälä.

Pelastusalan päällystötutkinto, opetussuunnitelma. 2019. Pelastusopisto. Kuopio.

Pelastuslaki 29.04.2011/379.

Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje. 2012. Sisäasiainministeriö. Helsinki.

Pronto. 2021. Tulipalojen määrä Suomessa 2020.

Puranen, K. 2018. Kärkiyksikkö lähtee etujoukkona tehtävälle. Pelastustieto 4/2018, 60.

Rinne, T & Vaari, J. 2005. Uudet sammutteet ja sammutusteknologiat -kirjallisuustutkimus. VTT. Valopaino Oy. Helsinki.

Savusukellusopas. 2021. Pelastusopiston julkaisu. 2.uudistettu painos. Pelastusopisto. Kuopio.

Seppälä, H. Kalustoinsinööri. 2020. Haastattelu 30.9.2020. Haastattelija Havukainen, H. Tampere.

Schmitz One Seven GmbH. 2020. CAFS -järjestelmien esitteet OS-1400 ja OS-14000. Luckenwalde. Saksa. Luettu 13.10.2020. <https://www.oneseven.com/downloads?lang=en>

Taylor, R. 1997. Compressed air foam systems in limited staffing conditions. The National Fire Academy. Tutkimusprojekti.

Vihinen, V. 2015. "Team Ahma". Letku&Laastari 2/4 2015, 10-11.

LIITTEET

Liite 1. Taktiset yleisohjeet CAFS:n käytöstä



Pirkanmaan pelastuslaitos
Pelastustoiminnan johtamisen yksikkö

| Taktiset yleisohjeet CAFS käytöstä | 11/2021 v.1.0 HH |
|--|--|
| <p>YLEISTÄ</p> <ul style="list-style-type: none"> - CAFS sammutetuotto on n.6x ajoneuvon vesisäiliön koko <ul style="list-style-type: none"> • RPI 172 = n. 50 000l sammutetta (250 000l lisävedellä) • kevytyksiköt (RPI 1215, 7415, 8615, 8815) = n. 6000l - sammute <ul style="list-style-type: none"> • sammuttaa n. 1,5x kertaa tehokkaammin kuin vesi • ei aiheuta vesivahinkoja • jää kohteen pinnalle vähentäen uudelleensyttymistä • on ympäristöstävällistä • voidaan käyttää kaikissa paloissa, myös metallien palaessa (kuivavaahto) tai polttonestepaloissa - letkujen liikuttelu on huomattavasti kevyempää - CAFS käyttää samoja letkuja kuin vesi, mutta suihkuputket ovat erilaiset. CAFS voi käyttää vesiputkia, muttei toisinpäin | <p>RISKIT</p> <ul style="list-style-type: none"> - letkujen lämmönsietokyky on vähäisempi - CAFS käyttöä savusukellukseen ei ole koulutettu - luonnonveden syöttö CAFS-yksikköön mahdollista, muttei suositeltavaa |
| <p>RAKENNUSPALO</p> <p>Mikäli CAFS on käytettävissä, määrää sen käyttö ensisijaiseksi sammutteeksi muissa kuin savusukellustehtävissä.</p> <p><i>Puolustava ulkoa sammuttaminen (esim. rakennus täyden palon vaiheessa)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tavoite: estää palon leviäminen ympäristöön - CAFS-kuivavaahdotteella voidaan tehdä suojakerros viereiseen rakennukseen tai maastoon - CAFS-selvitys: perusselvitys, yksi työsuihku jokaista suojattavaa rakennusta kohden <p><i>Hyökkäävä ulkoa sammuttaminen (esim. rakennuksen sisällä palaa ja palo leviää)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tavoite: sammuttaa palo tai rajoittaa sitä, jotta voidaan siirtyä hyökkäävään sammutukseen - CAFS-märkävaahdotteella (ns. normaali sammute) sammutusisku suoraan palavaan tilaan ulkokautta, mikäli mahdollista. Tilan kaikki pinnat pyritään maalaamaan sammutteella, mikä estää pyrolyysin - CAFS-selvitys: perusselvitys, yksi työsuihku sammutusiskuun, toinen työsuihku yhdistelmäsuihkuputken kanssa, johon voidaan vaihtaa sammutuspeitsi - sammutuspeitsellä voidaan aloittaa onteloiden sammutus/suojaus <p><i>Puolustava sisältä sammuttaminen (esim. laaja palo leviämässä viereiseen palo-osastoon)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tavoite: Estää palon leviäminen tai rajoittaa paloa - CAFS-selvitys: perusselvitys, työsuihku pintojen hallintaan ja järeä työsuihku mikäli mahdollista hyökätä myöhemmässä vaiheessa palavaan tilaan. Harkinnan mukaan sammutuspeitsellä palavan tilan jäähdytys - seinäpintojen maalaus sammutteella; tämä jäähdyttää ja kertoo mistä palo uhkaa levitä, kun sammutepatja alkaa heiketä <p><i>Hyökkäävä sisältä sammuttaminen (esim. rajattu tulipalo yhdessä rakennuksen osassa)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tavoite: sammuttaa tulipalo - Savusukellus ja suojaparin toiminta ensisijaisesti vesiselvityksen kanssa - CAFS-selvitys: työjohtoselvitys, suojataan esimerkiksi ikkunan rikkoutuessa sen yläpuoli CAFS-sammutteella - valmistaudutaan sammuttamaan ontelot tai syvälle pureutunut palo CAFS-sammutteella <p>MIKÄLI PALO ON RAKENNUKSEN YLÄPOHJASSA TAI KATOLLA, OLE KRIITTINEN VEDEN KÄYTÖSSÄ. MIETI, ONKO MAHDOLLISTA ANTAA KATON HETKI PALAA JA ODOTTAA CAFS PAIKALLE. NÄIN VOIT ESTÄÄ MITTAVAT VESIVAHINGOT.</p> | |