Lari Ripatti

Polttoainekäyttöisten lisälämmittimien vertailu ja parannuskeinot

Opinnäytetyö
Auto- ja kuljetustekniikka

Huhtikuu 2012

MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU
Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	**Opinnäytetyön päivämäärä** **16.4.2012**
Tekijä Lari Ripatti	**Koulutusohjelma ja suuntautuminen** **Auto- ja kuljetustekniikka**

Nimeke

Polttoainekäyttöisten lisälämmittimien vertailu ja parannuskeinot

Tiivistelmä

Tämän päättötyön tarkoituksena oli vertailla ja tutkia eroja kahden erimerkkisen polttoainekäyttöisen lisälämmittimen välillä. Tavoitteena oli myös selvittää yleisimmät lisälämmittimien toimintavarmuutta heikentävät seikat sekä etsiä keinoja, joilla luotettavuutta saadaan parannettua ja huoltoväliä pidennettyä.

Työhön valittiin kaksi tunnetuinta ja eniten käytettyä polttoainekäyttöisten lisälämmittimien valmistajaa eli Eberspächer ja Webasto. Tutkittavaksi kohteeksi rajattiin dieselpolttoaineella toimivat vesilämmittimet, joiden teho oli 4-5 kilowattia. Lämmittimet olivat noin 5-10 vuotta vanhoja ja ne lainattiin rikkinäisenä Misra Oy:ltä sekä tuttavilta. Tekniikan Maailman tekemien mittausten perusteella päästiin käsitykseen myös lämmittimien päästöistä sekä polttoaineen ja tehon kulutuksesta, joita vertailtiin valmistajien ilmoittamiin lukemiin.

Tarkempaan selvitykseen otettiin yksi toimimattomuuteen johtavista seikoista eli pakkasen lannistama akku, joka ei luovuta eikä vastaanota virtaa halutulla tavalla. Edellä mainittuun ongelmaan yritettiin löytää ratkaisua suunnittelemalla akulle lämmitysjärjestelmä ja mittaamalla lämpötilan sekä jännitteen muutoksia akussa. Akkua lämmitettiin ilman ja veden välityksellä, joista jälkimmäinen todettiin huomattavasti tehokkaammaksi ratkaisuksi.

Akkunesteen lämpötila saatiin nousemaan puolen tunnin lämmitysjakson aikana molemmilla lämmitysmenetelmillä, joten tavoitteeseen päästiin. Mittaukset sujuivat ongelmitta, vaikkakin lämpöantureita olisi voinut olla useammassa paikassa tarkempien tulosten saamiseksi. Lämmittimiä purkamalla päästiin hyvin perille niiden rakenteesta ja kohteista, joiden suunnittelussa voisi olla parannettavaa.

Asiasanat (avainsanat)

Akku, Eberspächer, lämmitin, Webasto

Sivumäärä	**Kieli**	**URN**
42	Suomi	

Huomautus (huomautukset liitteistä)

Ohjaavan opettajan nimi Juhani Martikainen	**Opinnäytetyön toimeksiantaja**

DESCRIPTION

MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	**Date of the bachelor's thesis** 16.4.2012
Author Lari Ripatti	**Degree programme and option** Car and transportation technology

Name of the bachelor's thesis

Comparison of fuel operated auxiliary heaters

Abstract

The purpose of this thesis was to examine and compare differences between two different brands of fuel operated heaters. One goal was also to find out the most general issues which effects the reliability of operations and by that to define solutions which makes the maintenance interval longer.

Eberspächer and Webasto are the most famous auxiliary heaters. The both manufacturers have many different kind of auxiliary heaters and that´s why the thesis concentrated only on heaters which operate with diesel. The examinated heaters were from five to ten years old and output power was about 4-5 kilowatts. First, the thesis introduced the basics of the auxiliary heaters and second, it focused on structural differences.

The theoretical part started with clarification of modelmarks and after that there was comparison of accessories. According to Tekniikan Maailma was comparison of fuel consumption and emissions. One of the most common fault with auxiliary heaters is that battery´s ability to operate is compromised by frost. That´s why it is important to find a solution to warm up the battery. In this thesis the battery was heated up with exhaust gases and water. Battery fluid warmed in both measurements therefore the goal was achieved.

.

Subject headings, (keywords)

Battery, Eberspächer, heater, Webasto

Pages	Language	URN
42	Finnish	

Remarks, notes on appendices

Tutor Juhani Martikainen	**Bachelor's thesis assigned by**

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO 1

2 LÄMMITTIMIEN TAUSTATIETOA 2

2.1 Eberspächer 2

2.2 Webasto 3

3 VESILÄMMITTIMEN TOIMINTAPERIAATE 3

4 LÄMMITTIMIEN MALLIMERKINTÖJEN SELVITYS JA TEHOVAATIMUKSET ERILAISIIN KÄYTTÖTARKOITUKSIIN 7

4.1 Eberspächerin mallimerkinnät 7

4.2 Webaston mallimerkinnät 8

4.3 Sopivan tehoisen lämmittimen valinta 8

5 TALOUDELLISUUS JA PÄÄSTÖT LÄMMITTIMISSÄ 9

6 LISÄVARUSTEET JA KÄYTETTÄVYYS 11

7 EBERSPÄCHERIN JA WEBASTON RAKENNE 13

7.1 Eberspächer-vesilämmittimien rakenne 14

7.2 Webasto-vesilämmittimien rakenne 17

7.3 Lämmittimien rakenteiden vertailu 21

8 TOIMIMATTOMUUTEEN JOHTAVAT VIAT JA NIIDEN ENNALTAEHKÄISY LISÄLÄMMITTIMISSÄ 23

9 AKUN LÄMMITYS POLTTOAINEKÄYTTÖISEN LISÄLÄMMITTIMEN PAKOKAASUJEN HUKKALÄMMÖLLÄ 27

9.1 Mittauksen valmisteleminen 27

9.2 Ensimmäinen mittaus 29

9.3 Toinen mittaus 31

9.4 Kolmas mittaus 34

10 JOHTOPÄÄTÖKSET 36

LÄHTEET 40

LIITE

1. Lämpötilan vaikutus akun kapasiteettiin.

1 JOHDANTO

Polttoainekäyttöisten lämmittimen käyttö autoissa on yleistynyt selkeästi 2000-luvun taitteessa ja sen jälkeen. Monet valitsevat polttoainekäyttöisen lisä- tai taukolämmittimen lisävarustelistasta uutta autoa tilatessa tai sitten asennuttavat sen jälkikäteen autoonsa siksi, että heillä ei ole mahdollisuutta esilämmittää moottoria verkkovirran avulla. Laite ei tarvitse lainkaan verkkovirtaa toimiakseen, sillä se hyödyntää polttoaineesta ja auton akusta saatavaa energiaa lämmön tuottamiseen. Voi myös olla, että lisälämmitin valitaan autoon mukavuussyistä, sillä kyseisten laitteiden käyttö on tehty todella helpoksi kauko-ohjaus- ja ajastusmahdollisuuksien avulla.

Yksi syy, joka on myös edesauttanut polttoainekäyttöisten lisälämmittimien suosion kasvua, on nykyaikaisten polttomoottorien taloudellisuus. Toisin sanoen moottorien pieni polttoaineen kulutus tarkoittaa sitä, että hukkalämpöä syntyy liian vähän auton sisätilojen lämmittämiseen ja moottorin tavoitelämpötilan ylläpitämiseksi talvipakkasilla. Heikko lämpeneminen kylmällä säällä oli ensin enimmäkseen pihien dieselmoottoreiden ongelma, mutta nykypäivänä koskee myös bensiinimoottoreita, joiden kulutus on saatu erittäin alhaiseksi. Kulutuslukemien laskun seurauksena autotehtaat ovat alkaneet asentamaan uusiin autoihin vakiovarusteena ajon aikana toimivia polttoainekäyttöisiä lisälämmittimiä, jotta moottorin ja sisätilojen lämpötila saadaan pysymään halutun suuruisena.

Tehtaalla ja jälkiasennuksena laitettuja polttoainekäyttöisiä lisälämmittimiä on käytössä enimmäkseen kahta eri merkkiä. Nämä kaksi vaihtoehtoa ovat Eberspächer ja Webasto, joita käsitellään tässä opinnäytetyössä. Erityisesti ajon aikana käynnistyvät lisälämmittimet vikaantuvat helposti ja tarkoitus on selvittää, kuinka vikaantumista voisi vähentää. Kiinnostuksen kohteena ovat myös kahden eri merkin käytännön eroavaisuudet lisälämmittimen ostopäätöstä tehtäessä sekä rakenne-erot merkkien välillä.

Lopuksi selvitetään, kuinka akun lämpötila vaikuttaa sen toimintaan. Pakkasen lannistaman akun lämmitykseen on keksitty verkkovirralla toimiva ratkaisu, joka parantaa huomattavasti sen ominaisuuksia, mutta mitä jos verkkovirtaa ei olekaan saatavilla? Tähän ongelmaan mietitään ratkaisua käyttämällä hyväksi lisälämmittimen pakokaasujen hukkalämpöä ja tehdään mittauksia akun lämmittämiseen liittyen.

2 LÄMMITTIMIEN TAUSTATIETOA

Kaksi polttoainekäyttöisiä lisälämmittimiä valmistavaa yritystä kilpailee suosiostaan maailmalla. Eberspächer ja Webasto ovat molemmat saksalaisvalmisteisia tuotteita, mutta jostain syystä toinen merkeistä tunnetaan ainakin Suomessa paremmin. Yleisesti keskustellessa autojen polttoainekäyttöisistä lisälämmittimistä kuulee puhuttavan Webastosta. Eberspächer on sanahirviö, josta monikaan autoilija ei ole kuullut, vaikka saattaa omistaa kyseisen lämmittimen kulkuneuvossaan. Webasto-sana on helpompi lausua kuin kilpailijansa nimi, ja siitä onkin muodostunut käsite, jolla yleensä tarkoitetaan vain yleisesti polttoainelämmittimiä todellisesta merkistä välittämättä.

2.1 Eberspächer

Eberspächer (kuva 1) on saksalainen perheyritys, joka on perustettu vuonna 1865. Yritys keskittyy erityisesti ajoneuvojen lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiin sekä pakokaasuteknologiaan valmistamalla esimerkiksi äänenvaimentimia autoihin. Suurin osa yrityksen tuotteista valmistetaan Eurooppaan, Pohjois-Amerikkaan ja Aasiaan. Eberspächerillä on maailmanlaajuisesti yli kuusikymmentä toimipistettä 26 maassa, ja ne työllistävät noin 6000 henkilöä. Suurinta kasvua Eberspächerillä tapahtuu neljässä maassa, jotka ovat Brasilia, Venäjä, Intia ja Kiina. /1./

Eberspächer
A world of comfort

KUVA 1. Eberspächerin logo /2/

Suomessa Eberspächer lisälämmittimet maahantuo Wihuri Oy Tekninen Kauppa joka sijaitsee Vantaalla. Jälleenmyyjiä Eberspächer -lämmittimille on Suomessa jo 152 paikkakunnalla /3/.

2.2 Webasto

Webasto (kuva 2) on saksalainen yritys, joka on perustamisestaan 1901 valmistanut liikkumisen mukavuutta lisääviä laitteita erilaisiin kulkuneuvoihin. Jo 30-luvulla se keskittyi autoteollisuuteen ja kehitti ensimmäiset kattoluukut henkilö- ja linja-autoihin. Vuonna 1936 yritys alkoi valmistaa lämmityslaitteita, joista tehdas varsinkin Suomessa tunnetaan, sekä viimein 60-luvulla nykyaikaiset ilmastointilaitteet. Webastolla on kolme toimialaa, joita ovat polttoainekäyttöiset lisälämmittimet, ammattiliikenteen suosimat ilmastointilaitteet ja Hollandia-kattoluukut, jotka ovat yli 20 autotehtaan ensiasennukseensa hyväksymiä lisävarusteita. /4./

KUVA 2. Webaston logo /5/

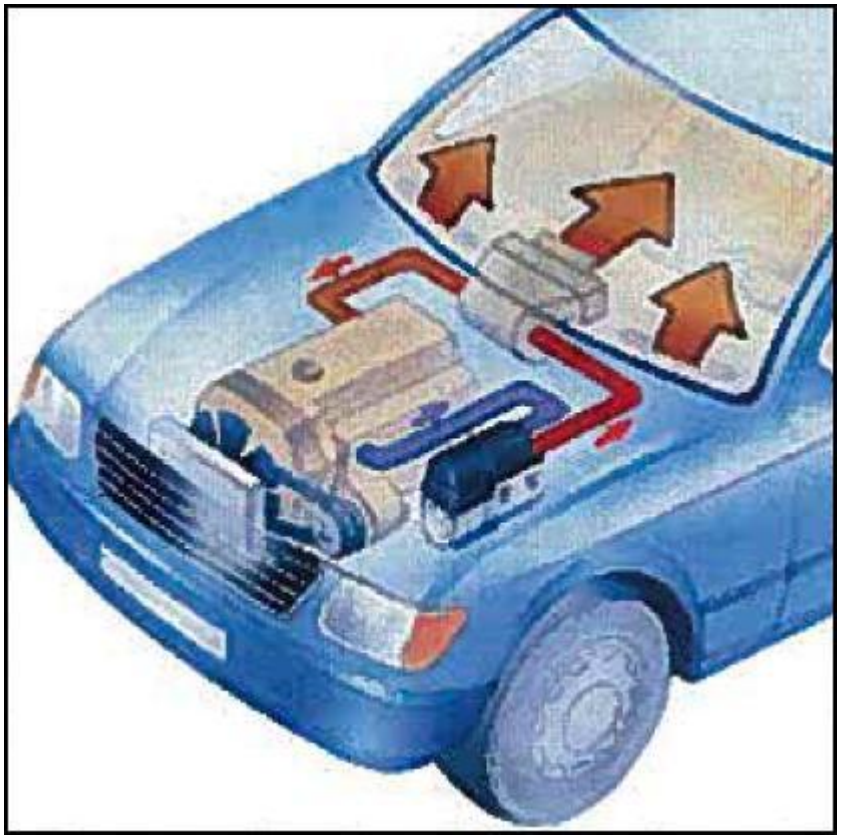
Webastojen maahantuoja Suomessa on Oy Kaha Ab, joka sijaitsee myös Vantaalla. Autolämmittimien jälleenmyynti on levittäytynyt ympäri Suomea kattaen jo 107 eri paikkakuntaa /6/.

3 VESILÄMMITTIMEN TOIMINTAPERIAATE

Vesilämmittimien perustoimintaperiaate on hyvin samanlainen kaikilla lämmitinmerkeillä, mutta kytkentätapa autoon voi tehdä pieniä muutoksia käytettävyyteen. Tehdasasennetut Webastot ja Eberspächerit käynnistyvät yleensä vasta siinä vaiheessa, kun auto käynnistetään, jolloin ne alkavat tuottaa lisää lämpöä vesikiertoon nopeuttaen moottorin lämpenemistä ja vähentäen kylmän moottorin tuottamia pakokaasupäästöjä (ajonaikaiset lisälämmittimet). Voi olla myös mahdollista, että tehdasasennettu

lisälämmitin on kytketty lämmittämään ainoastaan auton sisätiloja moottorin lämpenemisestä välittämättä.

Jälkeenpäin asennetut lämmittimet toimivat yleensä moottorin esilämmittimenä, joka on parempi erityisesti moottorin kulumista ja kylmäkäynnistyspäästöjä ajatellen. Lämmittimen saa yleensä kytkettyä päälle joko kaukosäätimellä, auton sisälle asennetulla kellolla tai vaikka kännykällä. Myös tehdasasennettuihin lämmittimiin voidaan ostaa lisävarusteena kellosarjoja tai kaukosäätimiä, jos haluaa ajonaikaisesta lämmittimestä esilämmittimen. Jälkiasennetut lämmittimet taas saadaan toimimaan ajon aikaisena lisälämmittimenä, mutta ajon aikaisen lämmityksen tarve olisi hyvä tietää jo lämmitinlaitetta ostaessa, jotta pystytään valitsemaan sellainen lämmitin, jossa siihen on mahdollisuus. Kuvassa 3 lisälämmittimen lämmittämä jäähdytysneste kiertää lämmityskennon kautta moottoriin ja taas takaisin lisälämmittimeen. Auton sisätilanpuhallin siirtää lämmittimen tuottamaa energiaa lämmityskennon kautta auton sisätiloihin ja sulattaa kätevästi samalla esimerkiksi jäiset ikkunat.

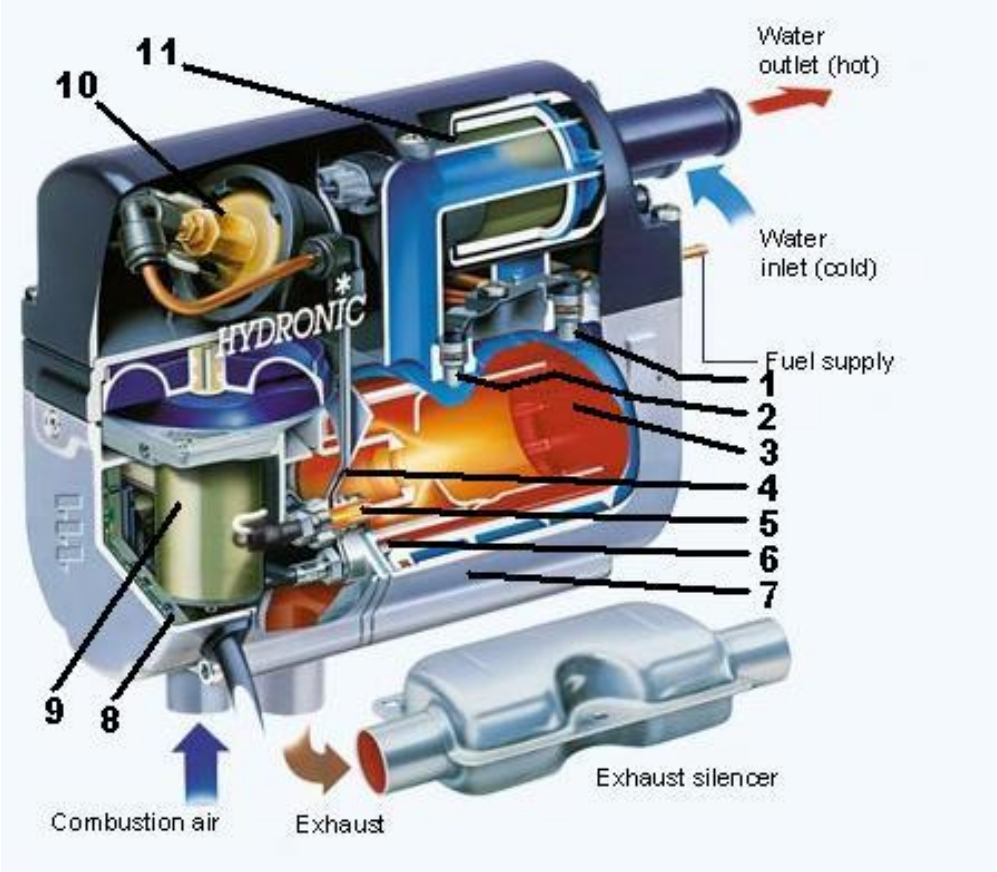


KUVA 3. Lämmittimen toimintaperiaate /7/

Kun lisälämmittimen ohjainlaite on saanut käynnistyssignaalin esimerkiksi auton moottorin ohjainlaitteelta tai kellokytkimeltä, se alkaa valmistella palotapahtuman alkua. Ensimmäisenä lämmittimen anturoinnin on kuitenkin määriteltävä ulkoilman ja moottorin jäähdytinnesteen lämpötilaa. Jos moottorin lämpötila tai ulkoilma on tarpeeksi lämmintä, silloin lämmitin ei kytkeydy päälle ollenkaan. Jos anturointi huomaa lämmitykselle olevan tarvetta, silloin ohjainlaite alkaa aktivoida lämmittimen eri komponentteja. Ensimmäisenä käynnistyy kiertovesipumppu ja sitten paloilmapuhallin, joka puhaltaa laitteen puhtaaksi vanhoista pakokaasuista tai polttoainehöyryistä pyörimällä noin 15 sekunnin ajan. Seuraavaksi hehkutulppa alkaa kuumentua ja paloilmapuhallin lähtee pyörimään uudelleen. Hetken kuluttua lämpötilan noustua tarpeeksi polttoainepumppu käynnistyy ja alkaa syöttää polttoainetta höyrystinosaan. Palopesään muodostuu polttoaineilmaseos, joka höyrystyy ja syttyy, kunnes hehkutulppa on kuumentanut sen leimahduspisteeseen. /8./

Palamistapahtuman alettua polttoainepumppu alkaa pumpata enemmän polttoainetta, paloilmapuhaltimen pyörimisnopeus kasvaa ja palaminen voimistuu palokammiossa. Seuraavana pakokanavassa sijaitseva liekkivahti rekisteröi pakokaasujen lämpötilan kohoamisen. Kun edeltä asetettu lämpötilan ohjearvo pakokaasussa on saavutettu, kytkeytyy hehkutulppa pienellä viiveellä pois päältä, jolloin liekki jää palamaan itsenäisesti. Nyt lämmitin toimii täysteholla. Palokammion liekki ja pakokaasut kuumentavat lämmönvaihdinta, jonka sisällä moottorin jäähdytysneste kiertää sähköisen vesipumpun avustamana. Lämmittimen elektroninen ohjainlaite säätää polttoainepumpun tuottoa sähköimpulssien taajuudella ja paloilmapuhaltimen pyörintänopeutta jäähdytysnesteen lämpötilatunnistimien antamien signaalien mukaan. Nesteen kuumenemista tarkkailee kaksi anturia, vedenlämpötunnistin sekä ylikuumenemistunnistin, jotka sijaitsevat lämmönvaihtimessa. /9./

Kuvassa 4 on osoitettu mustien viivojen avulla lämmittimen yleisimmät komponentit ja numeroiden selitykset löytyy taulukosta 1. Kuva on Eberspächerin Hydronic-lämmittimestä, mutta Webaston vesilämmittimen poikkileikkaus olisi lähes samanlainen. Suurin ero lämmitinmerkkien välillä on komponenttien erilainen sijoittelu.



KUVA 4. Lämmittimen komponentit /10/

TAULUKKO 1. Numeroitujen komponenttien selitykset

Osan numero	**Komponentin nimi**
1	Ylikuumenemistunnistin
2	Vedenlämpötunnistin
3	Palopesä
4	Höyrystin
5	Hehkutulppa
6	Liekkivahti
7	Lämmönvaihdin
8	Ohjainlaite
9	Paloilman puhallinmoottori
10	Polttonesteen annostelupumppu
11	Kiertovesipumppu

Kun lämmitin on saavuttanut halutun lämpötilan jäähdytysnesteessä, se kytkeytyy pienemmälle teholle tai sammuu kokonaan. Polttoaineen annostelua sekä paloilmapu-

haltimen nopeutta pienentämällä teho laskee, ja kun laite kytketään kokonaan pois toiminnasta, polttoaineen syöttö katkaistaan ja näin ollen liekki sammuu. Sammutuksen jälkeen lämmitin käy noin 100 sekunnin mittaisen jälkikäynnin /9/. Silloin vesipumppu ja paloilmapuhallin pyörivät vielä jonkin aikaa, jotta saadaan palopesän loputkin pakokaasut ulos ja lämpötilaa tasattua nesteitä kierrättämällä.

4 LÄMMITTIMIEN MALLIMERKINTÖJEN SELVITYS JA TEHOVAATIMUKSET ERILAISIIN KÄYTTÖTARKOITUKSIIN

Kun hankitaan lisälämmitintä autoon, ensin tulisi tietää, minkälaiseen käyttötarkoitukseen se on tulossa. Käyttötarkoituksena voi olla ajonaikainen lisälämmitys, esilämmitys tai sitten molemmat vaihtoehdot. Moottorin tilavuus vaikuttaa myös olennaisesti lämmittimen hankinnassa. Sekä Eberspächerillä että Webastolla on valtavasti erilaisia lämmitinmalleja, joiden teknisistä eroavaisuuksista on vaikea ottaa selvää, ellei ymmärrä, mitä mallimerkinnät yrittävät kertoa. Molempien lämmitinvalmistajien mallimerkinnät kertovat muun muassa lämmittimen tehon ja lämmitintyypin, eli onko kyseessä ilmaa vai vettä lämmittävä malli.

4.1 Eberspächerin mallimerkinnät

Kyseinen valmistaja käyttää muun muassa seuraavanlaisia mallimerkintöjä vesilämmittimissään: Hydronic D5WS, B4WS ja D3WZ. Jotta mallimerkinnöistä selviäisi jotain, on tiedettävä kirjainlyhenteiden tarkoitus. Taulukossa 2 on selvitetty Eberspächerin mallimerkintöjen kirjainlyhenteet.

TAULUKKO 2. Eberspächerin mallimerkintöjen kirjainlyhenteet

Kirjainlyhenne	Merkitys
D	Dieselkäyttöinen
B	Bensiinikäyttöinen
5	Lämmitysteho noin 5 kilowattia
W	Water, vesikäyttöinen
S	Vesi ja polttoainepumppu erillään lämmittimestä
C	Compact, integroitu rakenne
Z	Automaattinen lisälämmitys ajon aikana

Eberspächerin valmistamissa lämmittimissä mallimerkinnät ovat hyvin selkeät kun tietää mitä kirjainlyhenteet tarkoittavat. Mallimerkintänä voi olla myös esimerkiksi Airtronic D2, joka ei ole vesilämmitin, vaan tarkoittaa kahden kilowatin tehoista dieselpolttoaineella toimivaa ilmalämmitintä.

4.2 Webaston mallimerkinnät

Webaston mallimerkinnät poikkeavat melko paljon kilpailijastaan. Merkinnät ovat hieman puutteellisia ja jättävät lämmittimestä kiinnostuneen henkilön enemmän epätietoiseksi tuotteesta. Webaston lisälämmittimissä merkinnät voivat olla esimerkiksi seuraavanlaisia: Thermotop C, Thermotop P, Thermotop Z, Thermotop E, Thermo 300 tai Airtop 5500Evo. Taulukossa 3 on selvitetty Webaston mallimerkintöjä.

TAULUKKO 3. Webaston mallimerkinnät

Kirjainlyhenne	**Merkitys**
Thermotop	Vesilämmitin, käyttöjännite 12 volttia
C	Esilämmitykseen + ajonaikaiseen lisälämmitykseen, teho 5,2kw
P	Power, sama kuin C malli, mutta tehokkaammalla vesipumpulla
E	Esilämmitykseen + ajonaikaiseen lisälämmitykseen, teho 4,2kw
Z	Automaattiseen lisälämmitykseen ajon aikana, teho 5kw
Thermo 300	Vesilämmitin, käyttöjännite 24 volttia, teho 30 kilowattia
Airtop 5500Evo	Ilmalämmitin, teho 5 kilowattia

Webaston Thermotop – lämmittimissä mallimerkinnät eivät suoranaisesti kerro lämmittimen tehoa, vaan se pitää tietää kirjaimen perusteella. Thermo- ja Airtop – malleissa numerot kertovat selkeämmin lämmitystehon suuruuden. Mallimerkinnät eivät myöskään paljasta onko laite bensiini vai dieselkäyttöinen. Joitain yhteneväisyyksiäkin löytyi kahden valmistajan väliltä, kuten Z kirjainlyhenne, joka kertoo lämmittimen toimivan automaattisesti ajon aikana.

4.3 Sopivan tehoisen lämmittimen valinta

Lisälämmittimen tehontarve määräytyy monen eri asian summana, joista kuitenkin tärkein on moottorin tilavuus. Lämmittimien valmistajat suosittelevat kuutiotilavuu-

deltaan yli kaksilitraisiin moottoreihin tehokkaampaa 5kw:n mallia (Hydronic 5 tai Thermotop C). Siitä pienempiin moottoreihin riittää yleensä noin neljän kilowatin lämmitysteho. /11./

Jos valitsee autoonsa liian tehottoman lämmittimen, ongelmaksi koituu lähinnä lämmitysajan pituus ja sitä kautta akun varaustilan lasku. Ensimmäinen lämmityskerta ei välttämättä aiheuta vielä ongelmia, mutta pitkät lämmitysajat kovilla pakkasilla yhdistettynä lyhyeen ajoon voivat olla jo kolmannen kerran jälkeen liikaa akulle. Kylmällä säällä virran vastaanottokyky akussa on paljon huonompi, kuin lämpimällä kelillä, koska kylmässä kemialliset reaktiot hidastuvat. Hyvä sääntö on, että ajokerta lämmityksen jälkeen tulisi olla vähintään yhtä pitkä kuin lämmitysaika. Tehokkaampi lämmitin täten lyhentää lämmitysaikaa ja säästää lopulta akkua. Pienempi lämmitin voi tulla kysymykseen jos ajomatkat ovat pitkät, mikä kompensoi pidemmän lämmitysajan. /11./

Kannattaa muistaa, että moottorin tilavuuden lisäksi moni muukin asia vaikuttaa tehontarpeeseen. Eteläisessä Suomessa on selvästi leudommat talvet kuin pohjoisessa, ja isossa tila-autossa on enemmän lämmitettävää sisätilaa kuin pienessä Smartissa, vaikka moottorintilavuudet olisivatkin samat. Lämmittimen tehosta ei siis kannattaisi tinkiä, sillä hintaerokin on todella pieni neljän ja viiden kilowatin lämmittimien välillä. Mikäli lämmitin on liian tehoton autoon, sen perimmäinen tarkoitus ja hyöty katoavat. /11./

5 TALOUDELLISUUS JA PÄÄSTÖT LÄMMITTIMISSÄ

Tekniikan Maailma testasi numerossa 17/07 Eberspächer- ja Webasto -lämmittimien hyötysuhteita kuumentamalla 20 litran jäähdytysnestemäärää 20 asteen pakkasessa. Testissä mitattiin lämmittimelle menevän ja sieltä tulevan nestevirtauksen lämpötiloja, sekä myös nesteen massavirtaa. Lisäksi polttoaineen ja tehon kulutusta, sekä pakokaasupäästöjä seurattiin tarkoilla laitteilla. Koska lisälämmittimien päästöt ovat todella matalat, ne selvitettiin samanlaisella emissiomittauslaitteistolla kuin mitä autojen tyyppihyväksyntämittauksessa käytetään. Kulutetun polttoaineen määrä lämmityksessä mitattiin punnitsemalla polttoaine. /12, s.135./

Hyötysuhteiden vertailuun otettiin molemmilta lämmitinvalmistajilta noin viisi kilowattiset dieselpolttoaineella toimivat vesilämmittimet. Eberspächerin vertailtavana lämmittimenä toimi Hydronic D5WSC, jonka ilmoitettu teho oli tasan 5 kilowattia. Taisteluparina oli Webaston Thermo Top C, jonka ilmoitettu teho oli hieman suurempi, eli 5,2 kilowattia. /12, s.135./

Testissä huomattiin pakokaasupäästöjen olevan koostumukseltaan hyvin erilasia lämmittimien välillä. Eberspächer oli säädetty paljon rikkaammalle seokselle kuin Webasto. Ilmiö näkyi selvästi lämmittimen hiilivety- ja hiilimonoksidipäästöissä, jotka olivat moninkertaisia Webastoon verrattuna. HC -päästöt olivat Eberspächerillä 0,08 grammaa testiä kohden, kun Webaston vastaava luku oli 0,01 grammaa. CO -päästöissä ero oli vielä suurempi vastaavien arvojen ollessa 4,77 ja 0,47 grammaa. Typenoksidit olivat Webastolla noin 5 prosenttia korkeammat kuin kilpailijallaan. Päästöjen osalta voidaan todeta Webaston voittaneen selkeästi. /12, s.135./

Mitatuissa polttoaineen kulutuksissa oli minimaalinen 0,008 litran ero Webaston hyväksi. Pieni ero kulutuksessa selittyy Eberspächerin rikkaammalla seoksella. Yhden mittausjakson aikana Eberspächer kulutti 0,263 litraa ja Webasto 0,255 litraa dieselpolttoainetta, jolloin ero on noin kolme prosenttia. Polttoaineen kulutusero on kuitenkin lähes merkityksetön, jos mietitään kuinka monta euroa vuoden aikana säästäisi omistaessaan vaihtoehdoista vähemmän kuluttavan lämmittimen. Dieselin hinnan ollessa 1,5 euroa litralta, säästäisi Webaston omistaja 1,2 senttiä joka lämmityskerralla Eberspächeriin verrattuna. 125 lämmityskertaa toisi litran säästön polttoainekuluissa. Polttoaineenkulutusero näkyi osittain myös lämmittimien tuottamassa lämmössä. Vaikka Webaston ilmoitettu teho on 0,2 kilowattia suurempi, tuotti Eberspächer Tekniikan Maailman mittauksissa enemmän lämpöä. Tehtaan ilmoittamat tuntikulutukset on Eberspächerillä 0,27 – 0,62 litraa ja Webastolla 0,3 – 0,61 litraa tunnissa. /12, s.135./

Tekniikan Maailman tekemän sähkönkulutusmittauksen perusteella selvisi, että laitteet vievät jonkin verran enemmän tehoa kuin mitä valmistajat ovat ilmoittaneet. Tehon kulutus mitattiin keskimääräisen kulutuksen mukaan eli siihen otettiin mukaan myös hehkutuksen aikainen kulutus. Hehkutuksen aikana mitattu tehon kulutus oli reilun 100 wattia. Keskimääräinen tehon kulutus lämmitysjakson aikana hehkutus mukaan

lukien oli Eberspächerillä 53 wattia vaikka ilmoitettu lukema on vain 50 wattia. Webaston tehon kulutus mitattuna oli keskimäärin 59 wattia, mutta lämmitinvalmistajan ilmoittama kulutuslukema olikin ainoastaan 42 wattia, joka poikkeaa jo erittäin paljon todellisuudesta. Mittausten perusteella Eberspächer vetää pidemmän korren tehon kulutuksessa, vaikkakin ilmoitettujen lukemien perusteella Webasto olisi vienyt voiton. /12, s.136./

6 LISÄVARUSTEET JA KÄYTETTÄVYYS

Molempiin vertailussa oleviin lämmittimiin on saatavilla lisävarusteita, jotka tekevät käytöstä mielekästä ja helppoa. Kaksi yleisintä varustetta tänä päivänä ovat auton sisälle asennettava ajastinkello ja radiokauko-ohjain, jolla lämmittimen saa käyntiin jopa tuhannen metrin etäisyydeltä yhdellä napin painalluksella. Yleensä kauko-ohjain otetaan lämmittimeen sen takia, jos esimerkiksi työajat ovat vaihtelevia, eikä lähtöaikaa voi etukäteen tietää. Säännöllisiin työaikoihin ajastinkello on toimiva vaihtoehto, kun tiedetään lähtöajan olevan joka päivä sama.

Eberspächeriin saatava peruskellokytkin vuorokausiajastuksella on hinnaltaan todella edullinen, reilun 80 euroa. Peruskellokytkintä edistyksellisempi Easystart T -malli on hinnaltaan kymmenen euroa kalliimpi, mutta sisältää jo runsaammin lämmitysasetuksia eli kolme ohjelmointipaikkaa viikkoajastuksella sekä vikadiagnoosin. Kellolaitteelle riittää, että sille ilmoitetaan, milloin auto halutaan käynnistää. Se siis laskee itse ulkoilman lämpötilan mukaan, mikä on sopiva ajankohta lämmityksen alkamiselle. Kellolaitteesta voi valita kahdesta vaihtoehdosta halutun mukavuustason sisätilan lämpötilaa ajatellen, joka vaikuttaa myös lämmityksen alkamisajankohtaan. Lisäksi Eberspächeriin on saatavana Easystart R+ -ohjelmoitava kaukosäädin, johon Easystart T:n toiminnot on integroitu. Vaikka signaalin kantomatka onkin jopa kilometrin verran, kauko-ohjain on varustettu paluusignaalilla, joka kertoo lämmityskäskyn menneen auton vastaanottimelle asti. Hintaa kauko-ohjaimella on 325 euroa. Kuvassa 5 on Eberspächerin kellokytkimet ja kauko-ohjain. /13; 15./

KUVA 5. Peruskellokytkin, Easystart T ja Easystart R+ /15/

Uusin käyttöä helpottava keksintö polttoainekäyttöisille lisälämmittimille on GSM-ohjain. Autoon asennetaan vastaanotin, joka toimii kuten kännykkä, eli siihen soittamalla tai tekstiviestin laittamalla lämmitin saa käynnistyskäskyn. Keksintönä tämä on erittäin oivallinen, koska auton voi laittaa lämpenemään vaikka junamatkalla puoli tuntia ennen määränpäähän saapumista, jolloin kauko-ohjaimen kantama ei vielä ylettäisi käynnistämään lisälämmitintä. Kyseisen laitteen ylläpito maksaa hieman, sillä se tarvitsee oman puhelinliittymän johon tekstiviestit ja puhelut laitetaan. GSM-ohjain Embelin hankintahinta Hydronic-lämmittimiin on 350 euroa /15/.

Webastolla on myös saatavana 80 eurolla peruskellokytkin, jossa on kolme ohjelmointipaikkaa, mutta vain vuorokausiajastuksella. Viikkokellovaihtoehtoa ei ole, joten se karsii luultavasti monia ostajaehdokkaita Eberspächerin jälleenmyyjien iloksi. Kauko-ohjainvaihtoehtoja on kaksi, Telestart T91 ja Telestart T100HTM. Ensin mainitulla on hintaa 330 euroa ja mahdollisuus on ainoastaan kytkeä lämmitin päälle ja pois päältä. Molemmat kauko-ohjaimet on varustettu paluusignaalilla ja kantama on noin 1000 metriä. T100HTM – malli on vain 60 euroa T91:tä kalliimpi, mutta sisältää silti huomattavasti enemmän toimintoja. Toimintoina ovat viisi mukavuustasovalintaa, sisätilojen lämpötilan näyttö sekä Heating Time Management (HTM), joka laskee lämmitysjakson alkamishetken lähtöajankohdan ja ulkolämpötilan perusteella. Webaston Thermotop C-, E- ja P-malleihin saa myös GSM-ohjain Embelin 350 euron hinnalla. Kuvassa 6 on Webaston kellolaite ja kauko-ohjaimet. /14; 16./

KUVA 6. Peruskellolaite, Telestart T91 ja Telestart T100HTM /16/

Kosmeettisista seikoista voi olla montaa mieltä, mutta omasta mielestäni Webaston lisävarusteiden muotoilu on sekä kellon että kauko-ohjaimen osalta paljon nykyaikaisempaa kuin Eberspächerillä. Käytettävyydessä Eberspächer on kuitenkin kehittyneempi viikkokellonsa ansiosta. Hankintakustannuksia vertailtaessa Eberspächerin D5WSC -lämmittimen hinta peruskellokytkimellä on vajaan 930 euroa ja Easystart R+ kauko-ohjauksella 1150 euroa. Webaston Thermotop C peruskellokytkimellä kustantaa 960 euroa ja Telestart T100HTM – kauko-ohjaimella 1210 euroa. Webaston tuotteet ovat siis aavistuksen kalliimpia kuin kilpailijallaan. /13; 14./

7 EBERSPÄCHERIN JA WEBASTON RAKENNE

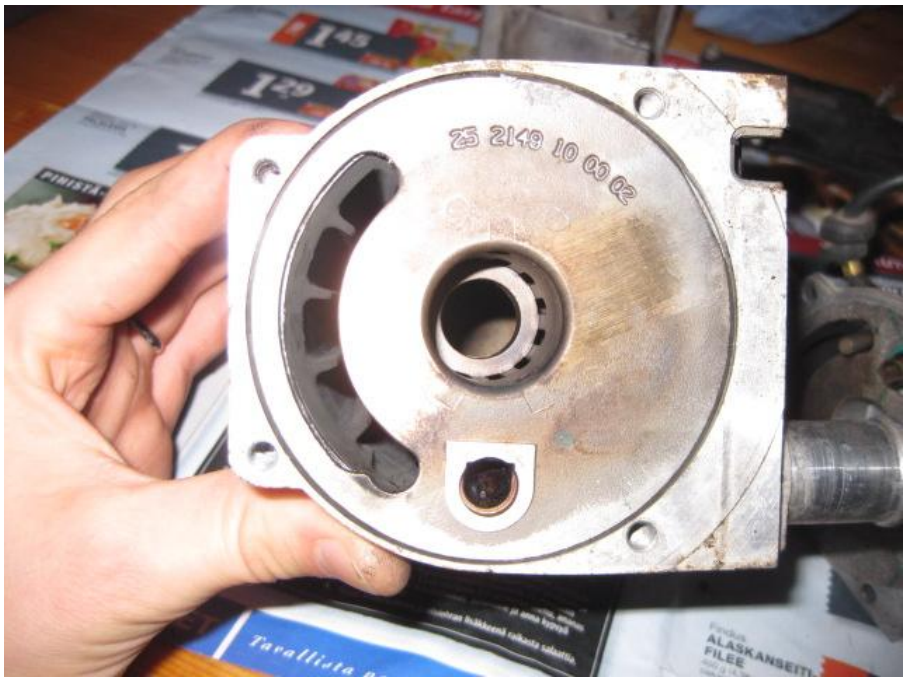
Rakenne-erojen tutkimiseen yritettiin haalia noin viiden vuoden ikäisiä lämmittimiä molemmilta valmistajilta. Tarkastelun kohteena oli siis ainoastaan dieselpolttoaineella toimivat 4-5 kilowatin tehoiset vesilämmittimet. Mikkelissä Eberspächereitä sekä Webastoja jälleenmyy ja korjaa Misra Oy, jolta saatiin lainattua muutama rikkinäinen lämmitin purettavaksi. Rikkinäisiä lämmittimiä olisi ollut myös mahdollista ostaa hintaan 50 euroa kappale, mutta sitä ei koettu järkeväksi valinnaksi, koska kaikissa toimimattomuuden aiheutti arvokas ohjainlaite. Tutuilta saatiin myös pari toimimatonta lämmitintä tarkasteltavaksi, joten lämmittimiä oli nyt yhteensä viisi. Kaksi Eberspächeriä ja kolme Webastoa. Jostain syystä rikkinäisten Eberspächereiden löytäminen oli huomattavasti hankalampaa kuin Webastojen. Liekö Webastot ovat vikaherkempiä tai niitä on aikanaan asennettu autoihin enemmän, siihen en vielä ota kantaa.

7.1 Eberspächer-vesilämmittimien rakenne

Eberspächeriltä tarkasteltavana oli kaksi eritehoista dieselpolttoaineella toimivaa vesilämmitintä, jotka olivat malleiltaan D5WS ja D4WS. Laitteen purkaminen onnistui helposti, kun kaikki ruuvit lähtivät suosiolla auki, eikä mitään erikoistyökalujakaan tarvinnut lähteä ostamaan. Ensimmäiseksi tarkastelun kohteeksi otettiin palopesä, johon kuuluu myös höyrystin. Alapuolelta katsottuna palopesä oli todella siistin näköinen, eikä karstaa näkynyt lainkaan. Kiinnostus kuitenkin heräsi mennä pintaa syvemmälle, jotta saisi paremman käsityksen höyrystimestä, jota ei aluksi näkynyt missään. Täten palopesä sahattiin rautasahalla poikki, jolloin höyrystin saatiin näkyville. Höyrystin näytti koostuvan metalliverkosta, jonka alla oli huokoista kuumaa kestävää materiaalia, jossa polttoaine höyrystyy. Hehkutulppa sijaitsi höyrystimen toisella reunalla samassa reiässä, josta polttoaine valuu höyrystinpinnalle. Paloilma puhalletaan palopesään höyrystimen keskeltä. Kuvassa 7 on palopesä alhaalta päin kuvattuna, ja kuvassa 8 höyrystin sahattuna irti palopesästä. Kuvassa 9 palopesä on ylhäältä päin kuvattuna lämmönvaihtimen sisälle asetettuna, jolloin näkyy hehkutulpan ja polttoaine suuttimen reikä (pieni reikä), sekä keskellä oleva paloilmareikä.

KUVA 7. Eberspächerin palopesä

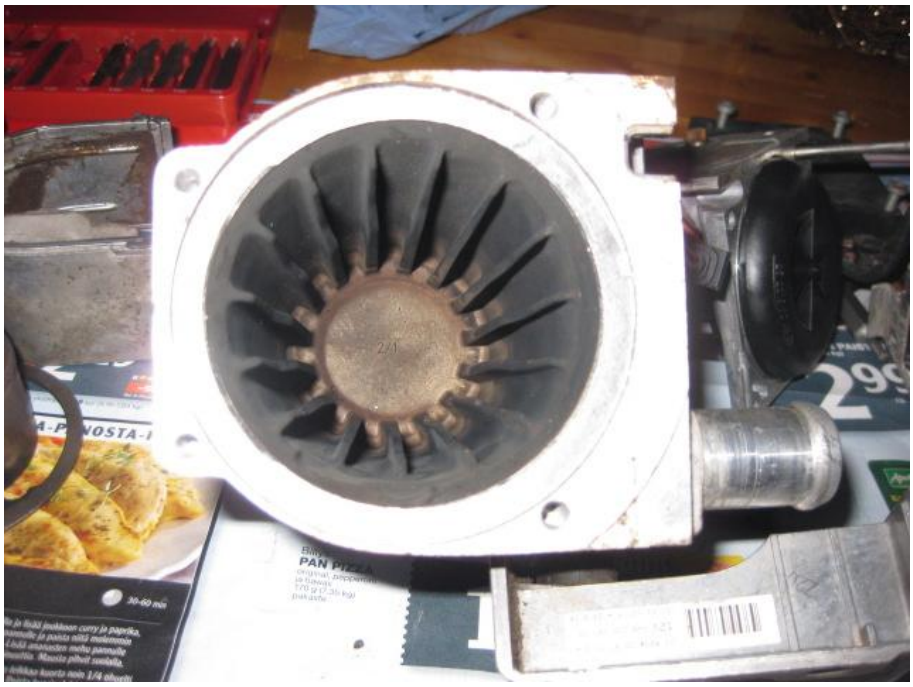
KUVA 8. Eberspächerin höyrystin sahattuna irti palopesästä



KUVA 9. Eberspächerin palopesä/höyrystin lämmönvaihtimen sisällä

Kaarevan aukon tarkoitus kuvassa 9 on ohjata palokaasut pakoputkeen sen jälkeen, kun ne ovat lämmittäneet lämmönvaihdinta. Kaarevaan aukkoon tulee myös liekkivahtianturi, joka tarkkailee pakokaasujen lämpötilaa ja palamisprosessia. Jos pakokaasujen lämpötila ei ala kohoamaa vaikka hehku kuumenee ja polttoainetta syötetään, silloin liekki ei ole syttynyt ja laite voi mennä vikatilaan. Vesitäytteinen lämmönvaih-

din on muotoiltu niin, että se pystyy siirtämään mahdollisimman paljon lämpöenergiaa pakokaasuista veteen (kuva 10). Vettä kierrätetään yleensä erillisen vesipumpun avustamana, joka voi olla integroituna lämmittimen sisälle, tai sitten asennettuna vesiletkuun.



KUVA 10. Eberspächerin lämmönvaihdin

Lämmönvaihtimen ulkopinnalta löytyi kaksi anturia, joista toiseen menee punaiset ja toiseen siniset johdot (kuva 11). Lähempänä höyrystintä oleva sinijohtoinen anturi osoittautui vedenlämpötunnistimeksi ja punajohtoinen ylikuumenemistunnistimeksi, joiden avulla ohjainlaite pystyy säätelemään polttoainepumpun sekä paloilmapuhaltimen toimintaa. Lämmönvaihtimesta ei löytynyt minkäänlaista merkintää sen materiaalista, mutta todennäköisesti se on alumiiniseosta.

Kuvassa 11 Eberspächer D5WS on räjäytetty osiksi selventämään lämmittimen rakennetta. Kuvasta voi erottaa lämmittimen purkautuneen karkeasti neljään osaan. Vasemmalta oikealle katsottuna ensimmäisestä osasta löytyvät lämmönvaihdin sekä vedenlämpötunnistimet, toisesta palopesä/höyrystin, kolmannesta liekkivahti, polttoainesuutin, hehkutulppa sekä paloilmapuhallin ja neljännestä osasta ohjainlaite. Ohjainlaitteen komponentit näyttivät olevan hyvin suojassa kosteudelta ja muilta haittatekijöiltä, sillä piirilevy oli valettu mustan massan sisälle.

KUVA 11. Eberspächer D5WS räjäytyskuva

7.2 Webasto-vesilämmittimien rakenne

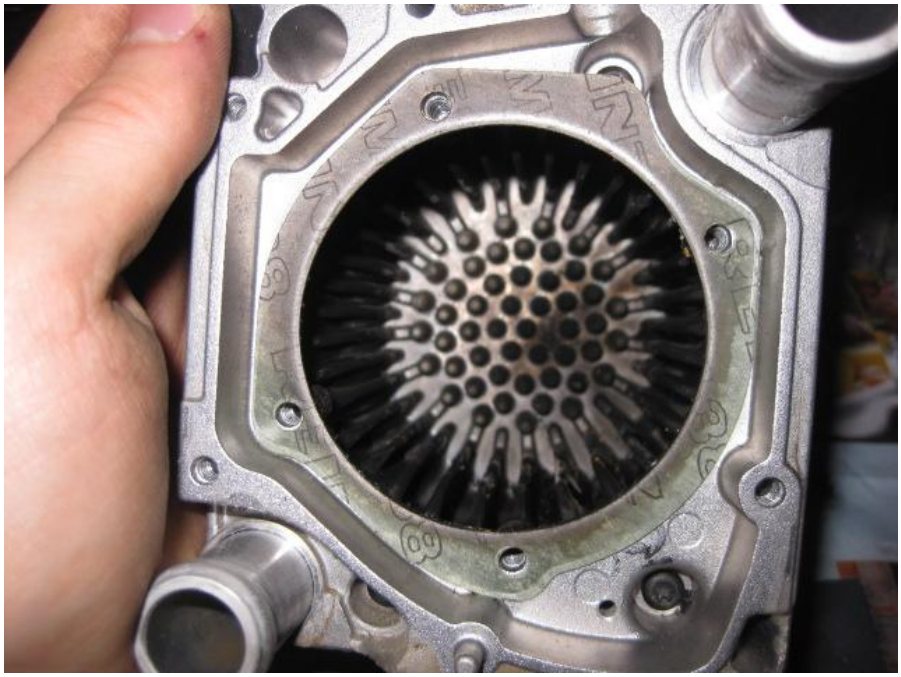
Seuraavana oli vuorossa Webaston dieselpolttoaineella toimivat vesilämmittimet. Käsittelyssä oli kolme erimallista lämmitintä, Thermo Top C, E ja V. Lämmittimiä alettiin purkaa osa osalta ja selvittämään, onko kahden erimerkkisen polttoainekäyttöisen vesilämmittimen sisuskaluissa mitään käytännön eroja. Webaston C- ja E-lämmittimien palopesiä irrotellessa oli järkyttävää huomata, kuinka karstaisia ne olivat. Höyrystinosaa saattoi näkyä vain puolet, kun toinen puolikas oli mustan karstakerroksen peittämänä. Kuvassa 12 on karstan vuoraama neljän kilowatin Webasto Thermo Top E:n höyrystin ja palopesä alhaalta päin kuvattuna. Hehkutulpastakaan ei näy karstan takia kuin noin puolet pituudesta.

KUVA 12. Webasto Thermo Top E:n karstainen höyrystin.

Karsta ei häiritse ainoastaan höyrystimen ja hehkutulpan toimintaa, vaan tukkii myös ympärillä olevia reikiä, joista pitäisi tulla palamiseen tarvittava ilma. Näkyvyys höyrystimeen oli hieman heikko, joten se sahattiin irti palopesästä rautasahaa apuna käyttäen, jolloin rakenne nähtiin kunnolla. Kuvassa 13 on höyrystin sahattuna irti ja karstat poistettuna, jolloin reunoilla olevat paloilmareiätkin saatiin näkyville. Höyrystimen pinta oli metallisista säikeistä prässätty lyvy, jonka alapuolelle oli sijoitettu kantikkaan muotoinen hehkutulppa. Metallisäikeisen levyn yläpuolelta löytyi toinen levy, jonka materiaali muistutti palovillaa. Sen päällä oli polttoainesuuttimen reikä, josta diesel valuu höyrystimeen (kuva 13).

KUVA 13. Thermo Top E:n höyrystin irrotettu palopesästä ja purettu osiin

Webaston Thermo Top C:n ja E:n lämmönvaihdin koostuu käytännössä kahdesta osasta. Toinen niistä on itse lämmönvaihdinosa, jossa pakokaasun lämpö siirtyy metallin välittämänä veteen, ja toisesta osasta lähtee letkuliitännät vesikiertoa varten. Lämmönvaihtimen sisäpinnasta on tehty epätasainen, jotta pakokaasujen lämpöenergiaa voitaisiin siirtää veteen mahdollisimman suurelta pinta-alalta (kuva 14).

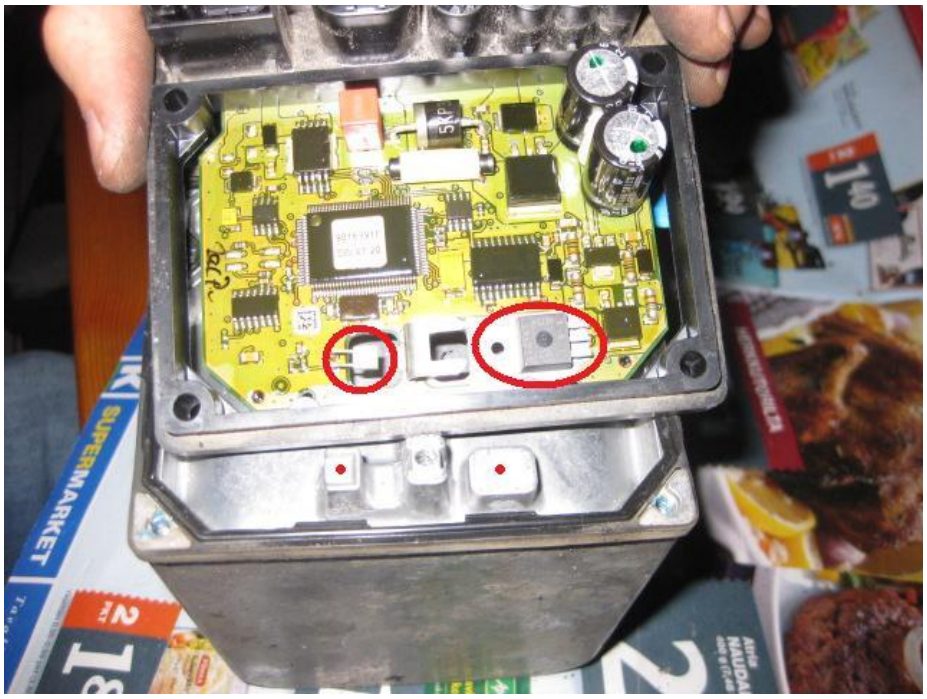


KUVA 14. Webasto Thermo Top C:n lämmönvaihdin

Webaston lämmönvaihtimista löytyi valmistusmateriaalin merkintä, joka oli AlSi10Mg(Fe). Myös kansiosasta, jossa paloilmapuhallin sijaitsee, löytyi materiaalimerkintä AlSi9Cu3(Fe). Valmistusmateriaalit eivät siis ole täysin samat lämmönvaihtimessa ja kannessa, vaikka päällepäin siltä näyttääkin.

Webaston Thermo Top C- ja E-lämmittimissä ohjauselektroniikan piirilevy oli kiinnitetty lämmönvaihtimen kylkeen. Piirilevy oli lakattu ympäriinsä, jotta kosteus ei pääsisi hapettamaan ja vaurioittamaan elektroniikkaa. Veden lämpötiloja haistelevat anturit oli integroitu piirilevyyn (kuva 16), joten koko piirilevyn joutuisi vaihtamaan, jos esimerkiksi toinen lämpötila-anturi menisi rikki. Kuvassa 15 on Thermo Top E neljään osaan purettuna. Vasemmalta oikealle osat ovat seuraavanlaisia: kansi, jossa sijaitsee paloilmapuhallin, toisena palopesä/höyrystin sekä hehkutulppa, kolmantena lämmönvaihtimen vesiletkuliitännät ja neljäntenä lämmönvaihdin, jonka kyljessä ohjauselektroniikka on kiinni.

KUVA 15. Webasto Thermo Top E:n räjäytyskuva



KUVA 16. Piirilevyyn integroidut lämpöanturit

Misra Oy:ltä saatiin lainaan myös hieman uudempaa tekniikkaa omaava Webasto Thermo Top V, joka on viiden kilowatin tehoinen ja tarkoitettu väyläohjattuihin autoihin. Ulkokuori on muuttunut aivan erinäköiseksi, mutta muutoksia on tapahtunut myös sisäpuolella. Thermo Top V on huomattavasti pienikokoisempi kuin vanhemmat

mallit, mutta tehoa on silti saman verran kuin esimerkiksi Thermo Top C:ssä. Kuvasta 17 voi vertailla palopesien kokoeroa 5 kilowatin V- ja 4 kilowatin E-lämmittimen kohdalla. Hieman epäloogista, mutta pienempitehoisessa E-lämmittimessä todellakin on noin kolmasosan suurempi palopesä ja lämmönvaihdin kuin tehokkaammassa V-mallissa.

KUVA 17. Thermo Top V:n ja E:n lämmönvaihtimien sekä palopesien kokoero

Höyrystimeen on myös tehty muutoksia uudemmassa mallissa. Valitettavasti kyseistä lämmitintä en päässyt pilkkomaan osiksi ja tutkimaan höyrystintä tarkemmin, koska se piti palauttaa ehjänä yritykselle, jolta lämmitin oli lainassa. Palopesän putkesta höyrystintä etsiessä vastassa oli vain peltiä, eli höyrystimen mallin muutoksista ei saanut heti selvyyttä. Sain kuitenkin tiedusteltua Misra Oy:ltä hieman tietoa höyrystimen uudesta mallista. He kertoivat, että V:n höyrystin on kuin ylösalaisin oleva keraaminen suppilo, jota pitkin diesel valuu samaan tapaan kuin kaasuttimen kurkussa.

7.3 Lämmittimien rakenteiden vertailu

Perustoimintaidea Eberspächerissä ja Webastossa oli samanlainen, mutta eroja löytyi rakenneosien toteutustavoissa. Huomattavat erot olivat mielestäni ohjainlaitteissa,

anturoinneissa ja höyrystimessä. Molemmissa lämmitinmerkeissä ratkaisut ovat kuitenkin ilmeisen toimivia, koska niiden valmistus jatkuu vielä tänäkin päivänä.

Ohjainlaitteita tutkittaessa huomattiin, että Webaston elektroniikat valmistaa mitä ilmeisimmin Siemens, sillä piirilevyn takaa löytyi kyseisen valmistajan leima. Myös VDO saattoi olla merkittynä Siemensin perään. Eberspächerin ohjainlaitteesta ei löytynyt mitään merkkiä elektroniikan valmistajasta, mutta vesipumpun todettiin olevan Bosch-merkkinen.

Anturoinneissa oli huomattavia eroja valmistajien välillä. Aluksi vaikutti siltä, että Webastosta puuttuu yksi anturi, joka Eberspächerissä kuitenkin oli. Eberspächerin pakokanavassa näkyi liekkivahti, joka tarkkailee pakokaasujen lämpötilan kohoamista, mutta Webaston pakokanavassa ei tullut vastaan minkäänlaisia antureita. Selvitettyäni asiaa Misra Oy:ltä selvisi, että Webastossa liekkivahdin virkaa hoitaa höyrystimen luona sijaitseva hehkutulppa. Hehkutuksen jälkeen kun lämmitys on kytkeytynyt pois päältä, hehkutulppa muuttuukin liekkivahdiksi.

Eberspächerin lämmittimissä veden lämpöä mittaavat anturit oli sijoitettu lämmönvaihtimen vastakkaisiin päihin. Vedenlämpötunnistin oli lähempänä höyrystintä ja ylikuumenemistunnistin oli toisessa päässä. Webaston Thermo Top C- ja E-malleissa kyseiset anturit oli sijoitettu piirilevyyn, joka oli kiinnitetty lämmönvaihtimeen. Anturit olivat kosketuksissa lämmönvaihtimen pintaan jäykän peltipalasen painamana. Webaston Thermo Top V:ssä vedenlämpötunnistin ja ylikuumenemistunnistin oli sijoitettu samalla tavalla kuin Eberspächerin D5WS- ja D4WS-malleissa, mutta hehkutulppa hoiti edelleen liekkivahdin tehtävää.

Lämmittimien höyrystimissä oli erona se, että paloilmareiät ja polttoaineen höyrystin olivat vastakkaisissa paikoissa. Webastossa höyrystin oli keskellä palopesää, kun taas Eberspächerissä polttoaine höyrystyi palopesän reunoilta. Webastossa paloilmaa puhallettiin reunoilta keskelle ja Eberspächerissä keskeltä reunoille. Myös höyrystimien materiaaleissa oli pieniä eroja.

Kokoeroa Eberspächerin ja Webaston lämmittimissä oli huomattavasti. Vain Webaston Thermo Top V-malli oli kooltaan yhtä pieni kuin Eberspächerin lämmittimet. Ku-

vasta 18 saa käsityksen lämmittimien kokoerosta. Vasemmanpuoleinen on Webaston Thermo Top C ja oikealla Eberspächerin D5WS. Molemmat ovat viiden kilowatin tehoisia vesilämmittimiä.

KUVA 18. Kokovertailussa Webasto (vasemmalla) ja Eberspächer

8 TOIMIMATTOMUUTEEN JOHTAVAT VIAT JA NIIDEN ENNALTAEHKÄISY LISÄLÄMMITTIMISSÄ

Monille polttoainekäyttöisten lisälämmittimien omistajille on varmasti tullut tilanteita, joissa lämmitin ei olekaan toiminut suunnitellulla tavalla. Jos lämmitin ei ole lähtenyt päälle käynnistyskäskystä huolimatta, se saattaa mennä vikatilaan. Silloin lämmittimen muistiin tallentuu vikakoodeja, joiden perusteella vian aiheuttajaa pystyy lähtemään selvittämään. Toimimattomuuteen johtavia tekijöitä voivat olla muun muassa anturi- sekä hehkuviat, ohjainlaiteviat, polttoaineen saantiongelmat, paloilmapuhaltimen viat ja höyrystimen ympäristön karstoittuminen. Voi myös käydä niin, että kovilla pakkasilla lisälämmitintä pidetään käynnissä liian pitkään, jolloin akun varaus pääsee laskemaan niin alas, ettei auton starttimoottori enää jaksa pyörittää moottoria käyntiin.

Ohjainlaiteongelmat lämmittimissä ovat valitettavan yleisiä, mutta niiden toimintavarmuutta voisi mielestäni parantaa esimerkiksi erilaisella piirilevyn sijoittelulla. Purettuamme Webaston lämmittimiä huomattiin, että ohjauselektroniikan sisältävä piirilevy oli sijoitettu lämmönvaihtimen kylkeen, jossa lämpötilojen vaihteluväli on suuri.

Jos oletetaan lämmönvaihtimen lämpenevän -30 °C:sta +70 °C:een, olisi lämpötilan vaihtelu piirilevyssäkin lähes 100 °C:sta. Lämpötilojen vaihdellessa komponenttien liitokset elävät ja juotokset voivat murtua, jolloin signaalien kulku ei ole enää mahdollista. Eberspächereissä ohjauselektroniikka oli sijoitettu mielestäni parempaan paikaan eli paloilmapuhaltimen viereen, jossa lämpötila pysyttelee kokoajan ulkoilman tasolla. Jos halutaan etsiä syyllistä muun elektroniikan eli antureiden, hehkun ja paloilmapuhaltimen vikaantumiseen, voidaan kääntyä komponenttien valmistajan suuntaan. Mikään elektroniikka ei kuitenkaan ole ikuista sähkön ja ympäristöstä tulevien rasitteiden takia, vaikka valmistaja antaisi kaikkensa, että komponentista tulisi kestävä.

Polttoaineen saannissa voi myös ilmetä ongelmia, jotka voi johtua itse pumppuyksikön toimimattomuudesta tai ohjainlaiteviasta. Kovalla pakkasella ongelmaksi voi koitua myös dieselpolttoaineen huono juoksevuus ahtaissa polttoaineputkissa parafiinien kiteydyttyä. Tämän ehkäisemiseksi on kehitetty lämmittimen polttoaineputkeen sijoitettava sähkövastus (Arctic fuel heater), joka pitää huolen, että diesel liikkuu sujuvasti kylmilläkin keleillä. Lämmin polttoaine palaa puhtaammin ja karstaa huomattavasti vähemmän palopesää kuin huonosti juokseva diesel. Samalla huoltokustannukset saadaan minimoitua ja toimintavarmuutta parannettua, koska nokeaminen vähenee. Arctic fuel heater-yksiköitä (kuva 19) on saatavilla kahta eri mallia, joista toinen lämmittää polttoainetta silloin kun Eberspächer tai Webasto on päällä, ja toinen silloin kun auto on latauksessa taikka käynnissä. Polttoaineen lämmittimiä myy oululainen Arctic Heat Control Oy hintaan 450 euroa. /17./

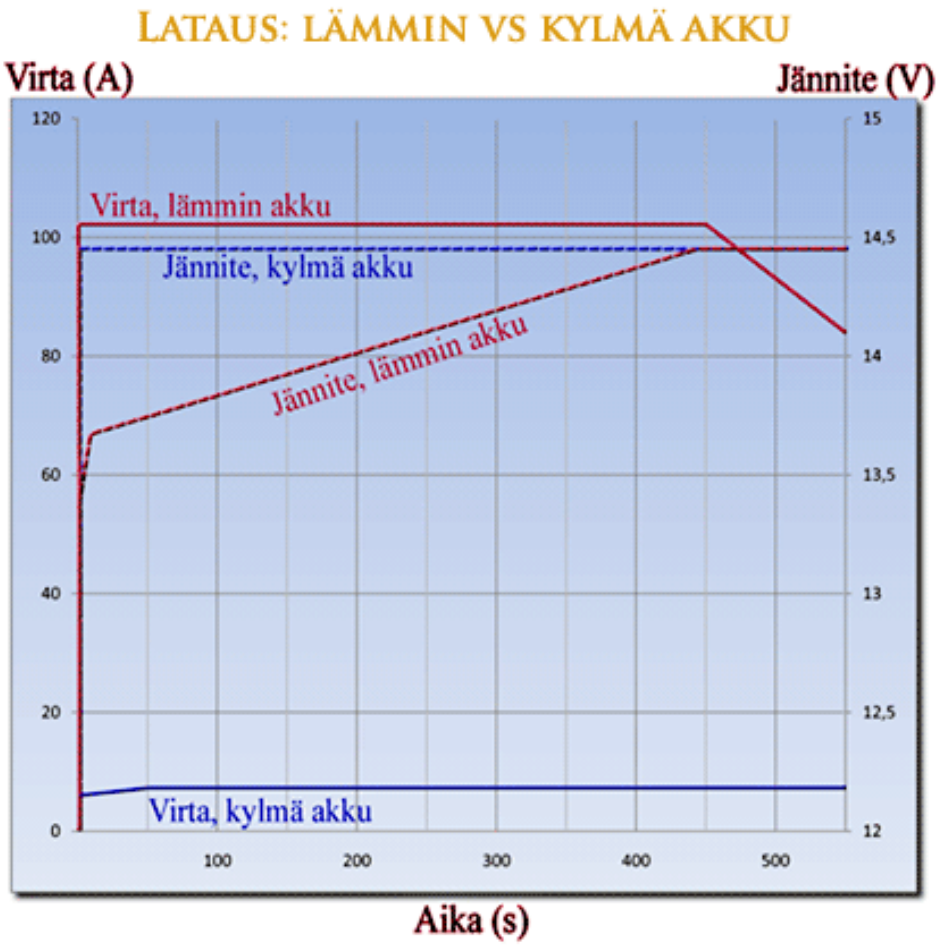
KUVA 19. Arctic fuel heater /18/

Karstan muodostuminen on suuri ongelma dieselpolttoaineella toimivissa lisälämmittimissä. Edellä mainittu polttoaineen lämmitin vähentää karstaamista, mutta Misra Oy:n mukaan suurin ongelma piilee lisälämmittimen automaattikäytössä. Automaattikäyttö tarkoittaa sitä, että auton moottorin käynnistyttyä myös polttoainekäyttöinen lisälämmitin lähtee käyntiin. Jos ajomatkat ovat lyhyitä ja automaattikäyttö päällä, silloin lämmitin on ehtinyt vasta käynnistyä, kunnes se jo saa sammutuskäskyn auton moottorin sammuessa. Tällainen ajotyyli karstaa palopesän nopeasti, koska lämpötila lämmittimen sisällä ei ehdi kohoamaan kunnolla.

Automaattikäytön omaavissa vanhemmissa autoissa, joissa lämmitintä ei vielä ohjata väylän kautta, pystyy automatiikan ottamaan pois käytöstä melko helposti. Autolta lämmittimeen menevä käynnistyskäsky on vain saatava pysäytettyä esimerkiksi asentamalla katkaisin kyseisen johdon väliin. Jos tietää ennen auton käynnistystä, että on ajamassa vain pienen matkan, silloin katkaisin kannattaa laittaa asentoon, jossa lämmitin ei saa käynnistyskäskyä. Näin vältetään lämmittimen lyhytaikaiset käytöt ja turha karstan muodostuminen. Myös akun kuormitus pienenee, koska lämmittimen paljon virtaa vievä hehkutusjakso jää tekemättä. Uudemmissa autoissa automaattikäytön poiskytkentä on toteutettava eri tavalla, koska käskyt lämmittimelle kulkee väylän välityksellä.

Kovemmilla pakkasilla moottoria esilämmitetään polttoainekäyttöisellä lisälämmittimellä yleensä noin puoli tuntia, jotta moottori ja sisätilat ehtisivät lämpenemään kunnolla. Tämä koettelee akkua, jonka olisi vielä kyettävä luovuttamaan virtaa starttimoottorille moottorin käynnistämistä varten. Virran riittämisen varmistamiseksi monissa autoissa on kaksi akkua, joista toinen voi olla käynnistysakkuna ja toisesta lämmitin ottaa virtansa. Suurin virranriittävyysongelma lienee sellaisissa ajoneuvoissa, joilla ajomatka on lyhytkestoisempi kuin esilämmitysaika, ja myös automaattikäyttö ajon aikana on päällä. Silloin auton laturi ei ehdi lyhyessä ajassa lataamaan akkuun yhtä suurta virtaa, joka sieltä on poistunut esilämmityksen aikana. Mitä enemmän on pakkasta, sitä vähemmän virtaa akku pystyy luovuttamaan ja vastaanottamaan. Akun varaustilan heikkenemisen estämiseksi on kehitelty sen ympärille kiedottavia lämmityselementtejä ja ylläpitolatureita, jotka tarvitsevat verkkovirtaa toimiakseen. Akkua lämmittämällä virran vastaanottokykyä saadaan parannettua huomattavasti, ja verkkovirralla toimiva ylläpitolaturi pitää huolen siitä, että varaustila pysyy optimaalisena.

Kuvassa 20 on Arctic Heat Control Oy:n näkemys siitä, kuinka paljon paremmaksi virran vastaanottokyky muuttuu, kun akku on lämmin.



KUVA 20. Latausvertailu kylmällä ja lämpöisellä akulla /19/

Suomalainen Arctic Heat Control Oy valmistaa akun lämmittimiä ja myy niitä 190 euron hintaan 80-100 Ah:n akkuihin /20/. Akun lämmitin lähtee päälle alle 10 °C:een lämpötilassa termostaatin ohjaamana kun siihen on kytketty verkkovirta /20/. Lämmityselementti aktivoituu automatiikan ohjaamana myös ajon aikana, kunnes generaattori on nostanut akun varaustilan yli 12,9 volttiin ja akun lämpötila on alle 10 °C /20/. Jos verkkovirtaa ei ole saatavilla, akkua ei voi lämmittää parkissa ollessa, vai voiko sittenkin? Seuraavissa mittauksissa selvitettiin, pystyykö polttoainekäyttöisen lisälämmittimen pakokaasujen hukkalämpöä hyödyntämään akun lämmittämiseen.

9 AKUN LÄMMITYS POLTTOAINEKÄYTTÖISEN LISÄLÄMMITTIMEN PAKOKAASUJEN HUKKALÄMMÖLLÄ

Ennen mittausten tekemistä pohdittiin, kuinka pakokaasujen lämpöenergia voitaisiin siirtää akkuun. Iso osa pakokaasujen energiasta jää tarkoituksen mukaisesti lämmittimen lämmönvaihtimeen, josta lämpö siirtyy veteen. Yksi vaihtoehto olisi siis hyödyntää lämmintä vettä tekemällä akun ympärille vesivaippa, josta lämpö johtuisi akkuun. Se kuitenkin veisi tehoa moottorin sekä sisätilan lämmitykseltä ja tekisi moottorin vesikierrosta turhan monimutkaisen. Toki lämmittimen pakoputkeen voisi sijoittaa toisen erillisellä vesikierrolla varustetun lämmönvaihtimen, mutta silloin pakokaasujen kulku saattaisi ahdistua liikaa ja palotapahtuma häiriintyä. Pohdinnan tuloksena päätettiin kokeilla, kuinka akkua voisi lämmittää ilman välityksellä.

9.1 Mittauksen valmisteleminen

Ensimmäisenä mieleen tuli johtaa pakokaasut purkamolta ostetun auton lämmityskennon lävitse, mutta kaasujen virtaus tulisi olla lähes esteetöntä, joten lämmityskenno voisi ahdistaa. Avarampi ratkaisu löytyi myös purkamolta, eli Opel Omegan välijäähdytin, jota päätettiin käyttää mittaukseen. Kyseinen välijäähdytin oli ostettaessa melko öljyinen, joten se päätettiin pestä bensalla, ettei likaisuus vaikuttaisi lämmön siirtymiseen mittauksessa. Omegan välijäähdytin valittiin mittaukseen sen takia, koska kennoosa oli suunnilleen henkilöauton akun pohjan kokoinen.

Mittauksiin tarvittiin tietenkin myös polttoainekäyttöinen lämmitin, josta akun lämmitykseen tarvittavat pakokaasut saataisiin. Testiin saatiin vuoden 2005 Volkswagen Transporter, jossa on alkuperäinen viiden kilowatin tehoinen dieselpolttoaineella toimiva Webasto Thermo Top C-lämmitin. Auton alla sijaitsevan Webaston pakoputken ulostuloon kiinnitettiin noin 1,5 metrin mittainen jatkoputki, jotta pakokaasut saatiin sopivasti auton vierelle testiämme varten. Akulle ja välijäähdyttimelle rakennettiin teline, jossa ne pysyivät tarpeeksi tukevasti paikallaan (kuva 21). Alimmaisena on 10 litran muovikanisteri, johon leikattiin välijäähdyttimen kokoinen aukko ilman virtausta varten. Muovikanisterin kylkiin tehtiin myös reikiä, jotta ilma pääsisi liikkumaan vaivattomasti. Kanisterin päälle asetettiin Opelin välijäähdytin, ja välijäähdyttimen päälle noin sentin korkuiset puurimat, joiden päälle henkilöauton akku sijoitettiin.

Puurimat laitettiin sen takia, että ilma pääsisi tulemaan välijäähdyttimen ja akun välistä pois. Kaikki osat kiinnitettiin ruuvien avulla toisiinsa, jotta tornirakennelma ei pääsisi sortumaan. Kuitenkin ennen ruuvien lopullista kiinnitystä lämpöanturit asennettiin paikoilleen. Yksi laitettiin välijäähdyttimen alle mittaamaan tulevan ulkoilman lämpötilaa, ja toinen välijäähdyttimen päälle tarkkailemaan pakokaasulla lämmitetyn ilman sekä akun pohjan lämpötilojen muutoksia. Edellä mainittujen antureiden virkaa hoiti digitaalinen sisä- ja ulkolämpömittari.

KUVA 21. Muovikanisteri, välijäähdytin ja akku tornirakennelmana

Kolmas ja neljäs anturi päätettiin laittaa mittaamaan pakokaasujen lämpötiloja ennen ja jälkeen välijäähdyttimen. Mikkelin ammattikorkeakoulun autolaboratoriosta saatiin lainattua Fluken IR Thermometer, jossa johdon päässä oleva anturi asennettiin mittaamaan tulevien pakokaasujen lämpötiloja ja infrapunan avulla taasen mitattiin välijäähdyttimen läpi tulleiden pakokaasujen lämpö. Fluke kytkettiin tietokoneeseen, joka helpotti hieman mittausta, koska pakokaasujen lämpötilat saatiin näin tallennettua suoraan tietokoneen muistiin. Viides mittauspiste oli akun päällä oleva akkuneste, jonne laitettiin perinteinen elohopeamittari. Akun ympärille tehtiin pahvista seinät, jotta lämmin ilma nuolisi mahdollisimman tehokkaasti akun kylkiä. Jotta ilma varmas-

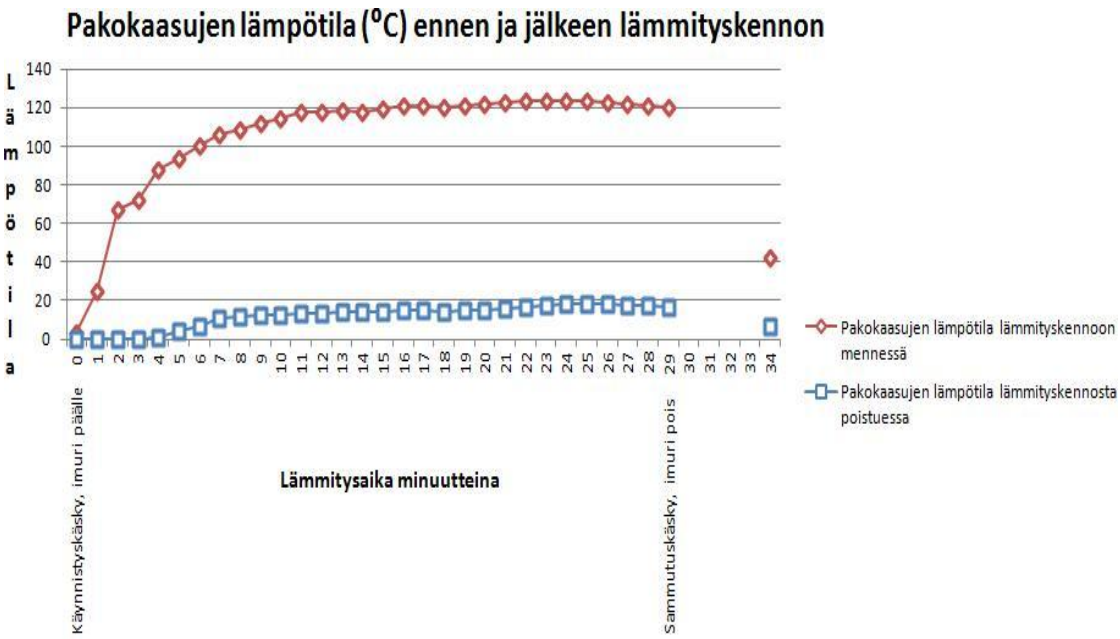
ti liikkuisi halutulla tavalla välijäähdyttimestä akkuun päin, pitäisi pahvikotelon päällä olla pieni imu. Silloin keksittiin, että Webaston paloilmapuhallin voisi imeä ilmansa sieltä. Siinä tapauksessa lämmitinkin hyötyisi siitä, koska se saisi esilämmitettyä ilmaa palotapahtumaa varten. Valitettavasti imuilmaputki oli sen verran vaikeassa paikassa, että ilmavirtauksen varmistaminen välijäähdyttimen läpi päätettiin toteuttaa toisella tavalla, eli perinteistä pölynimuria apuna käyttäen. Imurin putki teipattiin pahvikotelon päällä olevaan reikään ja imuteho säädettiin minimiin, jonka oletettiin vastaavan paloilmapuhaltimen ilmavirtaa. Lopuksi myös pakoputki teipattiin kiinni välijäähdyttimeen, jotta mittauksen pystyi aloittamaan (kuva 22). Mittauksen valmistelut ja rakentelut suoritettiin osittain sisätiloissa, joten akun lämpötila oli päässyt kohoamaan paljon korkeammaksi kuin ulkolämpötila. Siksi akku, välijäähdytin ja muut oheislaitteet jätettiin noin 15 tunniksi ulkolämpöön kylmentymään.

KUVA 22. Akunlämmitysjärjestelyt valmiina ensimmäiseen mittaukseen

9.2 Ensimmäinen mittaus

Kun kaikki putket ja anturit olivat kytketty, painettiin Webasto kaukosäätimestä päälle ja imuri imemään. Ensimmäisenä kirjattiin paperille yleismittarista akun jännite, joka

näytti olevan 12,5 volttia. Valitettavasti kovan pakkasen jakso oli ehtinyt juuri hellittää ennen mittaussuunnittelujen valmistumista, joten digitaalimittari näytti ulkolämpötilaksi välijäähdyttimen alla enää -0 °C. Myös kennon päällä oleva lämpötila oli luonnollisesti -0 °C, mutta tulevan pakokaasun lämpötila oli ehtinyt jo nousta 3,8 °C:een hehkutuksen alettua. Poistuvien pakokaasujen lämpötila oli vielä nollassa, eli välijäähdyttimeen saatiin jo jäämään hieman lämpöenergiaa (kuva 23).

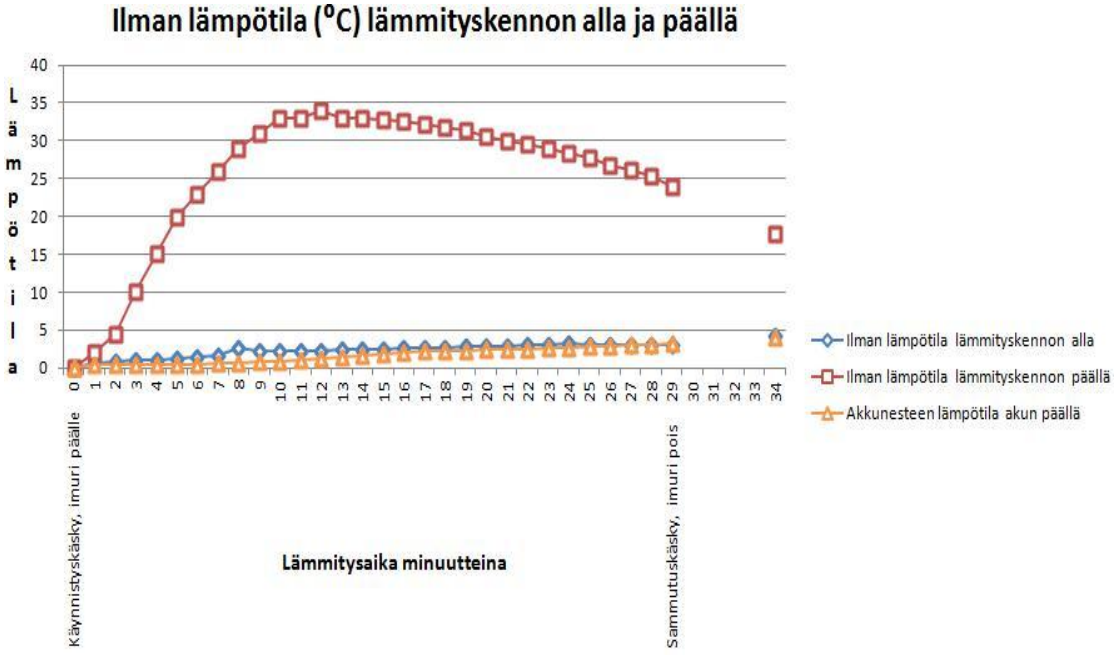


KUVA 23. Pakokaasujen lämpötiloja ensimmäisessä mittauksessa

Mittauksen kokonaiskesto oli 35 minuuttia ja se eteni niin, että aina minuutin välein jokaiselta anturilta otettiin lukemat ylös, jotta pystyttiin seuraamaan lämpötilojen kehitystä eri kohteissa. Webaston lämmitysaika oli noin 30 minuuttia ja laitteen sammuttua myös imu laitettiin pois päältä. Seuraavat viisi minuuttia annettiin lämmön tasaantua lämmitettävässä akussa, jonka jälkeen kaikilta antureilta otettiin vielä lukemat ylös.

Tärkein tutkittava kohde oli siis akkunesteen lämpötila, joka näytti elohopeamittarin mukaan olevan 0,5 °C plussan puolella mittauksen alussa (kuva 24). Lämpötila akkunesteessä lähti nousemaan hitaasti vasta viiden minuutin jälkeen, ja kymmenen minuutin kohdalla saavutettiin 1 °C. Siitä eteenpäin lämpötila nousi tasaisesti mittauksen loppuun asti, jolloin mittarin lukemaksi kirjattiin neljä °C. Reilun puolen tunnin mittauksen aikana akkunesteen lämpötila akun päällä nousi 3,5 °C. Tulevien pakokaasu-

jen lämpötila kohosi huippuunsa (123 °C) noin 20 minuutin aikana, mutta poistuvien pakokaasujen huippulämpö (18 °C) saavutettiin vasta muutama minuutti myöhemmin. Nopeimmat lämpötilojen muutokset pakokaasuissa tapahtui selvästi ensimmäisen kymmenen minuutin aikana.



KUVA 24. Ensimmäisessä mittauksessa ilman lämpötila lämmityskennon alla ja päällä sekä akkunesteen lämpötila akun päällä

Kuvasta 24 nähdään, että ilman lämpötila lämmityskennon päällä saavutti lakipisteensä eli 34 °C kolmentoista minuutin kohdalla, jonka jälkeen lähti laskemaan hitaasti. Lämmityskennon alla sijaitseva anturi lämpeni mittauksen aikana muutaman °C:een suunnilleen samaan tahtiin kuin akkunesteen lämpötilaa mittaava elohopeamittari. Mittauksen päätyttyä akun jännite oli edelleen sama 12,5 volttia, kuten mittauksen alussakin.

9.3 Toinen mittaus

Ensimmäisessä mittauksessa akun ja ulkoilman lämpötila oli 0 °C:een tuntumassa, joten tuloksista ei vielä voinut sanoa, miten lämmitysratkaisu toimisi kovilla pakkasilla. Sääennusteita katsoessa lähiviikoille ennustettiin samankaltaista leutoa keliä, joten akun jäädyttäminen piti tehdä toisella tavalla. Täten akku oheislaitteineen laitettiin jäätymään -22 °C:een arkkupakastimeen noin 20 tunnin ajaksi, jonka jälkeen akkunesteen lämpötilaksi mitattiin elohopeamittarilla -19,4 °C. Webaston omaava auto ajettiin

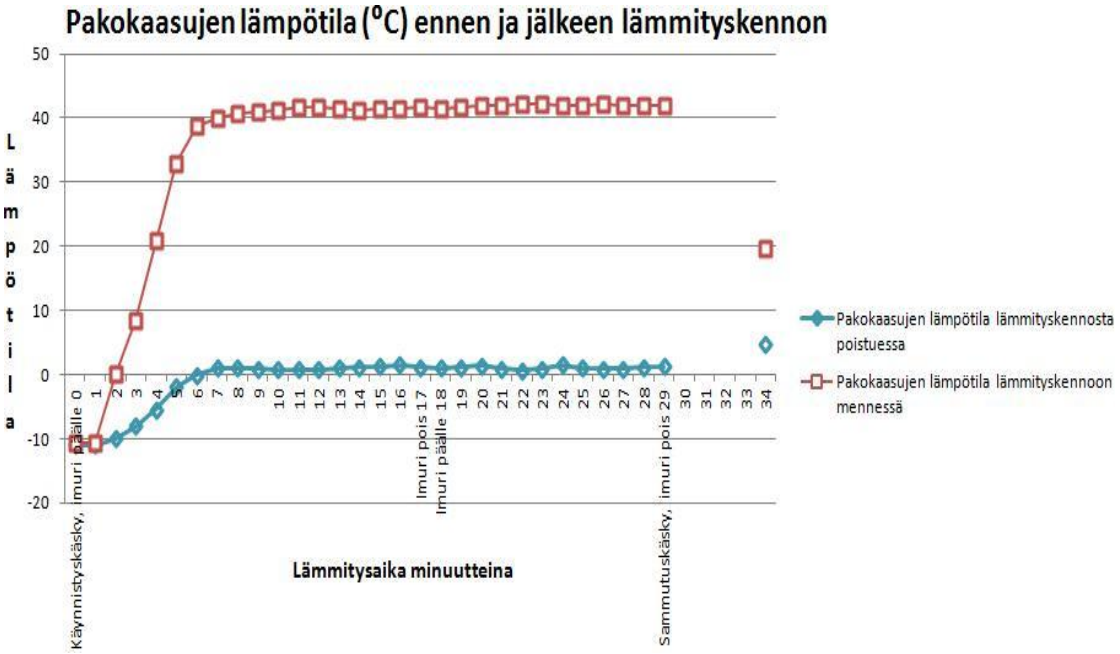
pakastimen viereen ja pakokaasuputki teipattiin tiukasti kiinni välijäähdyttimeen, etteivät kuumat kaasut lämmittäisi ja sotkisi pakastinta. Myös poistuvat pakokaasut johdettiin pakastimen ulkopuolelle reilun metrin mittaista avaraa putkea hyödyntäen (kuva 25).

KUVA 25. Akunlämmitysjärjestelyt valmiina toiseen mittaukseen

Koska ulkoilmassa oleva Webasto-laite oli vain hieman pakkasen puolella, mittaus ei anna täysin oikeaa kuvaa siitä, minkä lämpöistä välijäähdyttimelle menevä pakokaasu olisi kovalla pakkasella. Kyseisessä mittauksessa akku oli sijoitettu arkkupakastimen pohjalle, joten Webastolta tulevien pakokaasujen putkea jouduttiin jatkamaan 1,2 metriä, jolloin pakokaasut eivät ole enää niin kuumia välijäähdyttimelle saapuessaan. Putken pituuden muutos ja näin ollen pakokaasujen lämpötilan aleneminen kompensoi tässä mittauksessa ulkoilmasta puuttuvia pakkasasteita, jotka myöskin jäähdyttäisivät pakokaasua.

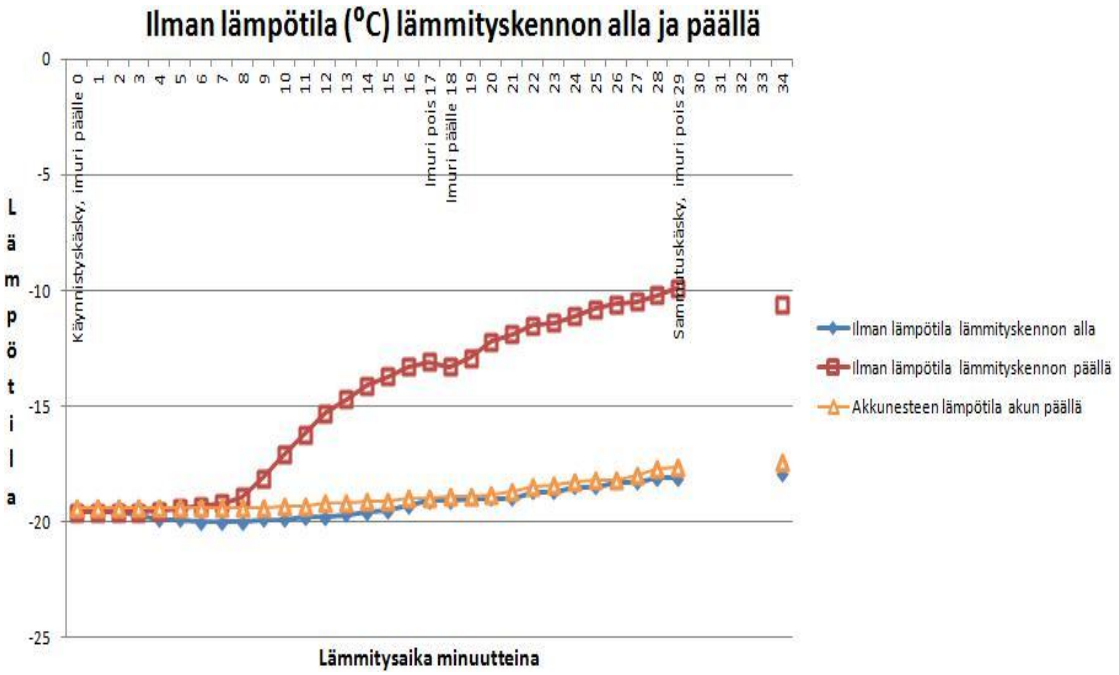
Mittaus aloitettiin samalla tavalla kuin ensimmäinenkin eli painamalla Webasto ja imuri päälle. Joka minuutti kaikki anturiarvot kirjattiin ylös, jotta niistä saatiin tehtyä selkeä viivakaavio. Akun jännite oli mittauksen alettua 12,3 volttia eli 0,2 volttia vä-

hemmän kuin ensimmäisen mittauksen 20 °C lämpöisemmässä akussa. Tulevien pakokaasujen lämpötila oli Webaston käynnistämisen jälkeen Fluken johtoanturin mukaan -11 °C ja nousi kolmen minuutin jälkeen nollan tuntumaan. Poistuvien pakokaasujen lämpötilaa mitattiin infrapunalla pakastimesta ulos tulevan putken päästä, ja niiden lämpötila oli myös 11 °C pakkasen puolella. Plusasteiden puolelle päästiin seitsemän minuutin jälkeen mittauksen aloittamisesta (kuva 26). Samoihin aikoihin sekä välijäähdyttimelle menevät että poistuvat pakokaasut saavuttivat huippulämpönsä, jossa ne pysyttelivät lämmitysjakson loppuun saakka.



KUVA 26. Pakokaasujen lämpötila toisessa mittauksessa

Ilman lämpötilat välijäähdyttimen alla ja päällä oli mittauksen alussa samat -19,6 °C niin kun pitikin (kuva 27). Kuuden minuutin kuluttua ilman lämpötila välijäähdyttimen päällä lähti nousemaan jyrkästi, mutta huippulämpö -10 °C saavutettiin vasta lämmityksen päätyttyä. Kuvassa 27 voidaan havaita pieni notkahdus lämmityskennon päällä vallitsevassa lämpötilassa kahdeksantoista minuutin kohdalla, jossa testattiin imurin vaikutusta lämmitykseen. Imu kytkettiin pois päältä minuutiksi, jonka aikana huomattiin pakkasen lähteneen jälleen kiristymään lämmityskennon päällä. Ilma ei siis liiku tarpeeksi omalla painollaan, vaan imu on todellakin tarpeellinen, jotta saavutetaan mahdollisimman tehokas akun lämmitys.



KUVA 27. Toisessa mittauksessa ilman lämpötila lämmityskennon alla ja päällä, sekä akkunesteen lämpötila akun päällä

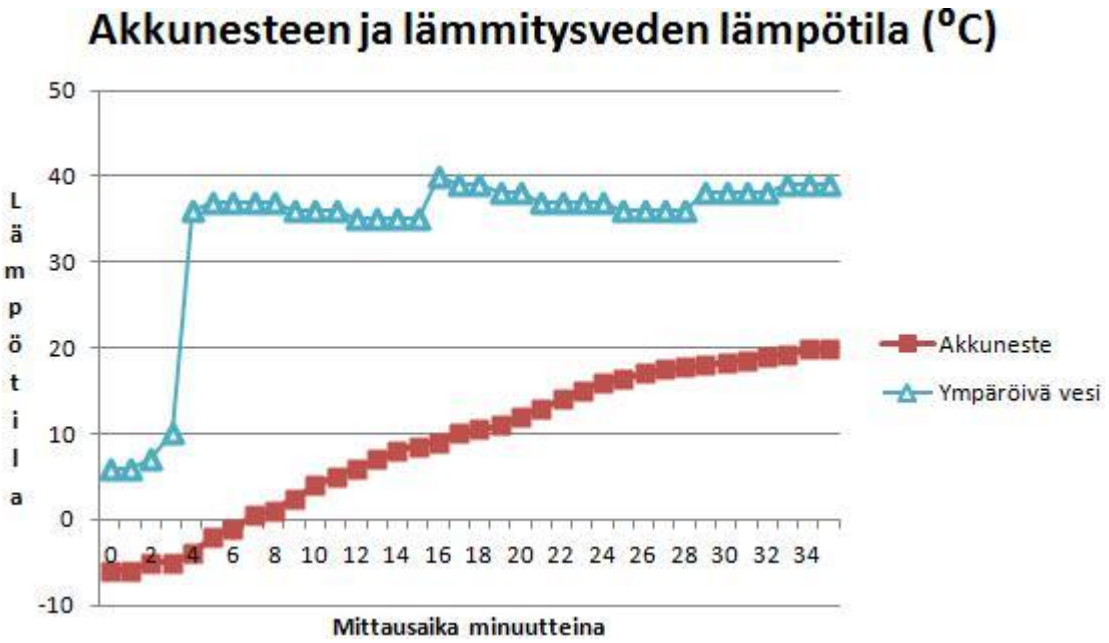
Tärkein tutkittava eli itse akun lämpeneminen nähdään oranssista viivasta (kuva 27). Mittauksen alussa akkuneste oli siis 19,4 °C pakkasen puolella, ja kymmenen minuutin kohdalla siinä alettiin havaita lämpenemisen merkkejä. Mittauksen lopussa elohopeamittarista luettiin akkunesteen lämpötilaksi -17,4 °C, joten puolen tunnin lämmitys tuotti tulokseksi vain kahden °C:een lämpenemisen. Akun jännitteessä ei tapahtunut muutoksia mittauksen aikana.

9.4 Kolmas mittaus

Aiemmissa mittauksissa todettiin, että lämpimän ilmavirran vaikutus akkunesteen lämpötilaan oli puolen tunnin aikana lähes olematon. Siitä syystä tehtiin kolmas mittaus, jossa akkua ei lämmittänyt ilmavirtaus vaan vesi. Ensimmäisessä mittauksessa ilma saatiin lämmitettyä akun alla ja ympärillä noin 35-asteiseksi, kun taas tässä mittauksessa akun ympäristössä yritettiin pitää saman lämpöinen vesi.

Kolmanteen mittaukseen käytettiin samaa akkua kuin edellisiinkin, eli se irrotettiin välijäähdyttimestä ja pahvikehikosta. Akkuun jätettiin kiinni puujalat, jotta lämmittävä vesi pääsi vaivatta sen alle. Vesivati, johon akku laitettiin, täytettiin aluksi noin 5

°C:lla kaivovedellä niin, että akun navat eivät tavoittaneet veteen. Vesi oli alussa mahdollisimman kylmää, koska ensimmäisessäkin mittauksessa lämpötila kohosi reilummin vasta myöhemmin. Mittauksen alussa jännite oli 12,45 volttia ja akkunesteen lämpötila -6 °C, eli hieman kylmempi kuin ensimmäisessä mittauksessa. Akun ympärillä oleva lämmitysvesi taasen oli muutaman °C:een lämpöisempää kuin ilma ensimmäisessä mittauksessa, joten ne kompensoivat sopivasti toisiaan. Viiden °C:een lämpöistä vettä pidettiin vadissa noin viiden minuutin ajan, jonka jälkeen akkua ympäröivä lämpötila yritettiin nostaa noin 35 °C:een, kuten ensimmäisessä mittauksessa ilman lämpö. Mittauksen loppuun asti lämpötila pyrittiin pitämään 35 °C:een tuntumassa. Aina minuutin välein tarkistettiin lämpötilalukemat akkunesteestä sekä lämmittävästä vedestä, ja ne kirjattiin paperille. Kyseinen mittaus yritettiin suorittaa mahdollisimman samalla tavalla kuin ensimmäinen mittaus, erona ainoastaan lämmittävän ilmavirran vaihtuminen veteen.



KUVA 28. Akkunesteen ja lämmitysveden lämpötilat kolmannessa mittauksessa

Kuvasta 28 voidaan huomata, kuinka nopeasti akkunesteen lämpötila lähti nousuun, kun ympäröivän veden lämpötila nostettiin 35 °C:een tuntumaan. 25 minuutin jälkeen akkunesteen lämpeneminen alkoi hidastua, vaikka lämmitysveden lämpötila pysyi suunnilleen samana. Kolmannessa mittauksessa akkuneste ehti lämpenemään reilun puolen tunnin aikana 26 °C:ta, joka on todella paljon aiempiin mittauksiin verrattuna. Jännite oli noussut mittauksen päätyttyä 12,65 volttiin.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Mittausten päätyttyä huomattiin, kuinka vähän akku ehti lämpenemään puolen tunnin lämmitysjakson aikana, jos lämmittäjänä oli ilma. Lämpöisen ilmavirran vaikutus ei siis ole kovin tehokas kolmannen mittauksen vesilämmitykseen verrattuna. Ensimmäisessä mittauksessa ulkoilman ja akun lämpötila oli nollassa, jolloin akku ehti lämpenemään 3,5 °C. Lämmityskennon päällä akun pohjan tuntumassa ilman lämpötila saatiin nostettua noin 35 °C:een. Toisessa mittauksessa akun ja ulkoilman lämpötilan ollessa lähes -20 °C, akkuneste ehti lämpenemään vain 2 °C:een verran. Pakkanen oli sen verran kireä, että kennon alla olevaa lämpötilaa ei saatu nostettua kuin -10 °C:een. Lämpöisemmällä kelillä akkuneste lämpeni hieman paremmin, mikä johtui osittain siitä, että kennoon menevän pakokaasun lämpötila oli yli kaksi kertaa kuumempaa, kuin kovan pakkasen mittauksessa. Akun lämpötilan nostaminen lämpöisen ilmavirran avulla ei siis tuottanut kovin vakuuttavaa lopputulosta, sillä parin asteen muutos akkunesteen lämpötilassa saa aikaan vain minimaalisen muutoksen akun toimintakyvyssä.

Kolmannen mittauksen vesilämmitys tuotti odotettua paremman lopputuloksen, sillä akkunesteen lämpötila ehti nousemaan -6 °C:sta +20 °C:een. 26 °C:een lämpeneminen vaikuttaa jo huomattavasti akun ominaisuuksiin. Erään akkuvalmistajan tietojen mukaan +25 °C:inen akku antaa 100 prosenttia, 0 °C:inen 75 prosenttia ja -18 °C:inen enää 50 prosenttia kapasiteetistaan /21/. Se johtuu akun sisäisen vastuksen kasvamisesta ja kemiallisen prosessin hidastumisesta /21/. Edellä mainittujen prosenttien ja lämpötilojen mukaan piirrettiin kaavio, jonka mukaan kolmannessa mittauksessa akun kapasiteetin voitiin todeta nousseen yli 25 prosenttia. Jännitteen muutosta tapahtui noin 0,2 volttia ylöspäin.

Kaikki kolme mittausta sujuivat ilman suurempia ongelmia, mutta jos ne tehtäisi uudestaan, tekisin monta asiaa eri tavalla. Kun akkunesteen lämpötilaa mitattiin vain akun päältä, ei voitu tietää tarkasti, kuinka lämmintä se todellisuudessa oli akun keskellä ja pohjalla. Ensimmäisessä ja toisessa mittauksessa yhden lisäanturin olisi voinut asettaa myös akun päälle, josta ilmaa imettiin. Lämmityksen teho ilmavirran välityksellä olisi ollut paljon tehokkaampaa, jos Webasto lämmitysjärjestelmineen olisi ollut erillisessä telineessä, jolloin lämpöä hukkaavasta pakoputkesta olisi saatu turha pituus

pois. Silloin Webaston ilmanotto olisi myös saatu akun lämmitysrakennelman päälle, eli imuria ei olisi tarvittu ja lisälämmitin olisi saanut esilämmitettyä ilmaa. Kaikissa kolmessa mittauksessa akku oli ilman kuormaa, ja siitä mitattiin akkunesteen lämpötilan muutokset sekä jännitteen muutokset. Akun olisi myös voinut kytkeä niin, että Webasto ja auton sisäpuhallin ottavat tehonsa lämmitettävästä akusta, jolloin olisi nähty kuinka alas jännite putoaa eri mittauksissa.

Akun lämmityskokeita voisi tehdä tulevaisuudessa vielä monella eri tavalla. Lisälämmittimessä sijaitseva lämmönvaihdin ei yksin pysty ottamaan läheskään kaikkea energiaa palotapahtumasta, joten heti pakoputken perään voisi laittaa toisen lämmönvaihtimen ja siitä erillisen nestekierron akun ympärille. Pakokaasujen lämmittämä neste liikkuisi vapaalla kierrolla omassa järjestelmässään, eli akkua rasittavaa sähköistä vesipumppua ei välttämättä tarvittaisi. Ongelmaksi saattaisi koitua kahden peräkkäisen lämmönvaihtimen aiheuttama vastapaine lisälämmittimen pakopuolella ja palotapahtuman häiriintyminen. Nesteen välityksellä lämpenevä akku voisi myös olla samassa järjestelmässä moottorin jäähdytysnesteiden kanssa, mutta silloin tarvittaisi venttiili, joka sulkisi akulle menevän nestekierron tarvittaessa. Jos venttiiliä ei olisi, akku lämpenisi noin 90 °C:een, joka on moottorin jäähdytysveden yleinen lämpötila.

Lisälämmittimien vertailussa suurena apuna olivat niiden jälleenmyyjät, erityisesti Misra Oy. He ovat alan asiantuntijoita, joten esitettyihin kysymyksiin saatiin vastaukset lähes poikkeuksetta. Tutkittavana olevat lämmittimet olivat noin 5 - 10 vuotta vanhoja, joten historiasta ei ollut tarkkaa tietoa. Kun lämmittimet oli purettu osiin, tehtiin havaintoja niiden karstaisuudesta. Jostain syystä Eberspächerit eivät olleet läheskään niin karstaisia kuin Webastot. Jos kaikkien tutkittavien lämmittimien käyttötapa olisi ollut samanlainen, voitaisiin todeta Eberspächerin karstaavan vähemmän. Voi myös olla sattumaa, että kyseiset Webastot ovat olleet pelkästään lyhytjaksoisessa käytössä ja ovat sen takia paljon karstaisempia kuin Eberspächerit.

Lämmittimien sisältä löytyi muutamia eroja, joihin saatiin selvyys jälleenmyyjien avulla. Ihmetyksen kohteena oli Webastot, joista ei aluksi löytynyt liekkivahtia, joka Eberspächereissä kuitenkin oli. Jälleenmyyjät kertoivat hehkutulpan toimivan liekkivahtina heti sen jälkeen, kun hehkutustapahtuma päättyy. Samalla selvisi, ettei kyseisiin Webastoihin saa ostettua erikseen hehkutulppaa/liekkivahtia, vaan samalla joutuu

ostamaan koko palopesän, jossa hehkutulppa on kiinni. Lämmittimen omistajan kannalta huonoksi puoleksi todettiin myös piirilevyyn integroidut lämpötilan tunnistimet, joiden rikkoutuessa koko piirilevyn ja ohjainlaitteen joutuisi vaihtamaan. Edellä mainittu rakenne on luultavasti toteutettu valmistuskustannuksien minimoimisen takia. Höyrystimen toimintaperiaate molemmilla lämmitinvalmistajilla oli samanlainen, eli metalliverkkoiseen pintaan valutetaan polttoainetta, josta se höyrystyy ja syttyy hehkutulpan lämmittämänä. Pienenä erona höyrystinosissa oli kuitenkin se, että Eberspächerissä paloilma tulee keskeltä ja polttoaineen höyrystyy ympäriltä. Webastossa siis päinvastoin. Molemmat ratkaisut vaikuttivat hyvin toimivilta, vaikkakin Webastojen höyrystinosat olivat paljon karstaisempia.

Jos lämmittimiä pitäisi kehittää ja toimintavarmuutta parantaa, muuttaisin ehdottomasti Webaston piirilevyn paikkaa, jotta elektroniikka välttyisi turhalta lämpörasitukselta. Uudemman mallisissa Webastoissa esimerkiksi Thermo Top V:ssä piirilevyn paikkaa on muutettu ja rakenne on muiltakin osin muuttunut lähes samanlaiseksi kuin tutkittavana olleissa Eberspächereissä (D5WS). Toisena kehityskohteena näkisin Eberspächerin ja Webaston höyrystimelle menevän ahtaan polttoainelinjan, johon pakkasen jäädyttämä diesel saattaa jumiutua. Pohjoismaihin markkinoitavissa lämmitinmalleissa voisi olla vakiona polttoaineen esilämmitys, jotta turhilta ongelmilta vältyttäisiin. Jälkeenpäin asennettavista polttoaineen esilämmittimistä monikaan ei tiedä, ennen kun joutuu vaikeuksiin käynnistymättömän lämmittimen kanssa.

Lisälämmittimien huoltamistoimenpidettä silmällä pitäen niiden rakennetta ja sijoitusta autoon pitäisi mielestäni miettiä tarkemmin, koska ongelmia ilmenee kuitenkin melko usein. Helpointa lämmittimen huolto olisi, jos se olisi sijoitettu autossa näkyvälle ja tilavalle paikalle, mutta se ei tietenkään aina ole mahdollista. Vesiletkuihin laitettavat sulkuventtiilit ja pikakiinnitys lämmittimessä nopeuttaisi laitteen irrotusta autosta. Jos lämmittimien rakennetta muuttaisi hieman, voisi anturoinnit sijoitella niin, että rikkinäisten antureiden vaihtaminen onnistuisi helpommin. Kun antureiden päät näkyisivät lämmittimen ulkopuolella, mahdolliset vastusarvojen mittaukset ja osien vaihtaminen nopeutuisi, kun lämmitintä ei tarvitsisi irrottaa ja purkaa osiin.

Lämmittimien vertailun ja tutkimisen kannalta oli hyvä, että niihin päästiin konkreettisesti käsiksi. Pelkästään kirjallisia materiaaleja vertailemalla lämmittimien eroja ei

olisi voinut sisäistää niin hyvin. Eberspächerin ja Webaston maahantuojien kautta yritettiin hankkia tarkempaa tietoa polttoainekäyttöisten lisälämmittimien yksityiskohdista, mutta lähetettyihin kyselyihin ei koskaan saatu vastauksia. Perustietoa lämmittimistä löytyi maahantuojien eli Kahan ja Wihurin Internet-sivuilta, mutta vaikeampiin kysymyksiin vastaukset saatiin Misra Oy:ltä, joka on molempien lämmitinmerkkien jälleenmyyjä Mikkelissä.

LÄHTEET

/1/ Eberspächer. Company Portrait. Verkkodokumentti. http://issuu.com/eberspaecher/docs/eberspaechercompanyportrait?viewMode=magazine&mode=embed. Päivitetty 14.4.2012. Luettu 10.2.2012.

/2/ Wihuri Oy Tekninen Kauppa. Ajoneuvolämmittimet. Verkkodokumentti. http://www.autola.fi/tuoteryhmat/ajoneuvolammittimet/. Päivitetty 14.4.2012. Luettu 12.2.2012.

/3/ Wihuri Oy Tekninen Kauppa. Jälleenmyyjät. Verkkodokumentti. http://www.autola.fi/tuoteryhmat/ajoneuvolammittimet/fi_FI/eberijalleenmyyjat/. Päivitetty 14.4.2012. Luettu 12.2.2012.

/4/ Kaha. Webasto konserni. Verkkodokumentti. http://www.kaha.fi/kahaweb/m_info.php?mid=5. Päivitetty 14.4.2012. Luettu 15.2.2012.

/5/ Webasto AG. Verkkodokumentti. http://www.webasto.com/home/de/html/homepage.html. Päivitetty 13.4.2012. Luettu 15.2.2012.

/6/ Kaha. Jälleenmyyjät. Verkkodokumentti. http://www.kaha.fi/kahaweb/retailer.php?id=44. Päivitetty 13.4.2012. Luettu 15.2.2012.

/7/ Eberspächer. Water-heating. Verkkodokumentti. http://www.eberspacher.com/products/water-heating/. Päivitetty 4.11.2011. Luettu 20.2.2012.

/8/ Nikkilä, Sami. Eberspächer Hydronic –vesilämmittimen rakenne, toiminta ja parannusehdotukset. Turku. Opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu. 2000.

/9/ Wihuri Oy Tekninen Kauppa. Lämmittimen toiminta. Verkkovideo. http://www.autola.fi/tuoteryhmat/ajoneuvolammittimet/. Päivitetty 4.11.2011. Luettu 20.2.2012.

/10/ Eberspächer. Technology in detail. Verkkodokumentti. http://www.eberspacher.com/products/water-heating/technology-in-detail.html. Päivitetty 4.11.2011. Luettu 20.2.2012.

/11/ Eeperi. Ostajan abc. Verkkodokumentti. http://www.eeperi.com/ostajan_abc.html. Päivitetty 19.9.2011. Luettu 21.2.2012.

/12/ Parviainen, Heikki 2007. Polttoainekäyttöiset lämmittimet. Kuuma kaksinkamppailu. Tekniikan Maailma. Nr.17/2007.

/13/ Eeperi. Eberspächerin hinnat. Verkkodokumentti. http://www.eeperi.com/eberspacher_hinnat.html. Päivitetty 15.1.2012. Luettu 25.2.2012.

/14/ Eeperi. Webaston hinnat. Verkkodokumentti. http://www.eeperi.com/webasto_hinnat.html. Päivitetty 15.1.2012. Luettu 25.2.2012.

/15/ Eeperi. Eberspächerin lisävarusteet. Verkkodokumentti. http://www.eeperi.com/eberspacher_lisavarusteet.html. Päivitetty 15.1.2012. Luettu 25.2.2012.

/16/ Eeperi. Webaston lisävarusteet. Verkkodokumentti. http://www.eeperi.com/webasto_lisavarusteet.html. Päivitetty 6.10.2010. Luettu 25.2.2012.

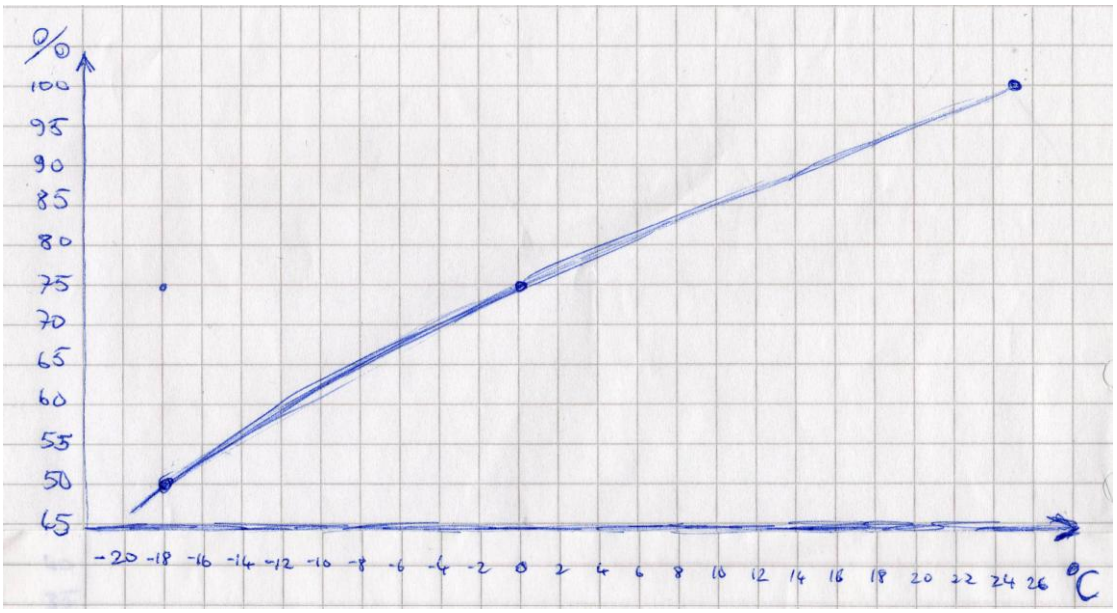
/17/ Arctic Heat Control Oy. Arctic fuel heater. Verkkodokumentti. http://www.arcticheat.fi/arcticfuelheater.htm. Päivitetty 20.12.2009. Luettu 21.3.2012.

/18/ Adita. Arctic fuel heater. Verkkodokumentti. http://www.adita.fi/?file=573. Ei päivitystietoja. Luettu 21.3.2012.

/19/ Arctic Heat Control Oy. Arctic battery heater. Verkkodokumentti. http://www.arcticheat.fi/arcticbatteryheater.htm. Päivitetty 6.11.2009. Luettu 22.3.2012.

/20/ Arctic Heat Control Oy. Arctic battery heater. Verkkodokumentti. http://www.arcticheat.fi/ajankohtaista.htm. Päivitetty 6.2.2012. Luettu 22.3.2012.

/21/Exide. Teknistä tietoa. PDF-dokumentti. http://exide.fi.loopiadns.com/wp/wp-content/uploads/2009/05/Exide_fi_Teknisk_info.PDF. Ei päivitystietoja. Luettu 9.4.2012.

LIITE 1.

Lämpötilan vaikutus akun kapasiteettiin.