



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Valtteri Hakanen

Maakaasu polttoaineena kuorma-autokorjaamossa

Opinnäytetyö

Kevät 2023

Insinööri (AMK), Konetekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Valtteri Hakanen

Työn nimi alaotsikoineen: Maakaasu polttoaineena kuorma-autokorjaamossa

Ohjaaja: Jarno Arkko

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 29

Liitteiden lukumäärä: 1

Opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä tietoa nesteytetystä maakaasusta (Liquefied natural gas, LNG). Aihe rajattiin pelkästään kuorma-autoihin, ja samalla selvitettiin, mitä muutoksia kuorma-auto korjaamo vaatii siirryttäessä maakaasukäyttöisten kuorma-autojen huoltoihin ja korjauksiin. Työssä selvennettiin lukijalle myös kaasumaisten polttoaineiden vaarat henkilökunnan kannalta. Tavoitteena oli kartoittaa ja analysoida korjaamon nykytilaa ja koota ydintieto-ohje kerätyistä tiedoista Seinäjoella sijaitsevalle Käyttöauton kuorma-autopuolelle kaikkien työntekijöiden luettavaksi.

Ydintieto-ohje sisälsi kolme pääkohtaa: valmisteleva työ, kuorma-auton ajo halliin sekä kaasun valvontajärjestelmän toiminta. Jokaisen otsikon alle oli kirjoitettu lyhyet selkeät ohjeet kohta kohdalta, miten tulisi toimia. Tällaista ohjetta aikaisemmin ei kyseisessä korjaamossa ollut, joten ohje oli tarpeellinen. Tehdyn ydintieto-ohjeen avulla työntekijät pääsivät kertaamaan aihetta ja samalla saivat palauteltua asian nopeasti mieleen tilanteen vaatiessa. Ohjeen avulla työntekijät saivat myös enemmän varmuutta työskentelyyn maakaasukäyttöisten kuorma-autojen parissa ja uusien työntekijöiden perehdytys kyseiseen asiaan oli helpompaa ohjetta apuna käyttäen.

¹ Asiasanat: kuorma-auto, LNG, korjaamo, turvallisuus, maakaasu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Valtteri Hakanen

Title of thesis: Natural gas as fuel in truck workshop

Supervisor: Jarno Arkko

Year: 2023

Number of pages: 29

Number of appendices: 1

The aim of the thesis was to search information about liquefied natural gas (LNG), limiting the topic to trucks only. At the same time the aim was to study what changes a truck repair shop requires when changing to the maintenance and repairs of natural gas-powered trucks. The thesis also explained the dangers of gaseous fuels for the personnel. The goal was to study and analyze the current state of the repair shop and compile a core information manual from the collected data.

The core information manual contained three main points; preparatory work, driving the truck to the workshop and operation of the gas control system. Short, clear step-by-step instructions on how to proceed were written under each heading. There were no such instruction in the repair shop before, so the instruction were necessary.

¹ Keywords: commercial vehicle, LNG, workshop, safety, natural gas

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tarkoitus ja tavoite	8
1.2 Työn rakenne	8
1.3 Yritysesittely	9
2 MAAKAASU POLTTOAINEENA.....	10
2.1 Maakaasun ominaisuudet	10
2.2 Maakaasun jakeluverkosto Suomessa	11
2.3 Maakaasukäyttöisten kuorma-autojen ensirekisteröinnit.....	11
2.4 Ympäristöystävällisyys ja kuljetusalan muutos	12
3 TYÖTURVALLISUUS	14
3.1 Turvallisuusohjeet ulkona	14
3.2 Turvallisuusohjeet huoltotilassa.....	15
3.3 Huoltotyöt	15
3.3.1 Menetelmät vuotavan kaasulaitteiston kanssa sekä hätätoimenpiteet	16
3.3.2 Hitsaus-, juotto- ja hiontatyöt sekä LNG-ajoneuvon maalaustyöt.....	17
4 TURVALLISUUSTEKIJÄT HENKILÖKUNNAN KANNALTA	19
4.1 Kylmälle aineelle altistuminen	19
4.2 Tukehtuminen.....	19
4.3 Kaasuvuotojen ja –palojen hallinta	19
4.4 Vaara-alueen arviointi	20
5 KORJAAMOTILAN VAATIMUKSET JA MUUTOKSET	21
5.1 Korjaamotilan vaatimukset	21
5.2 Tehdyt muutostyöt.....	22

5.3 Nykytila.....	23
6 YHTEENVETO JA POHDINTA.....	26
LÄHTEET	27
LIITTEET	29

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1 Volvo LNG Kuorma-auto kaasusäiliön tyhjennyksessä.....	14
Kuva 2 LNG-säiliöön integroitu painemittari.....	15
Kuva 3 Kaasunvalvontakeskus sekä kaasunilmaisin.	24
Kuva 4 Paineentasauksen pakoputki sekä kaasuimuri.	25
Taulukko 1 Kaasukäyttöisten kuorma- ja linja-autojen ensirekisteröinnit vuosittain 2018– 2022.....	12

Käytetyt termit ja lyhenteet

CNG	Compressed Natural Gas eli paineistettu maakaasu
LNG	Liquefied Natural Gas eli nesteytetty maakaasu
Syttymisraja	Syttymisraja on raja-arvo, jonka ylä- tai alapuolella kaasuseos voi syttyä. Syttymisrajat ilmoitetaan grammoina kuutiometriä kohden tai tilavuusprosentteina.
TCO	Total Cost of Ownership eli vapaasti käännettynä tarkoittaa koko omistussuhteen aikaisia kustannuksia.
5S	5S on Japanissa kehitetty 5-portainen menetelmä, joka keskittyy työympäristön organisointiin ja työmenetelmien standardisointiin. Työkalulla pyritään poistamaan kaikki ylimääräinen tuotannon ja tehokkaan lopputuloksen saavuttamiseksi.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tarkoitus ja tavoite

Tämän opinnäytetyön aiheena on maakaasu polttoaineena kuorma-autokorjaamossa. Opinnäytetyön tarkoituksena on etsiä tietoa nesteytetystä maakaasusta (Liquefied natural gas, LNG) rajaten aiheen pelkästään, kuorma-autoihin. Samalla selvitetään, mitä muutoksia kuorma-auto korjaamo vaatii siirryttäessä maakaasukäyttöisten kuorma-autojen huoltoihin ja korjauksiin. Työssä selvennetään lukijalle kaasumaisten polttoaineiden vaarat henkilökunnan kannalta. Tavoitteena on kartoittaa ja analysoida korjaamon nykytilaa ja koota ydintieto-ohje kerätyistä tiedoista Seinäjoella sijaitsevalle Käyttöauto Oy:n kuorma-autopuolelle kaikkien työntekijöiden käytettäväksi.

Opinnäytetyön aihe valikoitui työelämän tarpeesta saada selkeä ja tiivistetty ohje työskenteleeseen maakaasukäyttöisten kuorma-autojen kanssa. Työn tavoitteena on siis kerätä tietoa kyseisestä aiheesta ja koota ydintieto-ohje.

Ydintieto-ohje sisältää kolme pääkohtaa: valmisteleva työ, kuorma-auton ajo halliin sekä kaasun valvontajärjestelmän toiminta. Jokaisen otsikon alle on kirjoitettu lyhyet selkeät ohjeet kohta kohdalta siitä, miten tulisi toimia. Tällaista ohjetta aikaisemmin ei kyseisessä korjaamossa ole, joten ohje on tarpeellinen.

1.2 Työn rakenne

Työn alussa perehdytään maakaasun eri olomuotoihin sekä niiden ominaisuuksiin. Lisäksi käydään läpi kaasukäyttöisten kuorma-autojen ensirekisteröintitilastoa verrattuna tavallisiin dieselkäyttöisiin kuorma-autoihin. Työssä käydään myös läpi kuljetusalan muutosta ympäristöystävällisempään suuntaan. Korjaamotyöskentelyn sekä korjaamotilan vaaroja selvitetään, jotta saadaan tietää, mitä uutta ja huomioonotettavaa maakaasuteknikka tuo tullessaan. Työssä perehdytään myös laajasti työturvallisuuteen sisä- ja ulkotiloissa sekä annettuihin toimintaohjeisiin vahingon sattuessa. Työssä käydään läpi korjaamotilan vaatimia muutoksia sekä arvioidaan korjaamon nykytilaa.

1.3 Yritysesittely

Käyttöauto Oy on Seinäjoella vuonna 1970 perustettu perheyhtiö. Käyttöauto on kasvanut yhden automerkin autoliikkeestä kymmenellä paikkakunnalla toimivaksi autokaupan vähittäismyyntiketjuksi. Vuosittain yrityksestä hankkii autonsa jo noin 15000 asiakasta. Huoltopalveluissa asiakaskäyntejä kertyy noin 110000 vuodessa. Käyttöauto Oy työllistää yli 500 autoalan ammattilaista. Käyttöauto Oy:lla on raskaankaluston myynti ja korjaamotoimintaa kolmella paikkakunnalla Seinäjoki, Vaasa ja Närpiö. Edustetut raskaankaluston tuotemerkit ovat Volvon kuorma- ja linja-autot sekä Renault kuorma-autot. (Käyttöauto [viitattu 5.4.2023].)

Tämä opinnäytetyö keskittyy Seinäjoen toimipisteen kuorma-autokorjaamoon. Korjaamolla huolletaan ja korjataan Volvon kuorma- ja linja-autot, Renault kuorma-autot sekä Volkswagen Crafter hyötyajoneuvot, raskaan kaluston perävaunut sekä näiden päällirakenteet.

2 MAAKAASU POLTTOAINEENA

Maakaasu tuli saataville Euroopassa 1970-luvulla. Suomessa maakaasuun päästiin ensimmäisen kerran tutustumaan vuonna 1974, jolloin sen tuonti Suomeen aloitettiin. Tuolloin ensimmäinen maakaasuputki avattiin Neuvostoliiton ja Itä-Suomen välille. Sen aikaisesta kaasun jakelusta vastasi Neste Oy ja myöhemmin jakelu vaihtui Fortumille. Vuonna 1986 maakaasuverkosto laajeni Pirkanmaalle ja Helsingin alueelle. Näinä aikoina maakaasua käytettiin pääosin vain kaupunkikaasuna sekä teollisuuden eri prosesseissa. (Valve 2004.)

Myöhemmin maakaasu otettiin käyttöön myös polttoaineena. Suomen ensimmäiset maakaasubussit aloittivat liikennöintinsä Helsingissä vuonna 1996. Kaasuaajoneuvoja varten ensimmäinen julkinen kaasutankkausasema avattiin kansalaisille vasta vuonna 2005, ja se sijaitsee Helsingin Malmilla. Tällä hetkellä Gasum Oy vastaa Suomen kaasunmyynnistä ja Gasgrid Finland Oy operoi kaasuverkkoa. Näiden lisäksi markkinoilla on paljon erilaisia kaasun vähittäismyyntiyrityksiä, joista suurin tällä hetkellä on Suomen kaasunenergia Oy. (Gasgrid, [viitattu 31.5.2023]).

2.1 Maakaasun ominaisuudet

Maakaasu koostuu pääasiassa metaanista, ja korkean HC-suhteensa (vety/hiili) ansiosta sen GHG-päästöt (kasvihuonekaasu) ovat huomattavasti pienemmät kuin dieselillä. Maakaasu tarjoaa synergiaetuja sekoitettaessa, mikä alentaa GHG-päästöjä entisestään. Maakaasua tarjotaan ajoneuvojen polttoaineena joko paineistettuna maakaasuna (CNG, Compressed Natural Gas) tai nesteytettynä maakaasuna (LNG, Liquefied Natural Gas). CNG säilytetään korkeapainesäiliössä 250 baarissa. Nesteytettyä maakaasua säilytetään kryogeenisissä astioissa, ja sen varastointilämpötila astiassa on -162°C . Nestemäisessä muodossa LNG on 2–2,5 kertaa tiheämpää kuin paineistettu maakaasu. Maakaasu on ilmaa kevyempää ja täten nousee sisätiloissa kattorakenteisiin. (Suomen Biovoima 2019.)

LNG on nesteytettyä maakaasua, joka muodostuu, kun maakaasu nesteytetään lämpötilaan -162°C . Koostumukseltaan LNG on paineistamatonta, kirkasta, väritöntä ja myrkytöntä nestettä. Nesteytysprosessi pienentää kaasun tilavuutta 600 kertaaisesti, eli näin ollen se helpottaa kaasun varastointia ja mahdollistaa sen kuljetuksen kaasuverkoston ulkopuolisiin kohteisiin. (Gasum Oy 2021.) LNG:tä saadaan pääasiassa maanalaisista kerrostumista, joista on

löydetty suuria maakaasumääriä. LNG:tä säilytetään erikoissuunnitelluissa, supereristetyissä terässäiliöissä, mikä alentaa päivittäisen höyrystymisen alle 0,1 prosenttiin säiliön tilavuudesta päivässä. (Volvo Trucks Portal 2023.)

Maakaasu (CNG) on ilmaa kevyempi luonnonkaasu, joka sisältää pääosin metaanikaasua. Metaanin osuus kaasupolttoaineessa on yli 90 %. Metaani on erittäin herkästi syttyvä kaasu. Se muodostaa erittäin herkästi syttyvän seoksen ilman kanssa, kun sen pitoisuus on 5–16 %. Tulenarkuus on metaanilla huomattava, sillä se voi syttyä jopa henkilön muodostamasta staattisesta sähköstä. Metaanin itsesyttymislämpötila on 595°C. (Gasum Oy 2021.) CNG paineistetaan tilavuuden pienentämiseksi ajoneuvon kaasusäiliöihin noin 200 baarin paineeseen. CNG vie tilaa noin neljä kertaa enemmän vastaavaa energiayksikköä kohden kuin bensiini. (Suomen kaasuyhdistys, [viitattu 31.5.2023].)

2.2 Maakaasun jakeluverkosto Suomessa

Maakaasun jakeluverkosto on vielä tällä hetkellä suhteellisen suppea raskaalle kalustolle. Raskaalle liikenteelle asemia on tällä hetkellä vain kahdeksan kappaletta. Näistä pohjoisin asema sijaitsee Oulussa, eteläisin Helsingissä, itäisin Kuopiossa ja läntisin Seinäjoella. Puolestaan henkilöajoneuvoille asemia on sen sijaan 49 kappaletta, ja ne jakautuvat samalla tavalla raskaanliikenteen asemien kanssa, tosin huomattavasti lyhyemmillä väleillä. (Luomala 2020).

2.3 Maakaasukäyttöisten kuorma-autojen ensirekisteröinnit

Taulukosta 1 havaitaan, että vuonna 2018 uusia kuorma-autoja ensirekisteröitiin 3805 kappaletta ja näistä kaasukäyttöisten kuorma-autojen osuus oli 22 kappaletta eli ainoastaan noin 0,6 %. Vuonna 2022 kaasukäyttöisten osuus ensirekisteröidyistä kuorma-autoista oli 3,0 % (Autoalan tiedotuskeskus [viitattu 3.3.2023].)

	2018	2019	2020	2021	2022
Diesel (K-A)	3805	3800	3228	3297	3124
Kaasu (K-A)	22	68	65	96	94
Diesel (L-A)	470	546	247	186	125
Kaasu (L-A)	4	7	10	5	12

Taulukko 1 Kaasukäyttöisten kuorma- ja linja-autojen ensirekisteröinnit vuosittain 2018–2022. (Autoalan tiedotuskeskus [viitattu 3.3.2023]).

2.4 Ympäristöystävällisyys ja kuljetusalan muutos

Yhä useammat kuljetusalan asiakkaat ovat alkaneet arvostamaan ympäristöpolitiikkaa sekä mahdollisimman päästötöntä toimitusketjua. Päästörajoitukset ja edellä mainitut seikat ovat ajaneet kuljetusyrityksiä hankkimaan kaasukäyttöisiä kuorma-autoja. Joissakin yrityksissä ajosopimuksen saaminen edellyttää jo kaasukäyttöisen kuorma-auton hankkimista. Esimerkiksi LNG-käyttöisellä kuorma-autolla ajettaessa kasvihuonepäästöt putoavat 15–20 %. Bio-kaasun yleistyessä lukema nousee yli 85 %:iin sekä rikkidioksidi- ja pienhiukkaspäästöt poistuvat kokonaan. (Volvo Trucks 2018.) Biokaasulla toimivien kuorma-autojen tarjoaminen ajotehtäviin tuo lisäpisteitä ja on useasti myös tarjouskilpailuun vaadittava osallistumisen edellytys (Lehtinen 2022). Jatkuvan moottorien kehitystyön tuloksena saavutetaan dieselmoottorien 76 tonnin maksimikapasiteettia hyvällä vauhdilla. Tänä päivänä esimerkiksi Volvon FH ja FM kokoluokkien 460 hevosvoimaisilla moottoreilla yhdistelmärekat pystyvät jo vetämään 60–65 tonnin kuormia.

LNG-käyttöisten kuorma-autojen yleistymisen hidastavana tekijänä ovat olleet infrastruktuurin keskeneräisyys ja ajoneuvojen valmistusmääristä johtuen korkeammat hankintahinnat. (Volvo Trucks 2018.) Vuosittaisen kilometrisuoritteen ollessa yli 250 000 kilometriä LNG-

kuorma-auto maksaa hintaerotuksen takaisin verrattuna tavalliseen dieselkäyttöiseen kuorma-autoon (Mäkiranta 2021).

Kaasumoottoreiden hiljaisempi käyntiääni on vauhdittanut kasvua. Monissa maissa tavara-täydennyksiä päivittäistavarakauppoihin tehdään yöaikaan, ja näitä saavat tehdä vain kuorma-autot, joilla on matalampi melutaso. Kaasukäyttöinen kuorma-auto on 4–6 desibeliä hiljaisempi kuin tavallinen dieselkäyttöinen kuorma-auto. (Gasum [viitattu 11.2.2021].)

Kaasukäyttöisen kuorma-auton polttoainekulut ovat pienemmät kuin dieselkuorma-autossa. Tehosta ja väännöstä ei tarvitse tinkiä lainkaan. Moottori on 90 prosenttisesti sama kuin D13-dieselmoottori (Volvo Trucks 2018). Volvon LNG-kuorma-auton polttoainekustannukset ovat noin 30 % pienemmät verrattuna vastaavaan diesel kuorma-autoon. Riittävän isolla kilometri-suoritteella LNG-kuorma-auton niin sanotut TCO-kustannukset jäävät diesel kuorma-autoa alhaisemmiksi. (Volvo Trucks 2020). Etelä-Pohjanmaan alueella eli Käyttöauto Oy:n Seinäjoen kuorma-autokorjaamon piiriin kuuluu tällä hetkellä 10 kaasukäyttöistä kuorma-autoa, jotka käyvät säännöllisesti korjaamolla.

3 TYÖTURVALLISUUS

Työturvallisuuslaissa kerrotaan, että erityistä vaaraa aiheuttava työ pitää teettää sellaisella henkilöllä, joka on pätevä työhön ja henkilökohtaisten edellytystensä puolesta soveltuva työntekijä tai hänen välittömässä valvonnassa muu työntekijä. Työtä suoritettaessa on tarpeellisin toimin estettävä muiden henkilöiden pääsy vaara-alueelle. (738/2002 Työturvallisuuslaki.)

3.1 Turvallisuusohjeet ulkona

Tyhjennykseen ja täyttöön käytettävät letkut on tarkastettava ennen käyttöä, jotta vältytään kylmävammoilta. Maakaasua poistettaessa tai tankattaessa ajoneuvoon on pidettävä 12 metrin etäisyys. Ainoastaan valtuutettu henkilöstö saa oleskella alle 12 metrin sisällä paikasta, jossa maakaasua poistetaan tai tankataan. Kuvassa yksi ajoneuvon kaasusäiliötä tyhjennetään polttamalla. Ajoneuvon ja polttimen välissä säilytetään vähintään 10 metrin etäisyys. (Volvo Trucks Portal 2022.)



Kuva 1 Volvo LNG Kuorma-auto kaasusäiliön tyhjennyksessä.

3.2 Turvallisuusohjeet huoltotilassa

Huoltotilassa tulee varmistua siitä, että työskentelyalueella olevat mahdolliset sytytyslähteet poistetaan neljän metrin etäisyydeltä. Tupakointi auton läheisyydessä on ehdottomasti kiellettyä. Ajoneuvolle ei saa tehdä hionta-, hitsaus- tai poraustöitä, kun järjestelmässä on polttoainetta. Varmistetaan, että ajoneuvon maadoitus on asianmukainen tankkauksen tai järjestelmän tuuletuksen aikana. Metaani on herkästi syttyvää vain, jos se joutuu höyrystymisen jälkeen kosketuksiin sytytyslähteen kanssa ja ilman kaasupitoisuus on 5–15 prosenttia. (Volvo Trucks Portal 2022.)

3.3 Huoltotyöt

Ennen auton tuomista huoltotilaan on auton kaasumäärä ja paine tarkistettava. Volvon LNG kuorma-auton mittaristosta voidaan tarkastaa jäljellä oleva aika seuraavaan tuuletukseen. Volvon LNG kuorma-autojen kaasusäiliö on yleensä sijoitettu vasemmalle puolelle rungon ja alleajosuojan väliin. Kuvassa 2 nähdään, että säiliöstä on helppo lukea kaasusäiliössä vallitseva paine. (Kuljettajan opas [viitattu 30.5.2023].)



Kuva 2 LNG-säiliöön integroitu painemittari.

Asentajan henkilökohtaiset suojavaarusteet kaasujärjestelmiin kohdistuvissa huolto- ja korjaustoimissa:

- Täydellinen kasvosuojus.
- Suojalasit
- Raskaan käytön pitkävartiset nahkahansikkaat (kryogeenisiin töihin ja eristystöihin soveltuvia käsineitä suositellaan).
- Paloa hidastava sadetakki tai esiliina.
- Pitkät housut tai haalari.
- Suljetulla kärkeosalla varustetut nahkakengät tai saappaat. (Volvo Trucks Portal 2022.)

3.3.1 Menetelmät vuotavan kaasulaitteiston kanssa sekä hätätoimenpiteet

Toiminta tulipalotilanteessa

- Katkaistaan sytytysvirta, jos se voidaan tehdä turvallisesti.
- Ota yhteyttä hätäkeskukseen.
- Evakuoidaan välitön lähialue ja pysytellään turvallisen etäisyyden päässä ajoneuvosta.
- Jos kyseessä on pieni tulipalo, käytetään palonsammutinta tulipalon sammuttamiseen, jos se voidaan tehdä turvallisesti.

Toiminta kaasun/LNG:n vuodoissa

- Välittömänä varotoimenpiteenä eristetään läikekohta tai vuotoalue vähintään 100 metrin etäisyydeltä kaikissa suunnissa.
- Pysytään loitolla läikkyneestä materiaalista ja höyrypilvestä.
- Käytetään kaikkia suositeltuja suojavaarusteita.
- Eliminoidaan sytytyslähteet.
- Mikäli mahdollista tuuletetaan alueet, joihin maakaasu voi kertyä.

- Estetään höyryjen leviäminen viemäreihin, ilmanvaihtojärjestelmien ja ahtaiden alueiden kautta.
- Mikäli mahdollista estetään läikkyneen materiaalin leviäminen paisuntavaahdolla ja vesiverhoilla.
- Annetaan LNG-höyryjen haihtua.
- Annetaan höyrypilven hajaantua ulkoilmaan.

Ensiapu

- Jäätynyt kudoks on kivuton ja näyttää vahamaiselta ja haalistuneelta.
- Siirretään henkilö lämpimään paikkaan.
- Poistetaan puristavat vaatteet tai korut, jotka voivat rajoittaa verenkiertoa jäätyneellä alueella.
- Käsitellään altistunutta aluetta varovasti. Ei hangata. Ei käytetä kuumaa vettä. Ei kohdisteta siihen kuivaa lämpöä.
- Asetetaan jäätynyt alue kiertävään haaleaan 38-41 asteiseen vesihauteeseen viipymättä, kunnes alue alkaa näyttää punaiselta ja tuntuu lämpimältä.
- Sidotaan alue löysästi kuivalla, steriilillä siteellä.
- Jos henkilön sormet tai varpaat ovat paleltuneet, asetetaan väleihin kuivat, steriilit harsot pitämään ne erillään toisistaan.
- Vältetään rakkuloiden rikkoutumista.
- Ei päästetä altistunutta aluetta jäätymään uudelleen.
- Toimitetaan potilas lääkärinhoitoon mahdollisimman pian. Tarvittaessa tilataan paikalle ambulanssi. (McGuire & White 1986, 216-217.)

3.3.2 Hitsaus-, juotto- ja hiontatyöt sekä LNG-ajoneuvon maalaustyöt

Tulitöitä saa ainoastaan suorittaa ajoneuvolle, jos työt eivät vaikuta kaasujärjestelmän tai kaasusäiliöiden osiin. Ennen työn aloittamista on varmistuttava, että kaasujärjestelmä on todettu vuotamattomaksi. Jos ajoneuvon läheisyydessä tai korjaamolla suoritetaan tulitöitä,

kaasujärjestelmä ja kaasusäiliö on suojattava kipinöiltä. (Scania 2017) Korjaustyössä on huolehdittava myös, etteivät kaasujärjestelmän osat ylikuumennu. Huomioitava on myös kemikaalien käytössä, että kaasujärjestelmä on suojattu kemikaaliroiskeilta sekä pintakäsittelyaineilta. Tulityötä tai muuta lämpöä tuottavaa työtä tehtäessä tulee kaasujärjestelmän komponentit tarpeen vaatiessa suojata, eristää tai poistaa ajoneuvosta työn ajaksi. (Suomen kaasuhydistys, [viitattu 31.5.2023].)

Kuorma-auton maalaukseen liittyvissä töissä tulee noudattaa valmistajan antamia ohjeita. Yleisohjeistuksena voidaan pitää, että maalaukseen liittyvässä lämpökäsittelyssä eli maalaukskammioissa lämpötila ei saa kohota yli 60 °C. Jos lämpötila maalaukskammiossa joudutaan nostamaan yli 60 °C:seen, tulee kaasusäiliöt irrottaa maalauksen ajaksi. (Suomen kaasuhydistys, [viitattu 31.5.2023].)

4 TURVALLISUUSTEKIJÄT HENKILÖKUNNAN KANNALTA

Nestekaasun kanssa tekemisissä ollessa on syytä ottaa huomioon lukuisia eri tekijöitä. Nämä tekijät aiheuttavat haasteita henkilöstön turvallisuudelle ja terveydelle. Vuototilanteet voivat aiheuttaa räjähdys- ja tukehtumisvaaran lisäksi aineen kylmyydestä johtuen myös paleltumia.

4.1 Kylmälle aineelle altistuminen

Nestemäisen metaanin höyry on niin kylmää, että sen hengittäminen voi aiheuttaa hengitysteiden paleltumia. Suorassa kosketuksessa nestemäiseen metaaniin tai kylmälle höyrylle altistuminen aiheuttaa paleltumavamman iholla ja silmissä. Paleltumavamma silmissä voi johtaa pysyvään silmävaurioon tai sokeutumiseen. Suorassa ihokosketuksessa iho voi jäädä kiinni metaanin jäädyttämään metalliin ja repeytyä irrotettaessa. (Työterveyslaitos 2017.)

4.2 Tukehtuminen

Sisätiloissa, joissa ilmanvaihto on huono, voi suuren metaanivuodon sattuessa kaasun pitoisuus nousta yli ylemmän syttymisrajan (17 %). Tämä johtaa siihen, että ilman happipitoisuus on alle 18 prosenttia, josta saattaa aiheutua hapenpuutetta. Hapenpuute voi ilmetä huimauksena, hengitysvaikeuksina, levottomuutena, pahoinvointina tai päänsärkynä. Pahimmassa tapauksessa se johtaa tajuttomuuteen tai kuolemaan, jos ilman happipitoisuus laskee liian alhaiseksi. (Työterveyslaitos 2017.)

4.3 Kaasuvuotojen ja -palojen hallinta

Kaasuvuodoissa ensiarvoisen tärkeää on sulkea vuoto, jos sen voi tehdä turvallisesti. Vuoto tulee eristää ja poistaa lähellä olevat syttymislähteet. Vuotavan säiliön vuotokohta tulee pyrkiä kääntämään ylöspäin, jolloin kaasun vuotaminen nestemäisenä estyy. Nesteenä vuotavaan metaaniin ei saa suunnata vesisuihkua. Kaasuhöyryjä voidaan laimentaa sumusuihkulla. Tuuletuksen avulla pyritään pitämään vuotaneen kaasun pitoisuus alemman syttymisrajan alapuolella. Henkilösuojaimina tulee käyttää paloasua ja paineilmahengityslaitteita. (Työterveyslaitos 2017.)

4.4 Vaara-alueen arviointi

Ulkoilmassa metaanivuodosta muodostuu kaasupilvi. Kaasupilven rajat on tiedusteltava syttymisvaaramittarilla. Myös kaasuvuodoissa sisätiloissa räjähdysvaaran arvioimiseksi on tehtävä mittauksia. Kaasuvuodoissa syttymisvaaramittarilla voidaan havaita pitoisuus, joka on 5% alemmasta syttymisrajasta. Vuodon ilmaiseva hälytys suositellaan asetettavaksi arvoon, joka on 10 % alemmasta syttymisrajasta. Pienessä vuodossa (noin 0,2 kg/s) tulee alueelle tehdä välitön eristys 25 metriä kaikkiin suuntiin. Suuressa vuodossa (noin 2 kg/s) tulee alueelle tehdä välitön eristys 50 metriä kaikkiin suuntiin sekä ulkoilmassa 150 metriä tuulen alapuolella. (Työterveyslaitos 2017.)

5 KORJAAMOTILAN VAATIMUKSET JA MUUTOKSET

Korjaamotilaan pitää tehdä erinäisiä muutostöitä, jotta tila täyttäisi laaditut vaatimukset niin työturvallisuuden ja rakenteellisten vaatimuksien osalta. Tässä luvussa on käyty läpi kyseiset vaatimukset ja lyhyesti tuotu myös esille tarvittavia erikoistyylikaluja. Mainintaa on myös korjaamon nykytilasta ja lopuksi on kappaleanalyysi kuvineen, ja siinä käsitellään kuorma-auto-korjaamon muutostöiden toteutusta.

5.1 Korjaamotilan vaatimukset

Rakenteelliset vaatimukset määrittävät seuraavanlaisesti asiaa korjaamorakennuksesta. Kat-
torakenteissa ei saa olla tuulettamattomia ilmataskuja, joihin voi jäädä syttymiskelpoista kaa-
sun ja ilmansekaista seosta. Myöskään korjaamon yläpuolella oleviin muihin tiloihin kaasua ei
saa päästä vuotamaan. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän on oltava tarpeeksi tehokas,
ettei tiloihin pääse syntymään kaasun ja ilman syttymisaltista seosta. Laki asettaa ilmanvaihtovaatimukselle raja-arvoksi seitsemän (7) litraa sekunnissa, joka on 25,2 kuutiometriä tun-
nissa neliömetrille raitista ulkoilmaa sekä kolme (3) litraa neliömetrille poistoilmavirtausta.
Kuutiometreiksi muutettuna poistoilman tulee olla 10,8 kuutiometriä tunnissa. Ilmanvaihtojär-
jestelmän on oltava jatkuvasti päällä ja toiminnassa. Lämmitysjärjestelmä ei saa tuottaa yli
400 °C pintoja, avotulta tai kipinöintiä, jotka voisivat toimia sytytyslähteinä. (Suomen kaasuyhdistys, [viitattu 31.5.2023].)

Sähkölaitteiden on oltava korkean suojauksen mukaisia ex-luokiteltuja sähkölaitteita, jos
ne sijaitsevat 50 senttimetrin sisällä katon rajasta. Kuitenkin normaali suojaustaso riittää, jos
tilan jatkuva ilmanvaihto on vähintään 4 ilmanvaihtoa tunnissa. Kaasua ajoneuvoja korjaavassa
huoltokorjaamossa suositellaan käytettäväksi kiinteästi asennettuja kaasunvalvontajärjestel-
miä, joissa on hälyttimet sekä mahdollisesti muita turvatoimia, kuten sähkövirrankatkaisu.
Kaasunvalvontajärjestelmät aktivoituvat yleensä 20–25 %:n arvolla alemmasta syttymisra-
jasta eli kun kaasun pitoisuus ilmassa on noin yksi prosentti. Korjaamotiloihin, joissa korja-
taan LNG-ajoneuvoja, suositellaan lisättäväksi anturi korjaamotilan alimpaan pisteeseen, esi-
merkiksi huoltomonttuun, koska LNG on ilmaa raskaampaa nesteenä ja juuri höyrystyneenä.
Korjaamotilassa on oltava tarvittava määrä palonsammutusvälineitä sekä ajoneuvon kaasujär-
jestelmään liitettävä maadoituspiste. (Suomen kaasuyhdistys, [viitattu 31.5.2023].) Korjaa-

mon tulee hankkia myös erinäisiä erikoistyykaluja LNG-tekniikkaa varten. Tärkeimpinä erikoistyykaluina ovat vuodon ilmaislaitte sekä kaasun tyhjentämiseen tarkoitettu polttolaitte. Työkaluille on tehty 5S mukaisesti omat säilytyspaikat.

5.2 Tehdyt muutostyöt

Korjaamotilaan tehtiin yhteen huoltopaikkaan kaasuautolle soveltuvat muutokset. Huoltopaikaksi valikoitui B17 huoltopaikka, joka on kauimmaisina paikka niin sanotusta metallintyyöstöpaikasta. Muutosten perusteena olivat Käyttöauto Oy:n edustaman Volvo Trucksin käyttämä konsultti, joka kävi alustamassa aiheen.

Vaatimuksien mukaisesti automaattinen kaasunvalvontalaitteisto otettiin käyttöön (ks. kuva 3). Kaasunilmaisina sijaitsee huoltopaikan etu oikealla valvontakeskuksen alapuolella. Toinen ilmaisin on sijoitettuna huoltopaikan kattoon. Laitteisto tekee kaasun havaittuaan sekä visuaalisen että audiovisuaalisen varoituksen. Kaasupitoisuuden nousun havaittuaan laitteisto avaa automaattisesti tilan kattoon sijoitetun ilmanpoistoluukun, sillä metaani on ilmaa kevyempää ja näin ollen nousee ilmamassan päälle. Lisäksi huoltopaikan sähkövi aukeaa korkean asteen hälytyksen johdosta. Kaasunvalvontalaitteistoa ylläpidetään vuositarkastuksina, jonka suorittaa kaasulaitteisiin erikoistunut huoltoliike.

Kaasuimuri (ks. kuva 4), joka laitetaan ajoneuvon kaasusäiliön tuuletuksen pakoputkeen, sekä maadoitus on lisätty erillisille letkukeloille, josta niitä on helppo käyttää. Nämä löytyvät huoltopaikan vasemmalta puolelta. Kaasuimuria käytettäessä yleisilmanvaihdon tulopuhallin tuottaa vastaavan ilmamäärän lisää ilmaa, mitä kohdepoisto poistaa. Palon sammutuskalustoa korjaamolla on jo ennestään riittävästi.

Lisäksi Volvo Trucks järjestää koulutukset asentajille lähi- ja etäopetuksina sekä myös verkkokursseja itseopiskeluun on tarjolla. Käyttöauto Oy:n Seinäjoen toimipisteen kuorma-autokorjaamolla 4 asentajaa ovat saaneet koulutuksen kaasukäyttöisiin kuorma-autoihin. Pätevyyksiä päivitetään jatkuvasti koulutusputken avulla.

5.3 Nykytila

Korjaamon nykytilaa pohdittaessa esiin tulee ongelmakohtaksi toimintaohjeen puute LNG ajoneuvojen korjauksissa. Volvon sisäisestä tietokannasta löytyy kyllä ohjeistusta, mutta ne ovat kovan etsinnän takana ja asentajien kärsivällisyys ei riitä siihen. Korjaamolla ei ole kehitetty prosessia LNG ajoneuvoja varten turvallisuuden tai järjestelmällisyyden näkökulmasta. LNG herättää monia kysymyksiä ja epätietoisuutta sen vaarallisuudesta ja tuo turvattomuuden tunnetta. Tämän opinnäytetyön tuloksena saatiin paljon tietoa aiheesta, sekä esimerkein esitetyt työturvallisuuden ja turvallisuustekijöiden läpikäynti auttaa asian korjaamisessa. Asentajille suunnatun ohjeen tekeminen ja sen sijoittaminen LNG huolto paikalle, tuo heille varmuutta ja turvallisuudentunnetta. Korjaamon nykytila on nyt säännösten mukainen, ja asentajille tehdyn pikaohjeen (ks. Liite 1) avulla LNG kuorma-auto on turvallista ottaa sisälle huoltoon sekä korjaukseen. Ohje tuo lisäksi yhtenäisen toimintamallin kaikkien asentajien keskuuteen.



Kuva 3 Kaasunvalvontakeskus sekä kaasunilmaisin.



Kuva 4 Paineentasauksen pakoputki sekä kaasuumuri.

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä tietoa nesteytetystä maakaasusta rajaten aiheen pelkästään kuorma-autoihin ja samalla selvittää, mitä muutoksia kuorma-autokorjaamo vaatii siirryttäessä maakaasukäyttöisten kuorma-autojen huoltoihin ja korjauksiin. Työssä selvennettiin lukijalle myös kaasumaisten polttoaineiden vaarat henkilökunnan kannalta. Tavoitteena oli kartoittaa ja analysoida korjaamon nykytilaa ja koota ydintieto-ohje kerätyistä tiedoista Seinäjoella sijaitsevalle Käyttöauto Oy:n kuorma-autopuolelle kaikkien työntekijöiden luettavaksi.

Ydintieto-ohje rakentui kolmesta pääkohdasta: valmisteleva työ, kuorma-auton ajo halliin sekä kaasun valvontajärjestelmän toiminta. Jokaisen otsikon alle oli kirjoitettu lyhyet selkeät ohjeet kohta kohdalta, miten tulisi toimia. Tarkkaa ohjeistusta ohjeen tekemiseen Käyttöauto Oy ei antanut, joten itselläni oli vapaat kädet. Tavoite oli tehdä ohjeesta lyhyt ja selkeä, jossa kuitenkin tulee kaikki tärkeät asiat ilmi, ja mielestäni tässä onnistuin, sillä työpaikalla ohje sai hyvän vastaanoton.

Ohjeen hahmotelma aloitettiin yhdessä kaikkien työntekijöiden kesken, mutta kuitenkin lopullinen muoto oli työnjohtajan vastuulla. Tämän vuoksi ohjeen tekoon oli vapaat kädet, kun itse työskentelen kyseisessä toimipisteessä yhtenä työnjohtajista. Selvää oli alusta asti, että ohje tulee olemaan laminoitu sen takia, että korjaamossa on töitä, jotka tuottavat roiskeita, niin tällöin ohje pysyy puhtaana ja ehjänä. Ohje sijoitettiin LNG-työkalukaappien oviin, jotta ohje olisi mahdollisimman nopeasti saatavilla, kun LNG kuorma-auton työtä aloitetaan.

Tehdyn ydintieto-ohjeen avulla työntekijät pääsivät kertaamaan aihetta ja samalla saivat palauteltua asian nopeasti mieleen tilanteen vaatiessa. Ohjeen avulla työntekijät saivat myös enemmän varmuutta työskentelyyn maakaasukäyttöisten kuorma-autojen parissa, ja uusien työntekijöiden perehdytys kyseiseen asiaan oli helpompaa ohjetta apuna käyttäen. Ohje pidettiin mahdollisimman lyhyenä, koska hektisessä työssä urakkapalkkauksella olevien asentajien kärsivällisyys ei riitä lukemaan pitkiä opastuksia. Ohje siis sisältää vain tärkeimmät pääkohdat työn turvalliseen suorittamiseen.

LÄHTEET

- Autoalan tiedotuskeskus. Ei päiväystä. Ensirekisteröityjen autojen käyttövoimatilastot. [Verkkosivu]. [Viitattu 3.3.2023]. Saatavana: https://www.aut.fi/tilastot/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit_kayttovoimittain
- Easton, I. 6.10.2017. Tehokkaampi kaasumoottori muuttaa kuljetusalaa. [Verkkoartikkeli]. Gasum. [Viitattu 13.5.2021]. Saatavana: <https://www.gasum.com/ajassa/puhdas-liikenne/2017/tehokkaampi-kaasumoottori-muuttaa-kuljetusalaa/>
- Gasgrid. Ei päiväystä. Kaasun siirtoverkosto. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.5.2023]. Saatavana: <https://gasgrid.fi/kaasuverkosto/kaasun-siirtoverkosto/>
- Gasum. Ei päiväystä. Nesteytetty maakaasu eli LNG - puhdasta energiaa Pohjoismaihin. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.2.2021]. Saatavana: <https://www.gasum.com/kaasusta/maakaasu/lng/>
- Gasum. Ei päiväystä. Biokaasu osana kiertotaloutta. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.3.2021]. Saatavana: <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasu/>
- Kuljettajan opas. Ei päiväystä. Verkko-opas haettavissa ajoneuvon alustanumerolla. [Viitattu 30.5.2023]. Saatavana Volvo Trucks -verkkosivustolta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Käyttöauto. Ei päiväystä. Yritysesittely. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.4.2023]. Saatavana: <https://www.kayttoauto.fi/fi/yritysesittely/>
- Lehtinen, S. 2022. Biokaasulla kilpailuetua ja kustannussäästöjä. Helsingin Sanomat 24.5.2022, Logistiikka-liite, 4–5.
- Luomala, J. 21.4.2020. 8 myyttiä biokaasusta – totta vai tarua. [Blogikirjoitus]. Suomen Biovoima. [Viitattu 21.5.2023]. Saatavana: <https://biovoima.com/blogi/8-myyttia-biokaasusta-totta-vai-tarua>
- McGuire, G & White, B. 1986. Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals. 3. p. Lontoo: Witherby.
- Mäkiranta, K. 2021. Kuorma-automyyjä. Käyttöauto Oy. Haastattelu 15.9.2021.
- Scania. Ei päiväystä. Verkko-opas. Kaasuajoneuvojen parissa työskentely. 6. p. [Viitattu 20.11.2022]. Saatavana Scania -verkkosivustolta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Suomen Biovoima. 2019. Biovoima – kaasuntankkausasema. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 20.10.2021]. Saatavana: <https://biovoima.com/ratkaisut/kaasuntankkausasema>

Suomen kaasuyhdistys. Ei päiväystä. Kaasuajoneuvojen turvallinen huolto ja korjaus. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.5.2023]. Saatavana: <https://www.kaasuyhdistys.fi/julkaisut/kaasuajoneuvojen-turvallinen-huolto-ja-korjaus/>

Tarmo, M., Kortejärvi, P. & Pratsch, H. 2019. Autoalan työsuojaopas. Työturvallisuuskeskus, autoalan työalatoimikunta. [Verkkojulkaisu]. https://ttk.fi/files/6739/Autoalan_tyosuojaopas_201802.pdf

Työterveyslaitos (2017). OVA-ohje: Metaani. <http://www.ttl.fi/ova/metaani.html>

Valve, E-M. 2004. Maakaasun historia Suomessa. Tekniikka & Talous. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.5.2023]. Saatavana: <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/maakaasun-historia-suomessa/810b8c9c-d2a3-337b-84a3-5fe22ea19647>

Volvo Trucks. 2018. Suomen ensimmäinen VOLVO FH LNG luovutettiin Kuljetus Arto Järvimäki Oy:lle. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 13.5.2021]. Saatavana: <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/press-releases/2018/sep/pressrelease-180925-1.html>

Volvo Trucks. 2020. Kuljetus Arto Järvimäki Oy: Ajoa kolmella Volvo FH LNG vetäjällä. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 22.10.2021]. Saatavana: <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/magazine-online/2020/aug/kuljetus-arto-jarvimaki-ajoa-kolmella-volvoFH-LNGlla.html>

Volvo Trucks Portal. 11.11.2022. [Yrityksen sisäinen tietolähde].

Volvo Trucks Portal. 22.2.2023. [Yrityksen sisäinen tietolähde].

23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki.

LIITTEET

Liite 1. Opas kaasuaajoneuvojen parissa työskentelyyn

Liite 1. Opas kaasuaajoneuvojen parissa työskentelyyn Käyttöauto Seinäjoki

Opas kaasuaajoneuvojen parissa työskentelyyn Käyttöauto Seinäjoki

Valmisteleva työ

1. Työtä suorittava henkilöstö tuntee kaasuun liittyvät riskit ja tietää, miten kaasunilmaisimella toimii ja miten sitä käytetään.
2. Kaikki vaara-alueet ajoneuvosta on tutkittu kaasunilmaisimella. Pidä kaasunilmaisimella erittäin lähellä tarkastettavaa komponenttia tai aluetta.
3. Tarkasta ajoneuvon mittaristosta ”aika seuraavaan tuuletukseen”.
4. Tarkasta kaasusäiliössä vallitseva paine säiliössä olevasta mittarista.
5. Ilmoita viereisillä huoltopaikoilla työskenteleville asentajille LNG-kuorma-auton tulemisesta korjaamohalliin.
6. Pidä huoltopaikan oven sähkölukko aina auki asennossa.

Kuorma-auton ajo halliin

1. Liitä kaasuihuri tuuletusputkeen heti, kun ajoneuvo on ajettu sisälle korjaamoon.
2. Liitä maadoituskaapeli sille kuuluvaan paikkaan LNG-säiliöön.
3. Kaasusäiliön painetta työn aikana on tarkkailtava.

Kaasunvalvontajärjestelmän toiminta

1. Kaasunvalvonnan ilmaisimet (2 kpl) sijaitsevat huoltopaikan etuoikealla sekä katossa.
2. Kaasunvalvonnassa on kaksi tasoa: alempi hälytys, mikä hälyttää varoitustulolla sekä äänellä. Ylempi taso, joka avaa lisäksi paikan päällä olevan savunpoistoluukun sekä huoltopaikan ulko-oven.
3. Hälytyksen tullessa poistuttava rakennuksesta pelastussuunnitelman mukaisesti.