

Santeri Hiltunen

Tesla Roadsterin vauriokorjaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

20.5.2016

Tekijä(t) Otsikko	Santeri Hiltunen Tesla Roadsterin vauriokorjaus
Sivumäärä Aika	20 sivua + 2 liitettä 20.5.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Jälkimarkkinointi
Ohjaaja(t)	Osaamisaluepäällikkö Pekka Hautala
<p>Insinöörityössä perehdyttiin Tesla-sähköauton rakenteeseen sekä korjaamiseen, sähkötyöturvallisuuteen sekä sähkötekniikkaan.</p> <p>Työn tavoitteena on selvittää, mitä laki vaatii sähköauton korjaamiseen, ja kuinka saada varaosia ja ohjeita ajoneuvoon, jolla ei ole Suomessa maahantuoja. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, minkälainen auto on kyseessä sekä mitä materiaaleja autoon on käytetty.</p> <p>Työssä korjattiin takaosasta mekaanisilta osiltaan vaurioitunut Tesla Roadster -merkinen sähköauto. Korjauksen tavoitteena oli auton saattaminen siirrettävään kuntoon, pyörän ripustuksen korjaaminen sekä puuttuvien korin osien kiinnittäminen autoon.</p> <p>Lisäksi työssä selvitettiin, kuinka korjata autoa, josta ei ole saatavilla teknisiä dokumentteja valmistajalta eikä virallista maahantuoja Suomessa.</p> <p>Auto saatettiin liikuteltavaksi; ajettavaan kuntoon auto ei työn aikana valmistunut. Ongelmakohtiksi työssä muodostuivat varaosien saanti ja hinta, teknisten tietojen puute sekä aikataulun venyminen.</p>	
Avainsanat	Tesla, sähköauto, sähkötyöturvallisuus

Author Title	Santeri Hiltunen Damage Repair of Tesla Roadster
Number of Pages Date	20 pages + 2 appendices 20 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Mechanical Engineering
Specialisation option	After Sales Engineering
Instructor(s)	Pekka Hautala, Head of Department Automotive and Mechanical Engineering
<p>This Bachelor's thesis deals with the structure, electrical safety and electrical engineering of a Tesla electric car and how to repair it.</p> <p>The main objective was to find out what kind of requirements there are in the law about fixing up an electric car, and how to get spare parts and instructions for a vehicle, which does not have an importer in Finland. The aim was also to examine what kind of a car Tesla Roadster is, and what material is used in the car.</p> <p>The mechanical parts in the rear of the Tesla Roadster had been damaged and they were repaired during this thesis work. The goal in repairing was to get the car in such a condition that it would be possible to move the car as well to repair the wheel suspension and attach the missing bodywork in the car.</p> <p>The thesis also takes a look at how to repair a car which does not have any technical documents from the manufacturer or an official importer in Finland.</p> <p>It was possible to make the car move, but it could not be driven during this thesis. The problems in repairing were the difficulties in getting spare parts for the car, the price of spare parts as well the lack of technical information and time.</p>	
Keywords	Tesla, electric car, electrical safety

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tesla Roadster	1
2.1	Tekniset tiedot	1
2.2	Tehtävänanto	2
3	Sähkötöiden vaatimukset	2
3.1	Sähköturvallisuus	2
3.2	Jännitteettömyys	3
4	Vaurioiden selvitys	3
4.1	Lähtötilanne	3
4.2	Sähkökomponentit	4
4.3	Alusta	5
4.4	Voimansiirto	6
4.5	Kori	7
5	Auton sähköjärjestelmä	9
6	Varaosat	9
6.1	Kustannusarvio	9
6.2	Varaosien tilaaminen	10
6.3	Toimitusongelmat	10
7	Korjaaminen	11
7.1	Apurunko	11
7.2	Pyörän ripustus	12
7.3	Kori	12
7.4	Turvajärjestelmä	12
7.5	Akusto ja sähköjärjestelmät	13
8	Johtopäätökset	13
	Lähteet	16
	Liitteet	

Liite 1. Tekniset tiedot

Liite 2. Tarjouspyyntö

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä keskitytään kolaroidun Tesla Roadster -merkkisen sähköauton korjaamiseen ilman korjausohjeita. Auto on hankittu nettihuutokaupan kautta Kaliforniasta. Juha Kurki ja Mika Norring lähestyivät auton korjauksesta Metropolia Ammattikorkeakoulun osaamisaluepäällikköä Pekka Hautalaa.

Työn tavoitteena on selvittää, mitä laki vaatii sähköauton korjaamiseen, kuinka saada varaosia ja ohjeita ajoneuvoon, jolla ei ole Suomessa maahantuojaa. Lisäksi työssä kuvataan, minkälainen auto on kyseessä sekä mitä materiaaleja autoon on käytetty.

2 Tesla Roadster

Tesla Roadster on Tesla Motorsin valmistama kaksipaikkainen täysin sähkövoimalla toimiva urheiluauto. Tesla Roadsterin valmistus aloitettiin maaliskuussa vuonna 2008. Kori pohjautuu Lotuksen Elise-alustaan. Sähkötekniikka on valmistettu Teslan omana tuotantona Kaliforniassa. Tesla Roadsterin valmistus on lopetettu uusien mallien tultua myyntiin. [1; 2]

2.1 Tekniset tiedot

- Toimintasäde 356 km
- Huippunopeus 201 km/h (turvallisuussyistä)
- kiihtyvyys 0 - 60 mph 3,9 sek
- kulutus 133 Wh/km
- Teho 185 kW @ 5500 - 6800 rpm, vääntö 376 Nm @ 0 - 4500 rpm [3, s 17]

Teknisiä tietoja käsitellään tarkemmin liitteessä 1.

2.2 Tehtävänanto

Tehtävänä oli selvittää, mitä kolaroidusta Tesla Roadsterista on rikkoutunut ja mistä on mahdollista hankkia osat korjausta varten sekä millainen kustannusarvio auton korjaukselle syntyy. Lisäksi tehtävänä oli korjata autoon syntyneet vauriot siltä osin, että auto olisi tieliikennekelpoinen.

3 Sähkötöiden vaatimukset

3.1 Sähköturvallisuus

Korkeajännitejärjestelmän kanssa työskennellessä pitää työn tekijällä olla hyväksytty sähköturvallisuuskoulutus (SFS 6002). Lisäksi työnantajan tai hänen edustajansa pitää perehdyttää työn tekijä auton rakenteeseen ja jännitteettömäksi tekemiseen sekä määrätä työlle sähkötöiden johtaja, jonka pätevyysvaatimukset täyttää sähköautojen osalta rajoitetun pätevyyden Sähkötöiden turvallisuus S3:n. Sähköautot luokitellaan sähköverkkoon liitettäväksi laitteiksi. Työtä valvomaan tarvitaan myös vastaava henkilö, jolla on S3-sähkötöiden turvallisuuskurssi käyty. Tässä työssä sähkötyöturvallisuudesta vastaava henkilö oli Sami Ruotsalainen. Sähkötöiden turvallisuusvaatimukset sähköajoneuvojen kanssa työskentelevän henkilöstön osalta ovat seuraavat:

Hybridi- ja sähköajoneuvoja huoltavissa tai korjaavissa yrityksissä tulee olla henkilö, jolla on vähintään sähkötyöturvallisuuden rajoitettu S3 -pätevyys.

Kaikilla hybridi- ja sähköajoneuvoja huoltavilla ja korjaavilla henkilöillä tulee olla SFS 6002 -standardin mukainen pätevyys.

Muu henkilöstö tulee perehdyttää sähkön vaaroihin ja onnettomuustilanteisiin. [3]

Sähköturvallisuuskoulutuksen olen suorittanut Pohjois-Karjalan ammattiopistossa elektroniikka-asentajan koulutusohjelmassa, josta valmistuin vuonna 2008. Ennen insinööri-työhön ryhtymistä suoritin SFS 6002 -testin, koska koulutuksen voimassaoloaika, viisi vuotta, oli kulunut umpeen.

3.2 Jännitteettömyys

Yleisesti autojen kanssa työskentely aloitetaan tekemällä auto jännitteettömäksi sekä eristämällä auton ympäristö, jotta ulkopuoliset eivät pääsisi koskemaan jännitteellisiin osiin. Eristämiseksi riittää nauha ja kyltit, joissa varoitetaan korkeasta jännitteestä.

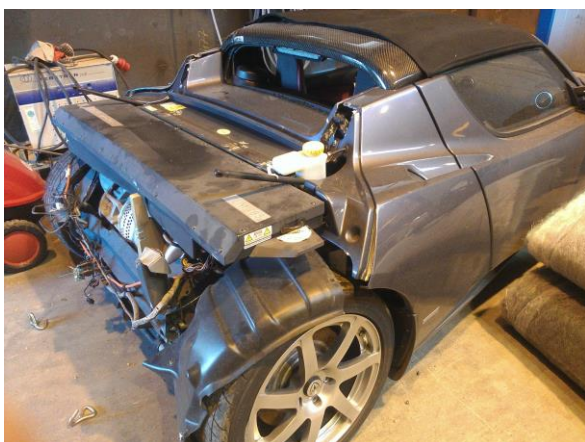
Tesla Roadster saadaan jännitteettömäksi irrottamalla eristysreleen kahva. Kahva sijaitsee akuston kyljessä auton vasemmalla puolella. Väriltään kahva on oranssi. Oranssilla värillä on autossa merkitty kaikki korkeajännitejohdot ja -komponentit. Värin käytön tarkoitus on varoittaa korkeasta jännitteestä ja sähköiskun vaarasta.

4 Vaurioiden selvitys

4.1 Lähtötilanne

Vaurioituneiden osien selvittämiseksi auto (kuva 1) pitää purkaa osiksi syvempien vaurioiden selvittämiseksi. Vaurioituneet osat selvitetään silmämääräisesti. Osien korjaamiseen ei ollut saatavilla valmistajan antamia korjausohjeita, varaosakuvia tai teknisiä tietoja.

Takapäässä oli massiivisia runko- ja tukivarsivauriota, joihin ei valmistajalta löytynyt valmistajan korjausohjeita. Kaikki korjaukset täytyi suorittaa osanvaihtona vertailemalla uusia osia vanhaan kiinnitystapaan.



Kuva 1. Auto työn alkaessa

4.2 Sähkökomponentit

Sähköohjainyksikkö PEM näytti purettuna vääntyneeltä (kuva 2), mutta muutoin ehjältä. Tarkempia tutkimustuloksia varten pitäisi auton akuston olla kunnossa tai yksikkö pitäisi lähettää Tesla Motorsille tutkittavaksi.



Kuva 2. Vaurioitunut sähköyksikkö alhaalla, jossa näkyy vääntynyt suojakotelo. Ylhäällä sähkömoottori ja vaihteisto.

Akkujärjestelmän kunnan selvittämiseksi akkupaketti (kuva 3) oli aukaistava. Akkupaketin aukaisu on ulkoistettu sähkötekniikan tuntemuksen johdosta Joonas Sainiolle, jolla on kokemusta sähköautojen suunnittelusta, korjaamisesta ja rakentamisesta.



Kuva 3. Akkupaketti irrotettuna autosta.

Akun tyyppi on litiumioniakku (Li-ion). Käyttöjännite on 366 voltia tasajännitettä (DC). Akkupaketin paino on 450 kg. Akun toimintalämpötila ajettaessa on $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, ladattaessa $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. [1, luku 11 s. 19.]

4.3 Alusta

Alustan silmämääräisen tarkastuksen perusteella takaosan kaikki pyörän ripustuksen osat olivat vaurioituneet. Taka-akseliston runko oli vääntynyt useasta kohdasta. Kuva 4 havainnollistaa vaurion. Takakannen kannakkeet olivat taipuneet. Tukivarsiston kiinnityspisteet olivat taipuneet. Kallistuksen vakaajan kiinnityskohdat olivat vaurioituneet. Oikean puolen vanteesta oli irronnut palanen, vasemman puolen vanne oli kiero sekä renkaat olivat vaurioituneet. Vaurioista päätellen auto oli saanut iskun oikeaan takapyörään.

Alumiinirunko ja etupään pyöränripustus olivat ehjät. Takapään ripustukset olivat vaurioituneet ja niiden vaatimat korjaustoimenpiteet esitetään luvussa 4.5.

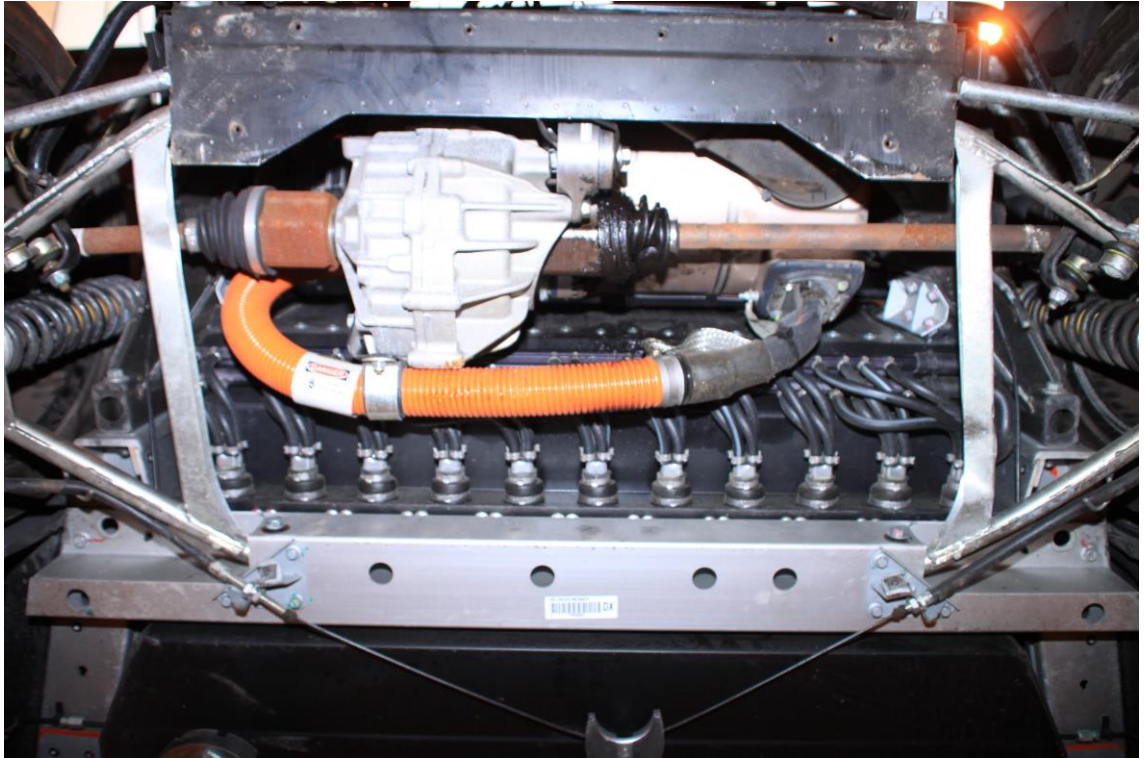


Kuva 4. Perän apurunko sekä tukivarsistoa

4.4 Voimansiirto

Teslan voimansiirto on toteutettu takamoottorisena. Moottori sekä tasauspyörästö on liitetty toisiinsa pulttiliitoksella. Vaihteisto on yksivaihteinen. Siinä on kiinteä välityssuhde sekä sähköohjattu pakkilukko. Vaihteiston voitelu on toteutettu mekaanisella öljypumpulla. Välityssuhteet ovat vetopyörästö 8.27:1 ja lopullinen 2.65:1. [3, luku 11 s. 17.]

Sähkömoottorin jäähdytinkotelosta oli rikkoutunut pieni pala. Silmämääräisellä tarkastuksella voimalinja vaikutti muutoin ehjältä. Vetoakselin nivelen kuulat olivat kolaroinnin johdosta irronneet sisemmistä tasanopeusnivelistä. Kuvassa 5 ilmenee vetopyörästön ja voimalinjan rakenne.



Kuva 5. Auto alhaaltapäin, vetopyörästä ja akuston jäähdytys

4.5 Kori

Peräosan lasikuitu- ja hiilikuituosat olivat vaurioituneet. Takapuskuri, takakansi ja tavaratila puuttuivat alkutilanteessa. Takakylkien komposiittiosien liittosaumat olivat irronneet, kuten kuvassa 6 käy ilmi. Auton vasemmalla puolella sijaitseva latauspistokkeen ympäristö oli repeytynyt. Hiilikuituisessa turvakaassa oli pieni vaurio (kuva 7), jonka korjaaminen oli mahdollista uudelleen hartsaamalla.



Kuva 6. Auton kuituosien repeämät. Kuvassa pahinten vaurioitunut kylkipaneeli.



Kuva 7. Hiilikuituinen turvakaari ohjaamon ja moottoritilan välillä, lakkaus rikkoutunut.

5 Auton sähköjärjestelmä

Tesla saa energiansa käynnistyessä 12 V:n akulta, joka sijaitsee korkeajänniteyksikössä HV-yksikössä 12 V:n akku käynnistää ohjainlaitteet, jotka mahdollistavat suurjännitteen liittämisen kontaktoreiden kautta autolle.

DC/DC-muunnin (PEM), joka muuntaa akkujännitteen matalajännitteelle sopivaksi 400 voltista 12 volttiin, sijaitsee HV-yksikössä akun päässä. Etukannen alla sijaitsee 400 V:n kontrolleri, joka ohjaa ilmastoinnin kompressoria ja sisätilanlämmittintä.

Interlock-piiri on toteutettu Teslassa siten, että piiri kiertää akuston sisältä HV-komponenteille, PEMille, ilmastoinnin kompressorille ja sisätilanlämmittimelle. Tämän lenkin hätäkatkaisu sijaitsee PEM-moduulin kyljessä. Tämän lenkin katkaiseminen irrottaa akuston kontakteista eli auton saa hätätilanteessa jännitteettömäksi. Akkupaketin kyljessä on huoltotilan erotinkytkin, jolla akusto saadaan erotettua sähköjärjestelmästä.

PEM-moduuli on DC/DC-, AC/DC- ja DC/AC-muunnin. Tämä siis ohjaa auton sähköjärjestelmiä. Tästä moduulista ei ollut Teslalta saatavilla tietoa.

6 Varaosat

Tesla Roadsterin korjaamiseen ei ollut saatavilla valmistajan antamia korjausohjeita, varaosakuvia tai teknisiä tietoja. Koska tietoa varaosien saatavuutta ei onnistuttu selvittämään sähköpostitse, kävimme auton omistajan kanssa selvittelemässä asiaa Tesla Motorsin Saksan-yksikössä Münchenissä. Neuvotteluissa saimme vain epävirallista tietoa sekä yhteyshenkilöiden, joiden kanssa neuvotella varaosista, yhteystiedot.

6.1 Kustannusarvio

Tarjouspyyntö varaosista jätettiin Tesla Motorsille Saksaan. Tarjouspyynnön yhteydessä saatiin tarvittavat varaosanumerot, jotka helpottivat varaosatilauksen tekemistä ja varaosien tunnistamista kasausvaiheessa. Tarjouspyynnön mukainen varaosien hinta-arvio oli n.18 000 €. (Liite 2.)

6.2 Varaosien tilaaminen

Edellä olevien vaurioselvittelyjen pohjalta varaosat päädyttiin tilaamaan Saksasta valmistajan edustajalta. Münchenissä sijaitsevan Tesla Motorsin kontaktihenkilöinä toimivat Tim Grimmer ja Ricardo Stecker.

Tarvittavat varaosat olivat

- tavaratila
- tukivarret
- apurunko
- tavaratilan kansi
- puskurintuenta
- latausjohto
- vasen sisälokasuoja
- kallistuksenvakaaja
- iskunvaimentajat
- pyörän navat.

Varaosat pyydettiin toimittamaan kiinnikkeineen.

6.3 Toimitusongelmat

Varaosien suhteen oli toimitusongelmia. Osia tuli useassa kuormassa. Vasemman puolen alatukivarsia toimitettiin kaksi kappaletta, mutta ei yhtään oikeanpuoleista osaa. Vetoakseleitakin tuli kaksi vasemmanpuoleista. Väärin toimitetut varaosat Tesla Motors vaihtoi oikeanlaisiin. Väärät osat hankaloittivat ja hidastivat kokoamista, koska varaosakuvien puuttuessa osille jouduttiin keksimään paikkoja sekä odottamaan uusien osien saapumista.

7 Korjaaminen

Saatujen osien asentaminen paikalleen ilman varaosakuvia tai korjausohjeita oli hankalaa. Tämä toimenpide on tehtävä silmämääräisellä tarkastuksilla sekä yrityksen ja erehdyksen menetelmällä. Osien ollessa irrallaan oikean ja vasemman puolen erottaa vain vertailemalla varaosanumeroita lähetyslistaan tai kokeilemalla.

Korin osien osalta vertailupohjaa vanhoihin osiin ei ollut. Osa kerrallaan kootessa hahmottaa, mihin mikäkin osa käy. Ongelmaksi tässä vaiheessa osoittautui osien alkupepäristen kiinnikkeiden, ruuvien, pulttien ja mutterien puuttuminen. Tilanne on korjattavissa yleisrautatavaralla. Kiinnitys on pitävä, mutta se ei ole ulkonäöltään alkuperäistä vastaava tai yhtä viimeistelty.

7.1 Apurunko

Apurunko kiinnittyy auton koriin ruuviliitoksilla. Apurunkoon kiinnitetään koko pyörän ripustus, sähkömoottori, voimansiirto, akkupaketti sekä sähkökeskus. Tämä apurunko vaihdettiin autoon kokonaisuudessaan. Asentaminen oli helppoa, sillä kiinnityspisteet kävivät suoraan autoon. Tästä voidaankin päätellä auton rungon olevan suora. Apurungon tehtävä on toimia törmäystilanteessa joustavana, jotta auton alumiinirunko säilyisi ehjänä.

Sähköakustolle on oma tukipalkkinsa, joka on valmistettu alumiinista. Tämä tukipalkki on selvinnyt kolarista pienillä vaurioilla. Toinen palkin pääty oli hieman vääntynyt pultti-liitoksen kohdalta. Tämä päädyttiin korjaamaan oikaisemalla.

Alumiinipalkin oikaisu on toteutettu kappaleen esilämmityksellä ja levitysprässillä. Palkki oli taipunut kiinnityspisteen kohdalta, jonka oikaiseminen on edullisempaa kuin uuden palkin hankkiminen. Materiaalivahvuus ei kärsi oikaisusta. Voimarasitus tulee ylhäältä alaspäin, ja oikaisu suunta on puolestaan pitkittäin.

7.2 Pyörän ripustus

Tesla Roadstein takapään ripustus koostuu ylä- ja alatukivarsista. Tukivarret ovat kolmiomallisia. Sisemmät kolmion päät kiinnittyvät apurunkoon pulttiliitoksin, ja päissä on kumilaakerointi. Olka-akselin pää on pallonivelöity. Olka-akseliin kiinnitetään vinotukivarret, joissa on säätö aurasikulmien säätöä varten. Heilahduksenvaimennin on coil-over-tyyppinen, eli jousi on heilahduksenvaimentimen ympärillä. Heilahduksenvaimennin kiinnittyy yläpäästä pulttiliitoksella apurunkoon ja alapäästä alatukivarren keskelle.

Tukivarsiston asentaminen ehjään apurunkoon sujui ongelmitta. Pyörän kulmat asettuivat silmämääräisesti kohdalleen.

7.3 Kori

Takakylkien osalta autoa ei ruvettu korjaamaan muutoin, kuin että saumat kiinnitettiin ruuviliitoksin. Takakansi, tavaratila ja takapuskuri kiinnitettiin autoon mukana tulleiden pääkiinnikkeiden avulla, jotta hahmotettaisiin auton muodot ja ulkonäkö. Suurin osa tukikiinnikkeistä oli vaurioitunut komposiittiosista tai kiinnikkeet uupuivat. Osat saatiin istumaan tekemällä tukikiinnityspisteet autoon.

Tavaratilan kiinnittämisen hahmottaminen autoon tuotti ongelmia. Tätä osaa ei ollut purkuvaiheessa autossa eikä varaosa kuvia ollut saatavilla. Lopulta kiinnityspisteet löytyivät apurungosta sekä vaurioituneet kiinnityspaikat komposiittiosasta takakyljestä. Tavaratila toimii kiinnikkeenä takapuskurille.

7.4 Turvajärjestelmä

Auton turvatyyny olivat laenneet. Uudet turvatyyny hankittiin purkuosana Lotus Eli-sestä. Turvajärjestelmä Tesla Roadsterissa ei ole Teslan oma vaan Lotuksen valmistama. Turvatyynyn ohjainlaitteen kuntoa ei pystytty jännitteettömänä testaamaan.

7.5 Akusto ja sähköjärjestelmät

Auton akuston mittaaminen oli ulkoistettu Joonas Sainiolle. Teslan edustajan kanssa käydyn sähköpostikeskustelun tuloksena on saatu tieto, että akun mittaamiseen tarvitaan erityistyökalu tai erityisosaamista:

Batterie you can only check outside with special tool from Tesla. If pack open you can check Voltage at Battery. But there is a special procedure to do is also that pack needs special checks before and after closing!!! Be aware High Voltage present!!! No Parts for Battery to sell! Is to dangerous, and is not allowed to ship out! I have seen some pics of your car. But can you send pics to me over what do you need? I am not allowed to send the parts catalog over.

Akun voi tutkia ulkopuolelta vain Teslalta saatavalla erikoistyökalulla. Jos akusto on avattu, jännitteen voi tutkia akusta. On huomattava, että akun tutkimiseen on erityinen proseduuuri: akusto pitää tutkia erityismenetelmin sekä ennen avaamista että sulkemisen jälkeen. Akun osia ei ole myytävänä. On liian vaarallista eikä myöskään luvallista kuljettaa niitä. Voitteko lähettää kuvia niistä osista, joita tarvitsette. Minulla ei ole lupa lähettää varaosaluetteloa. [4]

Akkupaketin kunnan selvittämisen ongelmaksi koitui tiedon puuttuminen siitä, mikä kennostolle pitäisi olla jännitteenä. Joonas Sainio purki ja mittasi akustoa ja totesi tietojensa pohjalta akuston olevan rikkoutunut. Useampi kenno oli rikki, eikä korjaaminen ei ollut mahdollista, koska uusia kennoja ei ollut saatavilla. Uusi akkupaketti maksaa auton arvoon nähden liikaa, joten siltä osin auton saattaminen tieliikennekäyttöön jäi tämän työn osalta toteuttamatta.

8 Johtopäätökset

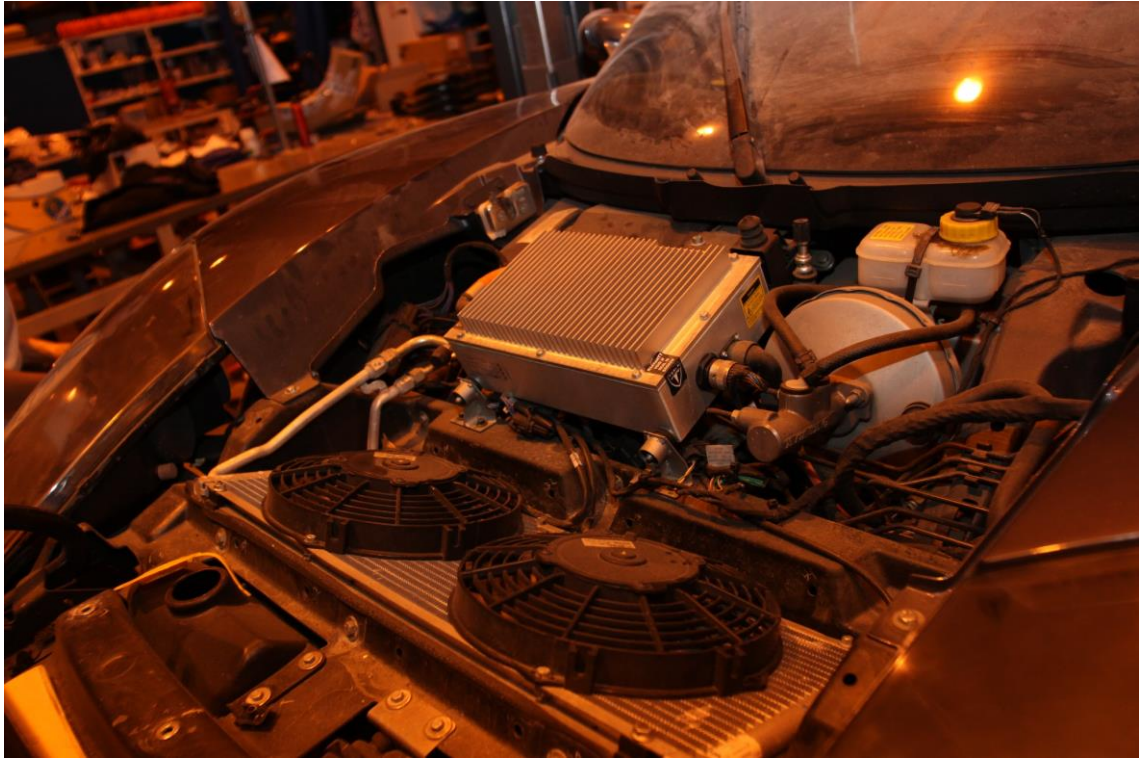
Tesla Roadsterin korjaus vaikutti mielenkiintoiselta aiheelta tehdä insinöörityö. Tämä työ osoittautui lopulta hankalaksi aiheeksi saatavilla olevan vähäisen tiedon takia. Kommunikaatio Teslan kanssa oli hankalaa. Informaatiota yritykseltä ei juurikaan saatu tai tieto oli epävirallista, suuntaa antavaa.

Auton korjaaminen oli sinällään helppoa mutta aikaa vievää. Väärät varaosat, jotka oli toimitettu, tuottivat päänvaivaa ja turhaa työtä. Puuttuvat kiinnikkeet, ruuvit ja pultit piti korvata rautakaupasta saatavilla kilotavaralla. Kuvassa 8 on havainnollistettu auton kunto työn valmistuttua.



Kuva 8. Auton kunto työn valmistuttua

Autosta tutkittiin mielenkiinnosta myös muuta tekniikkaa, jota voisi soveltaa Metropolian muihin sähköautoprojekteihin. Tällaisia projektiaihteita voisi olla mm. ilmastointijärjestelmä (kuva 9).



Kuva 9. Auton etukannen alla sijaitsevat lämmityksen, jäähdytyksen ja ilmastoinnin komponentit

Autoa purkaessa vastaan tuli useita GPS-antenneja. Niiden tarkoituksesta Teslan edustaja ei voinut puhua. Voidaan olettaa, että Tesla on halunnut seurata ensimmäisiä autojaan. Koska kyseessä on USA-malli, kyseessä voi olla myös hätäapuun perustava järjestelmä.

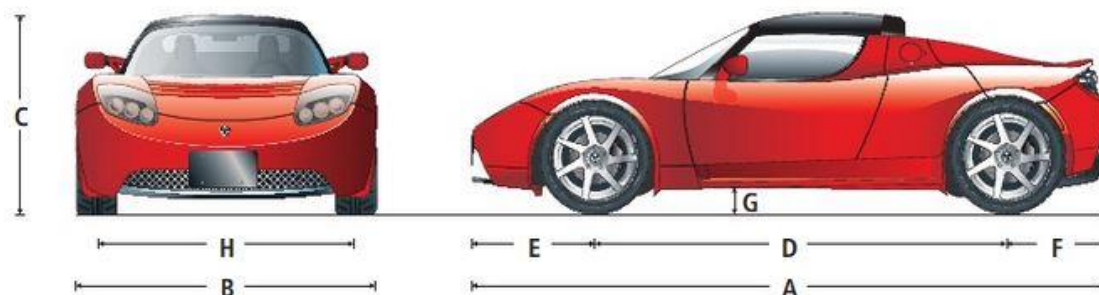
Lähteet

1. Tesla Owners Manual. Verkkodokumentti. . Scribd.
<<https://www.scribd.com/doc/24701291/Tesla-Owners-Manual>>
Luettu 12.5.2016.
2. Tesla Roadster Sport. 2009. Verkkodokumentti. Autoexpress.
<<http://www.autoexpress.co.uk/tesla/roadster/17679/tesla-roadster-sport>>
Päivitetty 22.12.2009. Luettu 11.5.2016.
3. Sähkökäyttöisten autojen huolto- ja korjaustoiminnan pätevyysvaatimukset.
Verkkodokumentti. Autoalan keskusliitto RY <http://www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_s3_ja_sfs_6002>
Luettu 9.5.2016.
4. Grimmer, Tim. 2013. Edustaja, Tesla Motors München. Sähköpostikeskustelu
4.9. 2013.

Tekniset tiedot

Tesla Roadsterin omistajankäsikirjasta otetut tekniset tiedot[1]:

Ulkomitat



A	Pituus	155.4 in	3,946 mm
B	Leveys (sisältäen peilit)	72.9 in	1,851 mm
C	Korkeus (kuormattuna)	44.35 in	1,126.5 mm
D	Akseliväli	92.6 in	2,351 mm
E	Keulaylitys	34.3 in	871 mm
F	Peräylitys	28.5 in	723 mm
G	Maavara (kuormattuna)	5.12 in	130 mm
H	Raideleveys etuakseli	57.7 in	1,455.6 mm
	Raideleveys taka-akseli	59.0 in	1,484.5 mm
	Lähestymiskulma	11°	
	Jättökulma	18°	
	Ylityskulma	12.7°	

Ajoneuvon painot

Omapaino	2,723 lb	1,235 kg
Paino ajokunnossa	3,053 lb	1,385 kg
Bruttopaino	3,273 lb	1,485 kg
Etuakselimassa	1,144 lb	519 kg
Taka-akselimassa	2,147 lb	974 kg
Vetomassa	Ei sallittu	
* Paino ajokunnossa on laskettu kahdella 165 lbs (75 kg) matkustajalla ilman matkatavaroita.		
† Bruttopaino on laskettu kahdella 220 lbs (100 kg) matkustajalla sekä 110 lbs (50 kg) matkatavaroita.		

Moottori

Tyyppi	Oikosulkumoottori, ilmajäähdytetty, taajuusmuuttajakäytöllä
Jännite	375 Volttia
Maksimikierrokset	14,000 rpm
Nettoteho	248 HP (185 kW) @ 5500-6800 rpm
Nettovääntö	277 ft/lb (376 Nm) @ 0-4500 rpm
Hyötysuhde	92% piikki, 85% maksimitehosta

Jarrut

Tyyppi	Hydrauliset. Tandem pääsylinteri, alipainetehostus, lukkiutumattomat jarrut
Levyt	Jäähdytetyt etu- ja takajarrulevyt
Käsijarru	Vaijerikäyttöinen takajarrusatuloihin. Itsestään säätyvä

Vaihteisto

Tyyppi	Kiinteällä välityssuhteella, mekaaninen käsijarrujärjestelmä, mekaaninen voitelupumppu
Kokonaisvälitys	8.27:1
Petuutusvaihde	Moottorin käänteinen pyörimäsuunta, rajoitettu 15 mph
Perävälitys	2.65:1

Ohjaus

Tyyppi	Hammastanko
Kierrosten lukumäärä	2.8
Kääntösäde (kanttariasta kanttariin)	36' 3" (11.05 metriä)

Etujousitus

Tyyppi	Erillisjousitettu. Eripituuksiset ala- ja ylätukivarret. Koaksiaaliset kierrejouset/teleskooppinen vaimennin. Kallistuksen vakaaja.	
Aurus	Optimaalinen	1 mm aurausta
	Toleranssi	0.5 mm harituksesta 0.7mm auraukseen. maksimi sivulta-sivulle 0.3 mm
Camber	Optimaalinen	- 0.1° maksimi sivulta-sivulle 0.2°
	Toleranssi	+ 0.1°... - 0.3°.
Castor	Optimaalinen	+ 3.8°
	Toleranssi	+ 3.5°... 4.1 maksimi risticaster 0.35°.

Takajousitus

Tyyppi	Riippumaton. Eripituuksiset ala- ja ylätukivarret. Koaksiaaliset kierrejouset/teleskooppinen vaimennin. Kallistuksen vakaaja.	
Aurus	Optimaalinen	3.0 mm aurausta
	Toleranssi	2.4 mm... 3.6 mm aurausta maksimi sivulta-sivulle 0.3 mm
Camber	Optimaalinen	- 1.8°
	Toleranssi	- 1.6°... -2.0° maksimi sivulta-sivulle 0.2°

Sähköjärjestelmä

Tyyppi	Ladattava akku
Rating	13 V - 400 V DC, jopa 400 V AC
Polariteetti	Negatiivinen (-) maa

Akku

Tyyppi	Lithium ioni (Li-ion)
Kennojen lukumäärä	6831
Paino	992 lb (450 kg)
Lähtö	Korkeajännite: 366V DC Matalajännite: 13 V DC
Käyttölämpötila	Ajaessa: -1°F - 122°F (-17°C - 50°C) Ladatessa: 32°F - 113°F (0°C - 45°C)

Tarjouspyyntö

Tarjouspyyntö Teslalta, luetteloituna varaosat sekä niiden yksittäiset hinnat.

Email Quotation Date: 1/9/2014

To: rstrecker@teslamotors.com

Thank you for your recent inquiry with Tesla Service. Below you find a price quote for the requested services/parts.

Service/Labor	FRT Hours		FRT Pri-
	Subtotal (EUR)	Labor	ce 0.00
Parts:			Price
2003826 - WA Rear Anti Roll Bar (0.75' x 17swg)			381.43
6000103 - ASSY WBONE RR LWR LH & BUSHES			455.47
6000104 - ASSY WBONE RR LWR RH & BUSHES			462.06
2005060 - SHIM-REAR CAMBER 1.0mm (PLT)			6.81
2005060 - SHIM-REAR CAMBER 1.0mm (PLT)			6.81
2000609 - DROP LINK-A.R.B.			80.68
2000609 - DROP LINK-A.R.B.			80.68
2001385 - TRACK CONTROL ARM (Double Shear)			79.64
2001385 - TRACK CONTROL ARM (Double Shear)			79.64
6000015 - ASM WISHBONE REAR UPR LH+BUSHES			231.71
6000014 - ASM WISHBONE REAR UPR RH+BUSHES			223.95
2000608 - BUSH-ARB			13.77
2000608 - BUSH-ARB			13.77
6000012 - Assy Spring & Damper Rear			534.60
6000012 - Assy Spring & Damper Rear			534.60
2002218 - Hub Unit (KMI 15 ABS Sensor)			232.31
2002218 - Hub Unit (KMI 15 ABS Sensor)			232.31

2002205 - Upright Machined LH 310 Disc	255.42
2002206 - Upright Machined RH 310 Disc	229.94
6001629 - HALFSHAFT,LH,G1	270.13
6001629 - HALFSHAFT,LH,G1	270.13
6002703 - ASY, TORQUE REACTION MOUNT	160.49
6002835 - PNL W-ARCH LINER RR LH	94.08
6002836 - PNL W-ARCH LINER RR RH	94.08
2002244 - GRILLE BUMPER RR	152.07
2002419 - RR BADGE TESLA	24.42
2003970 - TRUNK TRIM - CENTRE	83.47
2003971 - TRUNK TRIM - LHS	75.10
2003972 - TRUNK TRIM - RH	75.10
6001448 - SEAL BOOT BOX	76.49
6001446 - ASY BUMPER RR	431.15
6000070 - ASY CLOSER DIFFUSER	273.79
2002346 - SPOILER	238.67
6004422 - ASY BOOT BOX, FLOCKED	491.40
2002243 - FOAM BUMPER RR	158.87
6001410 - ASY TAILGATE	2,305.08
2000958 - ACTUATOR TAILGATE RELEASE	20.14
2003740 - GAS STRUT TAILGATE	67.27
2003740 - GAS STRUT TAILGATE	67.27
2003703 - CABLE TAILGATE RELEASE LH	81.81
6000127 - ASY CVR SIDEMARKER RR LH	84.02
6000128 - ASY CVR SIDEMARKER RR RH	84.02
2003445 - LAMP CLUSTER RR LH	612.71
2003446 - LAMP CLUSTER RR RH	612.71
2000348 - LAMP-12V REAR NUMBER PLATE	21.41
2000348 - LAMP-12V REAR NUMBER PLATE	21.41
6004186 - PNL DECKING	251.38
2002347 - SEAL DECKING RR	30.17
2002148 - LATCH CLOSURES	41.53
2002148 - LATCH CLOSURES	41.53
2003481 - HINGE TAILGATE RH	100.84
2003482 - HINGE TAILGATE LH	100.84
2003470 - PNL UNDERSHIELD RR	109.08

2002273 - EXT UNDERSHIELD RR LH	44.84
2002274 - EXT UNDERSHIELD RR RH	46.63
2002022 - Wheel Rear LH	801.28
6000109 - Assembly - Rear Subframe	2,546.55

Subtotal Parts Price: 15,197.57
(EUR)

Subtotal Services and Parts: 15,197.57
(EUR)

Discount: (EUR) 0.00

Shipping: (EUR) 0.00

Estimated Tax: (EUR) 2,887.54

Total Amount: (EUR) 18,085.11

Note: This is a quote on list price, actual prices may vary at the time of service.

Thank you for contacting Tesla Service,
Tesla Service Munchen, DE
Ricardo Strecker
49 89 99 22 86 90