

Marika Nurmi

TUOTANTOAUTON SÄHKÖJÄRJESTELMÄN MUUTOSTYÖ RALLIKÄYTTÖÖN

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka

2017



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Marika Nurmi	Insinööri (AMK)	Toukokuu 2017
Opinnäytetyön nimi		
Tuotantoauton sähköjärjestelmän muutostyö rallikäyttöön		36 sivua 5 liitesivua
Toimeksiantaja		
Ohjaaja		
Teemu Manninen		
Tiivistelmä		
<p>Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli selvittää sitä, mitä kaikkea vaaditaan, kun tavallisen tuotantoauton sähköjärjestelmä muutetaan rallikäyttöön sopivaksi.</p> <p>Työn perustana käytettiin rakenteilla olevan F-ryhmän ralliauton sähköjärjestelmää. Työ toteutettiin seuraamalla vaihe vaiheelta tämän sähköjärjestelmän muutostyötä, taustatutkimuksesta ja suunnittelusta, aina viimeistely teippauksiin asti.</p> <p>Ensin oli perehdyttävä autosähkötekniikan perusteisiin, kuten johtimiin, liittimiin, sekä erilaisiin liitostapoihin. Myös autourheilun säännöt vaativat tarkkaa perehtymistä. Koska projektina olevalla autolla on tarkoitus ajaa kilpaa tulevaisuudessa, on auton sähköjärjestelmän täytettävä sääntöjen määräämät pykälät. Taustatyön pohjalta laadittiin suunnitelma siitä, mitä muutoksia sähköjärjestelmään tullaan tekemään. Sähköjärjestelmästä karsittiin turhat johtimet ja komponentit, sekä lisättiin näiden tilalle jokusia uusia. Suurimpia muutoksia sähköjärjestelmässä kokivat erityisesti johtosarjat, sekä moottorinohjainyksikkö. Viimeisinä vaiheina olivat johtosarjojen sovitus, sekä teippaus.</p> <p>Työn tuloksena valmistui, sekä asennusvalmis F-ryhmän sääntöjen mukainen sähköjärjestelmä, että selvitys siitä, mitä kaikkea tällaisessa projektissa on huomioitava. Vastaavanlaisista projekteista on tähän mennessä julkaistu hyvin vähän minkäänlaista materiaalia. Näin ollen tätä opinnäytetyötä on mahdollisuus jatkossa hyödyntää ohjaavana materiaalina, muissa samankaltaisissa projekteissa.</p>		
Asiasanat		
autot, ralliautot, sähköjärjestelmät, muutostyöt		

Author (authors) Marika Nurmi	Degree Bachelor of Electrical engineering	Time May 2017
Thesis Title Production car electric system modification for rallying		36 pages 5 pages of appendices
Commissioned by		
Supervisor Teemu Manninen		
Abstract <p>The focus of this thesis was to find out what is needed to do for the electric system of production car when it's modified to fit in group-F rally car.</p> <p>This project was based on the electric system of group-F rally car which was under construction. The work was carried out by following all the steps of this modification. All steps from background checking to taping of harness was followed.</p> <p>The car which is used in this project is supposed to be competing in the future, so its electrical system must comply exactly the regulations. Based on the background work, the official modification plans were made. All the unnecessary wires and actuators were eliminated from the electrical system and some new ones were added. Wire harnesses and engine control unit received the biggest changes of this project. Last step was to fit the wire harnesses to the car and after that cover all the wires with tape.</p> <p>As a result of this project an electric system which complies with the Group F regulations was completed. Also a description of what every such project needs to be taken into account was made.</p>		
Keywords cars, rally cars, electric systems, modification		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	JOHTIMET JA NIIHIN LIITTYVÄT TARVIKKEET	6
2.1	Johtimien valinta.....	7
2.2	Johtimien mitoitus.....	8
2.3	Johtimien liitostavat	9
2.3.1	Tinaliitos.....	10
2.3.2	Ruuviliitos	10
2.3.3	Juotettava kaapelikengä	11
2.3.4	Puristettavat johdinliittimet	11
2.3.5	Eristetyt johdinpäätteet	11
2.3.6	Eristämättömät johdinpäätteet	12
2.3.7	Jatko-, maadoitus- ja haaroitusliittimet.....	13
2.4	Liitosten ja johtimien suojaaminen	13
2.4.1	Kosketus- ja hankaussuojaus	13
2.4.2	Kutiste- ja tiivistesuojatut liitokset ja liitinrasiat.....	14
2.5	Liitosten teko ja korjaus	14
2.5.1	Tinaliitos.....	14
2.5.2	Kaapelikengän juottaminen.....	15
2.5.3	Puristusliitos.....	15
2.5.4	Liittimien asennusvinkkejä	17
2.5.5	Liittimen irrotus	17
2.5.6	Pistokkeiden toisiolukitus	18
2.5.7	Ensiölukitus.....	18
2.5.8	Liittimen lukituskielekkeen avaaminen	18
2.6	Johtosarjat	19
3	VIRTAPIIRIEN YLIKUORMITUSSUOJAUS	19

3.1	Oikosulku.....	19
3.2	Sulakkeet.....	20
4	KYTKENTÄRELEET.....	20
5	VOLKSWAGEN GOLF III GTI 2.0 16 V, F-RYHMÄ.....	21
5.1	Autourheilun säännöt.....	22
5.1.1	Sähköjärjestelmä	23
5.1.2	Akku.....	23
5.1.3	Valaistus- ja merkinantolaitteet	24
5.1.4	Lisävalot.....	25
5.1.5	Johtimien sijoitus	26
5.1.6	Päävirtakatkaisin.....	27
5.2	Sähkösarjojen muutostyöt	28
5.2.1	Moottorinohjausyksikkö.....	29
5.2.2	Päävirtakatkaisimen asennus	31
5.2.3	Ovisarjat.....	32
5.2.4	Takasarja.....	32
5.2.5	Teippaus	33
5.3	Johtosarjojen asennus.....	35
6	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET.....	36

LIITTEET

Liite 1. Eristetyt johtoliittimet

Liite 2. Eristämättömät johtoliittimet

Liite 3. MoTeC M84 kytkentäkaavio

Liite 4. Päävirtakatkaisimen kytkentäkaavio

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan siihen, mitä kaikkia muutoksia tehdään, kun tuotantoauton sähköjärjestelmä muokataan F-ryhmän ralliautoon soveltuvaksi.

Lisäksi työn lukija on tarkoitus perehdyttää auton sähkösarjojen komponentteihin, autojohtimiin, erilaisiin liittimiin ja liitostapoihin. Työssä käsitellään myös tarkemmin erilaisten liitosten tekotapoja ja käyttökohteita, sekä liittimien ja johtimien valintaan vaikuttavia tekijöitä ja ominaisuuksia.

Ralliautoa sekä sen sähköjä rakentaessa on perehdyttävä tarkasti autourheilun sääntöihin. Tässä työssä perehdytään myös näihin sääntöihin, mutta kuitenkin vain sähköjen muutostöihin vaikuttavalta osalta.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on siis selventää sitä, mitä kaikkea auton sähkösarjojen muutostyöt vaativat ja mitä kaikkea niitä tehdessä ja suunniteltaessa on otettava huomioon.

2 JOHTIMET JA NIIHIN LIITTYVÄT TARVIKKEET

Auton johtosarjoja tehtäessä on tärkeää valita käytettävät johtimet niin, että ne ovat hyvin tärinää ja taivutusta kestäviä. Näistä vaadittavista ominaisuuksista johtuen yleisesti autoteollisuudessa käytetään johtimia, jotka on kierretty ohuista kuparisäikeistä. Johtimien eristeenä käytetään muovia, muovin paksuus riippuu suoraan jännitteestä joka johtimessa vaikuttaa. Hyvänä esimerkkinä tässä voidaan käyttää vaikka sytytysjohtimia. Koska sytytysjohtimissa kulkee huomattavasti korkeampi jännite kuin vaikkapa valojohtimissa, on niissä olevan muovieristeen paksuus moninkertainen verrattuna valojohtimiin. /1, s. 147./

Myös johtimen poikkipinta-alalla on suuri merkitys. Autojohtimia on saatavilla kuitenkin suhteellisen pieni määrä eri poikkipinta-aloilla. Vaikka poikkipinta-alaltaan

erikokoisia johtimia on vähän, pystytään näillä kuitenkin kattamaan riittävästi erilaisia käyttötarpeita. Johtimet jaetaan käyttötarkoituksen perusteella kolmeen eri ryhmään:

- valo- ja merkinantojohtimet
- sytytysjohtimet
- käynnistysjohtimet

Poikkipinta-alat jotka vastaavat näitä kolmea ryhmää ovat seuraavat:

- 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4; 6; 10
- 1,5
- 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120.

Nykyaikaisissa autoissa on lukuisia eri virtapiirejä, ja jotta ne pystytään erottamaan toisistaan huolto- sekä korjaustöiden yhteydessä, on johtimissa käytössä lukuisia eri värejä ja väriyhdistelmiä. Johtimia merkitään värien lisäksi pitkittäisillä tunnistusraidoilla ja numeroketjuilla, sekä pilkuilla. Näitä merkintätapoja yhdistelemällä erinäköisten johtimien määrä nousee lähes rajattomaksi. /1, s. 147./

2.1 Johtimien valinta

Koska johtimista kulkee läpi sähkövirtaa, saa se johtimet aina hieman lämpenemään. Lämpötila nousee sitä voimakkaammin, mitä suurempi virta ja johtimen resistanssi on. Nämä kaksi tekijää aiheuttaa jännitehäviöitä ja sitä kautta myös tehonhukkaa. Tästä syystä pyritään johtimet aina mitoittamaan sillä tavalla, että jännitehäviö pysyy mahdollisimman pienenä. Johtimesta pyritään myös tekemään niin lyhyt kuin mahdollista, varsinkin siinä tilanteessa, jos virtapiirissä oleva virta on suuri. Tällaisia suurivirtaisia johtimia ovat mm. käynnistys-, lataus-, ajovalo- sekä äänimerkinantolaitteiden johtimet. /1, s. 147./

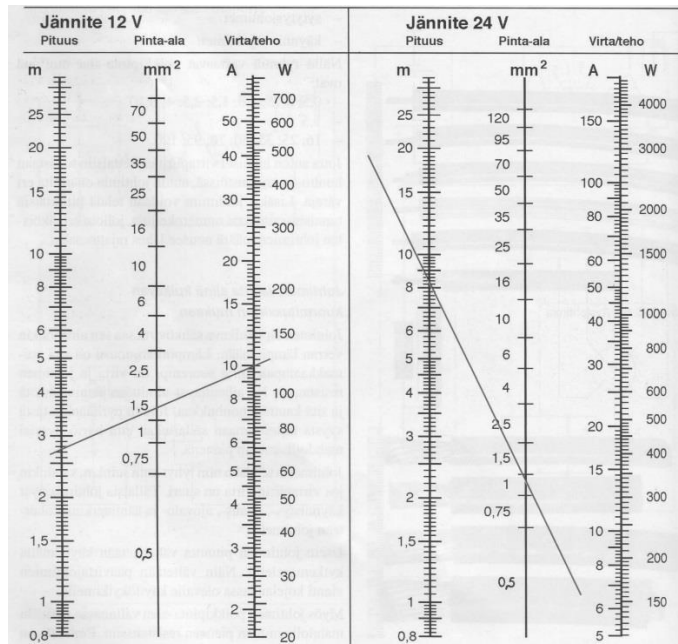
Monesti johtimien pituuksia pyritään lyhentämään käyttämällä kytkentäreleitä. Tällä keinolla pystytään välttämään päävirtajohtimien vieminen kojelaudassa sijaitseville käyttökytkimille. Johtimien poikkipinta-alan valinnassa pyritään myös, mikäli mahdollista, mahdollisimman pieneen resistanssiin. Pinta-alan tulee olla sitä suurempi, mitä suurempi sähkövirta johtimessa kulkee. Koska johtimen resistanssi kasvaa silloin, kun johdin ehtii lämpiämään virran kulkiessa, on tämä

seikka otettava huomioon johdinta valittaessa. Mitä kauemmin virta yhtäjaksoisesti kulkee johtimessa, sitä enemmän johdin lämpenee. Tämän takia käyttöaika on erittäin merkittävässä roolissa johdinta valittaessa. Tässä on myös suora syy siihen, minkä takia esimerkiksi valojohtimeksi on valittava poikkipinta-alaltaan suhteellisesti suurempi johdin kuin vaikkapa äänimerkinantolaitteille tai käynnistimelle. /1, s. 147-148./

2.2 Johtimien mitoitus

Johtimien mitoituksessa on monta ratkaisevaa seikkaa. Oikean kokoisen johtimen valintaan vaikuttaa johtimen mitta, sitä ympäröivä lämpötila, johtimen materiaalit sekä johdotettavan kohteen virta/teho. Monet netistä löytyvät johtimen mitoituskurit perustuvat jännitehäviön minimointiin. Nämä laskurit eivät myöskään välttämättä ota huomioon liitosten ja sulakkeiden aiheuttamia jännitehäviöitä, ja ovat näin ollen huonoja auton sähköjohtimia mitoitettaessa. Johtimien mitoitusta varten on muutamia erilaisia taulukoita, joista saa ohjeita oikeasta kaapelikoosta. Ajoneuvojen johtimia valittaessa taulukot tarjoavat usein melko suuria johtimia, ja näin ollen johtosarjojen paino ja koko nousisivat suuriksi. Tästä syystä johtimet mitoitetaan usein virrankeston mukaan. Tuotantoautoissa johtimet ovat usein jopa hieman niin sanotusti alimittaisia.

Johtimen poikkipinta-alan valinnassa voidaan käyttää myös kuvan 1 mukaisia nomogrammeja. Kuvan 1 nomogrammit on laadittu vastaamaan sellaista tilannetta, jossa sähkövirta kulkee jatkuvasti. Alla löytyy myös kuvasta 2 esimerkki eräästä johtimien mitoitusapuna toimivasta taulukosta. Tällaista kuvan 2 taulukoa käytettäessä tulee huomioida että mitta on tasavirralla matka toimilaitteelle ja takaisin. /1, s. 148./



Kuva 1. ”Johtimen pituuden, poikkipinta-alan ja virran/tehon nomogrammi” /1, s. 148/

CONDUCTOR SIZES (mm ²) FOR 3% VOLT DROP																			
Amps	2m	4m	6m	8m	10m	12m	14m	16m	18m	20m	22m	24m	26m	28m	30m	35m	40m	45m	50m
5	0.75	1.5	1.5	2.5	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	16.0	16.0	16.0	16.0
10	1.5	4.0	4.0	6.0	6.0	10.0	10.0	10.0	10.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	25.0	25.0	25.0	25.0	35.0
15	2.5	4.0	6.0	10.0	10.0	10.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	25.0	25.0	25.0	25.0	35.0	35.0	35.0	50.0
20	2.5	6.0	10.0	10.0	16.0	16.0	16.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	35.0	35.0	35.0	50.0	50.0	50.0	70.0
25	4.0	6.0	10.0	10.0	16.0	16.0	25.0	25.0	25.0	35.0	35.0	35.0	35.0	50.0	50.0	50.0	70.0	70.0	70.0
30	4.0	6.0	10.0	16.0	16.0	25.0	25.0	35.0	35.0	35.0	35.0	50.0	50.0	50.0	70.0	70.0	70.0	95.0	95.0
40	6.0	10.0	16.0	25.0	25.0	35.0	35.0	35.0	50.0	50.0	50.0	70.0	70.0	70.0	70.0	95.0	95.0	120	120
50	6.0	16.0	25.0	25.0	35.0	35.0	50.0	50.0	50.0	70.0	70.0	70.0	95.0	95.0	95.0	120	120	150	150
60	10.0	16.0	25.0	35.0	35.0	50.0	50.0	70.0	70.0	70.0	70.0	95.0	95.0	95.0	120	120	150	150	185
70	10.0	16.0	25.0	35.0	50.0	50.0	70.0	70.0	70.0	95.0	95.0	120	120	120	150	150	185	185	240
80	10.0	16.0	35.0	35.0	50.0	70.0	70.0	70.0	95.0	95.0	95.0	120	120	150	150	185	185	240	240
90	10.0	25.0	50.0	50.0	50.0	70.0	70.0	95.0	95.0	120	120	120	150	185	185	240	240	300	300
100	16.0	25.0	50.0	50.0	70.0	95.0	95.0	120	120	150	150	150	185	185	240	240	300	300	400

Kuva 2. Johtimien mitoitustaulukko /2/

2.3 Johtimien liitostavat

Kun johtimia liitetään sähkölaitteisiin tai toisiinsa, niille asetetaan tilanteesta riippuen seuraavia vaatimuksia:

- liitoksesta ei saa aiheutua jännitehäviöitä
- liitoksen pitää olla hyvin suojattu hapettumista vastaan
- liitoksesta ei saa aiheutua oikosulkuvaaraa

- jos liitoksen avaaminen on mahdollista se pitää pystyä avaamaan ilman työvälineitä.

Aina näitä kaikkia vaatimuksia ei pystytä toteuttamaan. Syynä tähän saattaa olla tilanpuute, rakenne tai korkeat lämpötilat. Tästä syystä liitostapoja on käytössä paljon erilaisia, ja rakenneratkaisuja vielä tätäkin enemmän. Seuraavissa kappaleissa käydäänkin läpi erilaisia liitostapoja. /1, s. 149./

2.3.1 Tinaliitos

Jos lähdetään katsomaan aineiden resistiivisyystaulukosta, on tina melko huono aine sähkönjohteena. Tinalla saadaan kuitenkin sen matalan sulamispisteen ja sen pehmeiden ansiosta liitokseen aikaan suuri kosketuspinta-ala. Se myös yhdistää johdinsäikeet hyvin toisiinsa ja muodostaa näin ollen liitoksen päälle tiiviin ja suojaavan kerroksen. Tinaliitoksia käytetään nykypäivänä lähinnä enää kytkennöissä joita ei ole tarkoitus avata tavallisten asennustöiden yhteydessä, kuten sähkölaitteiden sisäisissä kytkennöissä. Tämän liitostavan suurin miinus on ehdottomasti sen hankala irrotettavuus ja vaikeahko liitettävyyys. Koska tinalla on paljon hyviä ominaisuuksia, käytetään sitä edelleen paljon muiden liitostapojen yhteydessä päällyste- ja tiivistäineena. /1, s. 149./

2.3.2 Ruuviliitos

Kun liitoksen kautta johdetaan suuria sähkövirtoja, käytetään näissä paikoissa yleensä ruuviliitoksia. Mm. käynnistimeen ja akkuun liitettävät johtimet yhdistetään yleensä ruuviliitoksilla. Ruuviliitoksia käytetään tinaliitosten tavoin myös laitteiden sisäisissä kytkennöissä. Selkeästi ruuviliitoksen parhaisiin ominaisuuksiin lukeutuu sen avattavuus ja suuri kosketuspinta-ala. Ruuviliitoksen käyttöä nykypäivänä ovat vähentäneet huomattavasti sen huonot ominaisuudet, mitä ovat esimerkiksi löystymismahdollisuus, hapettumistaipumus, sekä varsin työläs avattavuus. /1, s. 150./

2.3.3 Juotettava kaapelikengä

Vanhemmissa autoissa on hyvin yleistä, että kaapelikengät on juotettu kiinni johtimien päähän. Nykypäivänä juottamista käytetään oikeastaan vain akun kaapelikengien liittämiseksi. Näissä liitoksissa varmistetaan tinalla kaapelin liittyminen kengään ja suojataan näin ollen myös liitos ja johdin hapettumiselta. Akun kaapelikiin syntyä herkästi hapettumia, nämä hapettumat pääsevät usein eteneeseen akkukaapelin sisään. /1, s. 150./

Tällaisen hapettumisen aiheuttamat viat ovat usein vaikeasti havaittavia, jos hapettuma ei näy selkeästi ulospäin. Jos hapettuma pääsee piiloutumaan kaapelin tai vaihtoehtoisesti liitoksen sisään, on sen havaitseminen hankalaa. Tämä yleinen vika aiheuttaa moottorin käynnistysongelmia, nämä näkyvät jännitehäviömittauksessakin vain ja ainoastaan moottorin käynnistymishetkellä. Erityisen herkkiä näille hapettumisongelmille ovat puristamalla kiinnitetyt kaapelikengät, koska näissä ei ole tinaa suojaamassa liitosta. Nykyisin vain puristamalla kiinnitettävät kaapelikengät ovat se yleisimmin käytetty versio autoissa. Syy siihen, että näin on käynyt, on ihan puhtaasti tuotannollinen. On huomattavasti nopeampi vain puristaa kaapelikengä kiinni kaapeliin tinaamisen sijaan. /1, s. 150-151./

2.3.4 Puristettavat johdinliittimet

Suurin osa liitoksista tehdään nykypäivänä sellaisilla liittimillä, jotka kiinnitetään johtimiin puristamalla. Näissä liitoksissa liittimen ja johtimen välinen hyvä kosketus toteutetaan liittimen muotoilulla ja erikoispihtien suurella puristusvoimalla. Puristettavat liittimet voidaan jakaa kahteen pääryhmään, eristämättömiin ja eristettyihin liittimiin. Eristettyjä liittimiä käytetään pääosin kun liitetään yksittäinen johdin sähkölaitteeseen tai toiseen johtimeen. Eristämättömiä taas käytetään kun liitetään johdinsarjaa toiseen, tällöin eristyksenä on erillinen liitosrasia. /1, s.151./

2.3.5 Eristetyt johdinpäätteet

Eristettyjä johdinpäätteitä valmistetaan kolmelle erikokoiselle pinta-ala-alueelle lukuisia erilaisia liitostapoja varten. Koska kokoja on vain kolme, on ne toteutettu niin, että ne menevät hieman päällekkäin, tällä mahdollistetaan aina sopivan

päänteen löytyminen. Eristeen väri kertoo, minkä kokoiselle johtimelle liitin on tarkoitettu:

- punainen eriste 0,25 mm² – 1,6 mm²
- sininen eriste 1,0 mm² – 2,6 mm²
- keltainen eriste 2,7 mm² – 6,6 mm²

Eri liitinvalmistajien välillä rajat hieman vaihtelevat, mutta väritunnukset ovat aina samat. Myös samoja asennuspihtejä voidaan käyttää valmistajasta huolimatta.

Erilaisia eristettyjä johdinpäätteitä löytyy liitteestä 1. /1, s. 151./

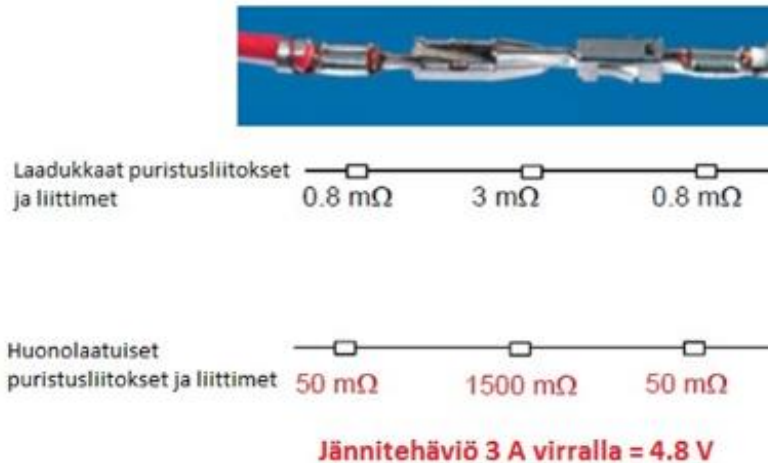
2.3.6 Eristämättömät johdinpäätteet

Myös eristämättömät johdinpäätteet puristetaan tiukasti kiinni erikoispihdeillä sekä johtimen että eristeen päälle. Malleja eristämättömistä johdinpäätteistä on esitelty liitteessä 2. Eristeeseen kiinnittämisellä pyritään poistamaan mahdollinen vetorasitus varsinaiselta sähköliitännältä. Eristämättömiä johdinpäätteitä on olemassa kahta tyyppiä, latta- ja pyöröliittimiä. Kuormitusvirrat ovat yleensä suurempia käytettäessä lattaliittimiä kuin pyöröliittimillä. Myös lattaliittimien vaatima tila on huomattavasti pyöröliittimiä suurempi. Pyöröliittimiä käytetään lähinnä monijohtimisten mittaristo- ja hallintalaitteistojen, sekä johdinkimppujen liittämiseen. /1, s. 153./

Eristämättömiä liittimiä voidaan käyttää myös eristettyjen tavoin, kunhan eristys huolehditaan jollain muulla tilanteen mukaan sopivalla tavalla. Koska eristämätön johdinliitin on vähän erilainen rakenteeltaan kuin eristetty, saavutetaan eristämättömällä usein paremmin kulutusta kestävä liitos, koska liitoksesta saadaan helposti napakka. Eristetyn johdinliittimen käytön suosio perustuu sen helppouteen. Koska liitin on valmiiksi eristetty, ei liitoksen eristämiseen tarvitse käyttää muita työlämpiä keinoja. Eristetyn johdinliittimen heikko puoli on liitoksen heikompi kestävyys. Koska liittimessä on eriste valmiina, on sen rakenne myös erilainen. Tällaista liitintä johtimeen puristettaessa saattaa liitos usein jäädä hieman löysäksi ja näin ollen on tässä heti paikka mahdolliselle vialle.

Jos liitos jää löysäksi, tulevat kosketushäiriöt olemaan enemmän kuin todennäköisiä. Kun liitos on huonolaatuinen, se aiheuttaa myös valtavia jännitehäviöitä.

Verrattaessa siis kahta samanlaista liitosta, joista toinen on hyvä- ja toinen huonolaatuinen, nähdään, miten suuri ero liitoksen laadulla saadaan aikaan. (Kuva 3)



Kuva 3. Laadukkaan ja huonolaatuisen puristusliitoksen aiheuttamat jännitehäviöt /3/

2.3.7 Jatko-, maadoitus- ja haaroitusliittimet

Johtimien jatkaminen ja haaroittaminen on mahdollista tehdä joko kiinteäksi tai vaihtoehtoisesti avattavaksi. Se, missä jatkos- tai haaroituskohta sijaitsee, vaikuttaa tähän valintaan. Jos kyseinen paikka on auton sisätiloissa, voidaan valita suojausasteeltaan kevyempi tapa, kun taas jos jatko- tai haaroituskohta sijaitsee auton moottoritilassa tai alustassa. /1, s. 154./

2.4 Liitosten ja johtimien suojaaminen

Sähköjohtimien ja liitosten suojaamiseen on monia syitä. Oikosulkuvaaran vuoksi on johtimien suora kosketus sekä hankaaminen ja liikkuminen estettävä parhaalla mahdollisella tavalla. Kosteuden pääsy liittimiin on estettävä, koska kosteus aiheuttaa korroosiota, mikä taas johtaa jännitehäviöiden syntymiseen. /1, s. 155./

2.4.1 Kosketus- ja hankaussuojaus

Autossa kaikki jännitteiset osat tulisi olla suojattu eristävällä materiaalilla niin, että koskettaminen ei aiheuta oikosulkuvaaraa. Erityisen tärkeää tämä on huomioida

akussa ja sellaisissa liittimissä, jotka ovat jännitteisiä myös auton ollessa pysäköitynä, eli niissä, jotka ovat suoraan yhteydessä akkuun. Johtimien liikkuminen ja hankautuminen on myös syytä estää kokonaan. Tämä muodostuu erityisen tärkeäksi seikaksi varsinkin niissä paikoissa, missä johtimet lävistävät auton korin, esimerkiksi viettäessä johtimia rintapellin läpi moottorilasta matkustamoon ja päinvastoin. /1, s. 155./

Johtimien liikkumista voidaan rajoittaa sitomalla niitä toisiinsa tai kiinnittämällä niitä muihin sopiviin kohteisiin. Apuvälineinä tässä voidaan käyttää mm. eristysnauhaa, spiraalisidettä, muovikiinnikkeitä, nippusiteitä tai muovisukkaa. Läpivientikohdat suojataan tähän tarkoitettuilla läpivientikumeilla. Hankautumista estetään ylimääräisellä suojakuorella tai jollakin pehmustemateriaalilla. /1, s. 155./

2.4.2 Kutiste- ja tiivistesuojatut liitokset ja liitinasiat

Kutistesuojattu liitos on parhaimmillaan vesitiivis. Kutistesuojauksessa kutistetaan lämmön avulla joko itse liitos tai liitoksen päälle laitettu erillinen muovisukka tiiviisti liitoksen päälle sen suojaksi. /1, s. 156./

Liitoksen vesitiiviyys voidaan saavuttaa myös tiivisteiden avulla. Tällöin sekä liittimessä että liitinrasiassa tulee olla kunnolliset tiivisteet. Liittimen tiiviste on asetettava paikalleen jo asennusvaiheessa, sillä jälkeinpäin sen tiivistys ei enää onnistu. /1, s. 157./

2.5 Liitosten teko ja korjaus

2.5.1 Tinaliitos

Juottimen valinnassa on pääperiaatteena seuraava sääntö: suuri juotos, suuri juotin; pieni juotos, pieni juotin. Lisäksi on erittäin tärkeää huomioida juotoskohdan lämmönsietokyky sekä sen mitat. Hyvän tartunnan varmistamiseksi molempien liitospintojen tulee olla ehdottomasti puhtaat rasvasta sekä hapettumista. Juottimen on annettava kuumentua ennen liitoksen tekoa riittävästi, jotta juottaminen onnistuu helposti. /1, s. 157./

2.5.2 Kaapelikengän juottaminen

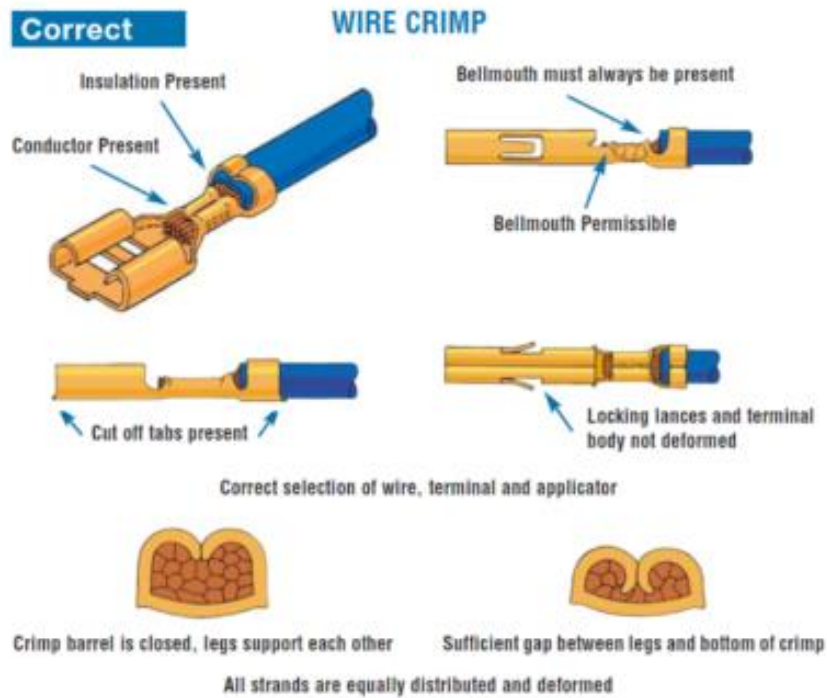
Ensin on mitoitettava kaapeli sopivan mittaiseksi. Tämän jälkeen kaapelin pää kuoritaan käytettävän liittimen vaatimalla tavalla ja kierretään kevyesti, jotta kaapelin säikeet pysyvät tiiviisti koossa. Kun nämä alkuvalmistelut on saatu tehtyä, tinataan kaapelin pää. Esitinausta tehtäessä on huolehdittava siitä, ettei kaapelin päätä kuumenneta liikaa, näin vältetään eristeen vaurioitumiselta. Kaapelin pään esitinauksen jälkeen voidaan kaapelikengä puristaa paikalleen niin että eristeen ja kaapelikengän väliin jää noin 2 mm – 4 mm kokoinen väli. Tämän jälkeen kuumennetaan liitos juottimella ja syötetään juote kuumennuksen jälkeen sisään liitokseen johtimen päästä. Liitos on valmis siinä vaiheessa, kun kaapelikengän holkki on täynnä tinaa, mutta tina ei kuitenkaan saa tunkeutua eristeen alle kuin korkeintaan 2 mm. Hyvän liitoksen tunnistaa siitä että johtimen ja kaapelin väli on täynnä tinaa, juotos on kiiltävä ja puhdas, eikä eriste ole sulanut. /1, s. 158./

2.5.3 Puristusliitos

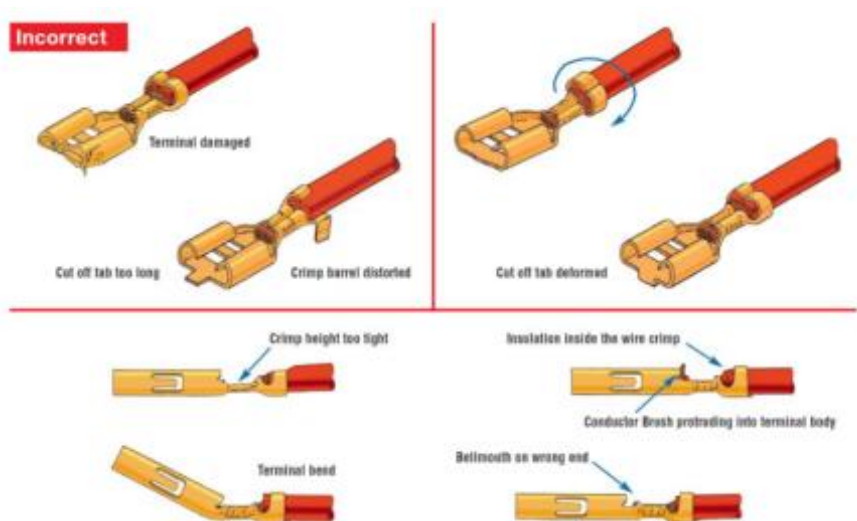
Puristusliitosten tekoon tulisi aina käyttää erikoispihtejä, joita oikein käyttämällä saadaan syntymään riittävä puristusvoima. Riittävällä puristusvoimalla tarkoitetaan sellaista voimaa, millä johtimien kupari muokkautuu ja muotoutuu ilmatiiviiksi käytettävän liittimen rungon sisään. Kun puristettava liitos saadaan ilmatiiviiksi, ei korroosio pääse pilaamaan sitä. Pihtien puristusvoima on riittävä silloin, kun leuat painuvat vastakkain. Ammattikäyttöön pihtejä valitessa tulisi valita pihdit, joissa myös eriste muotoutuu samalla yhdellä puristuksella määrämuotiseksi. Tällaisissa pihdeissä ei puristuskohdalla ole vaaraa sen siirtymisessä sivuun oikealta paikalta, tämä varmistaa myös osaltaan liitoksen lujuuden. Näissä pihdeissä on myös niiden välitysmekanismien vuoksi huomattavasti suurempi puristusvoima joka takaa liitoksen paremman laadun. Eriaiset puristusliittimet tietenkin vaativat aina omantyyppisensä pihdit. Tästä syystä kun valitaan pihtejä erilaisille liittimelle, tulee olla erityisen tarkkana ja valita aina oikean malliset pihdit. /1, s. 160-161./

Oikeanlainen liitos on alla olevan kuvan 4 mukainen. Liitososan tulee olla tiukasti puristunut ja muokkautunut niin, ettei liittimen ja johdinsäikeiden väliin jää yhtään

tyhjää tilaa. Kun liitos on tiivis, ei sinne pääsen tunkeutumana kosteutta. Myös vedonpoisto-osa tulee olla tiukasti kiinni johtimen eriteen ympärillä. Pituussuunnassa johtimen tule sijaita kuvan 4 esittämällä tavalla. Johdin ei saa tulla liian paljon ulos liitososan kummastakaan päästä. Kuvassa 5 on esitetty virheellisiä puristusliitoksia. /1, s. 162./



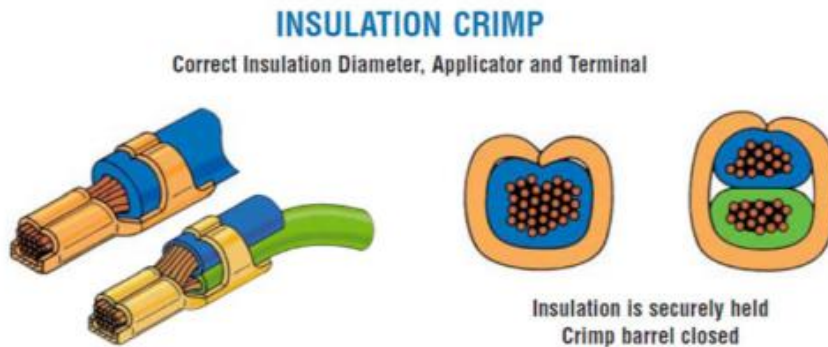
Kuva 4. Kunnollinen puristusliitos /3/



Kuva 5. Virheellinen puristusliitos /3/

2.5.4 Liittimien asennusvinkkejä

Liitin on aina valittava niin, että se on johtimen poikkipinta-alaan nähden sopiva, kuvassa 6 näkyy esimerkillisesti valittu liitin. Jos jostain syystä kuitenkin on käytettävissä vain suuremmalle poikkipinta-alalle tarkoitettuja liittimiä voi toimia seuraavalla tavalla: Kuori johdin kaksinkertaiselta pituudelta ja taita se kaksin kerroin. Näin menettelemällä saadaan riittävästi johdinmateriaalia ja saadaan tehtyä tiivis ja hyvä liitos. Joskus tulee eteen tilanteita, missä on samaan liittimeen asennettava kaksi johdinta. Tällöin valitaan johtimien yhteenlaskettua poikkipinta-alaa vastaava liitin. Johtimet asetetaan liittimeen päällekkäin niin, että jos toinen johdin on pienempi, asetetaan se alimmaiseksi. /1, s. 162./



Kuva 6. Kahdelle johtimelle oikein valittu ja asennettu liitin /3/

2.5.5 Liittimen irrotus

Nykyaikaisissa autoissa on lukuisia moninapaliittimiä, joissa on tehokkaasti myös varmistettu se, etteivät nämä liittimet pääse avautumaan itsestään. Liittimiä avattaessa on tärkeää muistaa se, ettei liitintä saa koskaan avata johtimista vetämällä. Liitinrasioissa on niiden lukituksessa käytössä kaksi päätapaa, aktiivinen sekä passiivinen lukitus. Avattaessa aktiivisella lukituksella varustettua liitintä on avattava jonkinlainen salpa tai vipumekanismi. Passiivisella lukituksella varustetun liittimen avaamiseen taas riittää tietyn suuruinen voima. Moottorinohjainyksikön sekä muiden elektronisten ohjausyksiköiden monikymmennapaisissa liittimissä on myös pistokekotelolla oma lukituksensa. Tämän lukituksen suojana on yleensä vielä jonkinlainen kumisuojaus, joka on avaamisen mahdollistamiseksi siirrettävä sivuun. /1, s. 163./

2.5.6 Pistokkeiden toisiolukitus

Jotta liittimet eivät pistoketta kiinni laittaessa liikkuisi taaksepäin ulos pistokkeesta, on ne lukittava paikalleen. Kun liitinrasiassa on useita pistokkeita, lukitaan ne yleensä paikalleen pistokerungossa sijaitsevan toisiolukituksen avulla. Toisiolukitus on usein vaikkapa salvoilla varustettu kantaliuska tai lukitsinkansi, mikä täytyy avata ennen yksittäisten liittimien avaamista. Toisiolukitus pitää liittimet siis paikallaan, mutta suojaa myös liittimiä ja toimii samalla vedonpoistajana. /1, s. 163./

2.5.7 Ensiölukitus

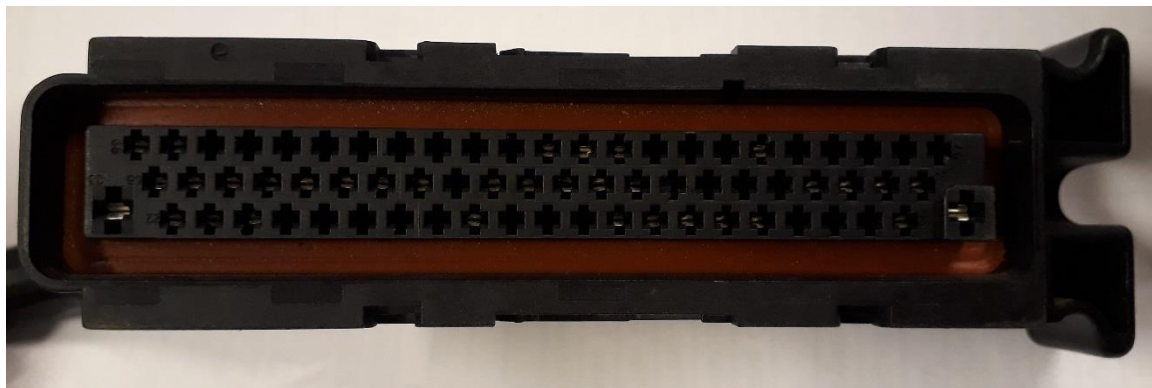
Ensiölukitus tarkoittaa yksittäisessä liittimessä olevia kielekkeitä. Näillä kielekkeillä liitin pysyy paikallaan liitinrungossa olevassa paikassaan. Lukituskielekkeitä voi liittintyyppistä riippuen olla yksi tai kaksi. Jokaisella liittimellä on erilainen lukitusmekanismi. Joskus lukitusta ei välttämättä itse liittimessä ole, mutta tällöin lukitus on sijoitettu liitinrunkoon. /1, s. 163./

2.5.8 Liittimen lukituskielekkeen avaaminen

Liittimen avaamiseksi sen lukituskielekkeet pitää ensin avata huolellisesti. Liittimien lukituskielekkeet ovat liittimen koosta riippuen melko herkkiä taipumaan väärään asentoon. Lukituskielekkeiden avaamiseen tarvitaan juuri tähän tarkoitukseen tehdyt erikoistyökalut. Näillä työkaluilla saadaan lukituskielekkeet painetua sivuun lukitusolkapään tieltä. Erityyppiset liittimet vaativat erilaiset työkalut. Jos kyseessä on kaksikielekkinen liitin, kuten kuvassa 7, avataan se ulkonäöllisesti pinsettejä muistuttavalla työkalulla. Liittimen irrottamisessa on seurattava seuraavia työvaiheita:

- Ensin liitin painetaan eteenpäin paikallaan, niin että lukituskieleke irtoaa liitinrasian olakkeesta
- Seuraavaksi irrotustyökalu painetaan varovasti pistokerungon kosketinpuolelta uraan. Ura ohjaa sen kielekkeen ulkopuolelle, tällöin kieleke painuu alas.

- Nyt liitin irtoa johdinpuolelta kevyesti vetämällä. Jos liitin ei irtoa kevyellä vedolla, sitä ei saa kiskoa väkisin, tällöin liitin tai pistokerunko yleensä vioittuu. Tarkista mikä liittintä pidättelee jos se ei irtoa. Usein riittää kun vain aloittaa irrotusprosessin alusta. /1, s.164./



Kuva 7. Alkuperäisen moottorinohjainyksikön monikymmennapaisen liitinrungon kosketinpuoli. Kuvasta erottuu hyvin jokaisen liittimen kohdalla olevat kapeammat urat joihin liittimen irrotustyökalu asetetaan liittimiä irrotettaessa

2.6 Johtosarjat

Autojen sähköjohtimet on kasattu kokonaisuuksiksi, eli toisin sanoen johtosarjoiksi. Johtosarjat liitetään toisiinsa moninapaisilla liitinrasioilla. Johtosarjojen alkuperäisenä tavoitteena on ollut tehdä johtimien sijoittamisesta autoon selväpiirteisempää ja säästää samalla tilaa. Johtosarjat myös osaltaan helpottavat varaosahuoltoa, koska johtimet voidaan vikatapauksissa uusia erilaisina kokonaisuuksina eikä auton koko johdotusta jouduta vaihtamaan. Toisaalta johtosarjat tekevät auton yksittäisten virtapiirien seuraamisesta hankalaa, varsinkin siinä tilanteessa kun johtimien värejä muuttavia kytkentöjä on tehty sarjan sisällä. /1, s.164./

3 VIRTAPIIRIEN YLIKUORMITUSSUOJAUS

3.1 Oikosulku

Oikosulku on tilanne, jossa sähkölaitteen napojen väliin muodostuu yhteys ilman riittävän suurta resistanssia. Tällaisia tilanteita ajoneuvoissa saattaa aiheuttaa seuraavat seikat:

- asennusvirheet

- johdinliitos irtoaa tahattomasti ja koskettaa runkoon
 - johtimen eristeen vaurioituminen
 - liikakuormituksesta aiheutuva johtimen sulaminen
 - palaminen johtimen koskettaessa kuumaa pakoputkea
 - johtimen hankautuminen
 - johtimen vaurioituminen suojaamattoman läpiviennin seurauksena.
- /1, s.166./

3.2 Sulakkeet

Vahinkojen välttämiseksi ajoneuvon lähes kaikki virtapiirit varustetaan aina ylikuormitussuojalla, suojauksessa käytetään useimmiten sulakkeita. Sulake on virtapiiriin tarkoituksella asetettu muuta virtapiiriä heikompi kohta. Tämä sulaa poikki virran noustessa liian suureksi ja katkaisee näin ollen virtapiirin. Tällä pyritään estämään suurempien vahinkojen syntyminen. Kuhunkin virtapiiriin sopiva sulake valitaan suurimman sallitun kuormitusvirran mukaisesti. Sulakkeessa oleva merkintä (sulakkeen nimellisvirta) tarkoittaa juuri sen suurinta sallittua kuormitusvirtaa. Jos tämä nimellisvirta ylittyy, katkeaa virtapiiri sulakkeen kohdalta. Myös sulakkeen toimintanopeudella on merkitystä suojausvaikutukseen. /1, s. 167./

Yleisimmin nykyautoissa on käytössä levytyyppiset ATO-sulakkeet. Vanhemmissa autoissa on käytetty DIN-normin tai sitä vastaavan ranskalaisen tai italialaisen normin mukaisia sulakkeita. Sulakkeet ovat yleensä helposti vaihdettavissa, mutta niiden heikkoutena on avoimen rakenteen vuoksi taipumus hapettumiseen. Juuri hapettumisen takia sulakkeet pyritään nykyään sijoittamaan auton sisätiloihin, tällöin kosteus ja roiskeet eivät pääse vaikuttamaan niihin. Edellä mainittujen sulaketyyppien lisäksi on käytössä paljon myös muita sulakkeita. Kun tarvitaan virrankestoltaan suuria sulakkeita, niiden valikoima laajenee huomattavasti. /1, s. 167-168./

4 KYTKENTÄRELEET

KytKentäreleiden tarkoitus virtapiirissä on nopeuttaa varsinaista kytkeytymistäpahtumaa ja lyhentää virtapiirin sitä osaa, missä kulkee suuri virta. Sähkövirran

sopivalla kytkeytymisnopeudella pyritään estämään kipinän tai varsinaisesti valo-kaarien syttyminen kosketinkärkien väliin. Jos kipinöitä pääsee syntymään, polttavat ne kosketinkärjet nopeasti pilalle ja aiheuttavat jännitehäviöitä tai mahdollisesti katkoksen virtapiiriin. /1, s. 174./

Kytkentäreleet ovat nykypäivänä hyvin pitkälti standardisoituja, ne eivät siis ole enää vain valmistajakohtaisia. Käyttötarkoituksesta riippuen erityyppisiä releitä on kuitenkin edelleen olemassa. Tästä syystä on relettä vaihdettaessa syytä varmistua siitä, että se on ominaisuuksiltaan alkuperäistä relettä vastaava. /1, s. 174./

Normaalin kytkentäreleen toiminta perustuu sen sisällä olevaan solenoidiin, solenoidin käämiin johdetaan kytkentähetkellä herätejännite, esimerkiksi auton kojelaudassa sijaitsevan kytkimen välityksellä. Kun näin tapahtuu, releen koskettimet joko sulkevat tai avaavat kosketinkärkien kautta kulkevan päävirtapiirin. Ohjauksen katketessa releeltä, releessä olevat jouset palauttavat releen alkutilaan. /1, s. 174./

Kytkentärele voi olla myös askelrele. Kun askelrele saa ohjauvirtasysäyksen se kääntyy asennosta toiseen. Tällainen rele on esimerkiksi valonvaihtorele, millä lähivalot vaihdetaan kaukovaloiksi ja päinvastoin. Releen nopean avautumisen tai sulkeutumisen aiheuttaa sähkömagneetti eli käämi, käämiin indusoituu näin ollen jännite. Tämä jännite voi aiheuttaa vikoja herkissä elektronisissa laitteissa, mikäli tätä jännitettä ei pureta vastuksen tai diodin kautta. /1, s. 174./

5 VOLKSWAGEN GOLF III GTI 2.0 16 V, F-RYHMÄ

Rakenteilla oleva ralliauto on merkiltään Volkswagen ja malliksi valikoitui Golf GTI 2.0 16V. Auto on vuosimalliltaan 1995. Merkin ja mallin valinnassa punnittiin eri kriteereitä, yksi tärkeimmistä oli ehdottomasti vetotapa, seuraavina listalla oli osien hyvä saatavuus, sekä valmiin auton kilpailukykyisyys. Tämä automalli on rakenteeltaan sekä teknisiltä osilta sellainen, että siitä kilpailukykyisen ralliauton tekeminen on suhteellisen yksinkertaista.

Auto tuotiin Saksasta Suomeen vuonna 2012. Vaikka tämä automalli on yleinen myös Suomessa, päädyttiin tuontiin suoraan siitä syystä että Keski-Euroopassa teiden suolaus on huomattavasti paljon harvinaisempaa kuin Suomessa, ja näin ollen tämän ikäluokan autot ovat korin osalta huomattavasti paljon paremmin säilyneitä. Autosta ollaan siis rakentamassa F-ryhmän sääntöjen mukaista ralliautoa.

5.1 Autourheilun säännöt

Koska projektina on ralliauton sähköjärjestelmän rakennus ja kyseisellä autolla on tarkoitus ajaa kilpaa, on sen sähköjärjestelmä rakennettava tarkasti autourheilun sääntöjä noudattaen. Autourheilun sääntökirjan lukeminen ja sen ymmärtäminen vaatii opettelua. Varmasti kirjan tärkein sääntö on se, että kaikki, mikä ei ole erikseen sallittu, on kielletty. Autourheilun säännöt on siis rakennettu ns. salliviksi säännöiksi. Joten jos jotain kohtaa ei kirjasta löydy, on se silloin kielletty. Ennen varsinaisen projektin aloitusta oli siis tutustuttava sääntökirjaan ja selvitettävä, mitä juuri tämän auton sähköjärjestelmälle on sallittua tehdä.

Ensimmäinen asia on selvittää minkä ryhmän sääntöjä rakentaessa on noudatettava. Sääntökirjan loppuosasta löytyy lista, mikä sisältää kaikki ryhmiin N ja A luokitellut autot. Listassa on projektin auton kohdalla merkintä 04f, tämä tarkoittaa, että sen kansainvälinen luokitus on loppunut vuonna 2004 ja f kirjain sitä, että auto voi osallistua ryhmän F kilpailuihin jos auto rakennetaan ryhmän F sääntöjen mukaiseksi.

Kun sääntökirjaa lähdetään lukemaan Liitteen J kohdasta XII Erityismääräykset ryhmälle F, huomataan että heti ensimmäisessä lauseessa todetaan, että F ryhmässä saa käyttää vain ryhmän 1, 2 tai A luokiteltua autoa. A-luokitusta saa käyttää, mikäli auton kansainvälinen alkuperäinen luokitus on päättynyt vuonna 2007 tai aikaisemmin. Koska projektin auton luokitus on päättynyt siis jo vuonna 2004, voidaan sen rakentamisessa noudattaa A ryhmän luokitusta. Rakentaessa on kuitenkin luettava molempia sääntöjä, sekä A ryhmän että F ryhmän. Koska autoa rakennetaan F ryhmän sääntöjen mukaiseksi, ovat F ryhmän säännöt ne pai-

navammat. Mutta esimerkiksi juuri sähköjärjestelmän kohdalla F ryhmän säännöissä mainitaan vain, että laturin paikka on vapaa, siirrytään näin ollen sähköjärjestelmää koskevia sääntöjä lukemaan ryhmän A säännöistä. /4, s.370./

Erytymääräykset ryhmälle A löytyy niin ikään sääntökirjan Liite J:stä. Tarkempi luvun otsikko on V Art. 255 Erytymääräyksen ryhmälle A. Täältä päästään nyt siis selvittämään, mitä auton sähköjärjestelmälle saa tehdä. Sähköjärjestelmä löytyy tämän artiklan kohdasta 5.8. /4, s. 328./

5.1.1 Sähköjärjestelmä

Sääntöjä eteenpäin lukemalla selviää, että sähköjärjestelmän nimellisjännite on säilytettävä alkuperäisen suuruisena. Releiden ja sulakkeiden lisääminen sallitaan, kuten sähköjohtojen pidentäminen sekä myös lisääminen. Seuraavassa lauseessa on maininta siitä, että sähköjohdot ja niiden eristeet ovat vapaat. /4, s. 328./

Selvitys siihen, mitä niin sanottu vapaa osa tarkoittaa löytyy myös Liite J:n sisältä, Artiklasta 252.1.7 Yleiset määräykset. "Vapaa osa: alkuperäinen osa ja sen toiminnot voidaan poistaa tai vaihtaa edellyttäen, että uudella osalla ei ole mitään lisätoimintoa, verrattaessa sitä alkuperäiseen" /2, s.228/. Tämän määritelmän mukaan siis voidaan alkuperäinen osa korvata toisella, mikäli siinä ei ole mitään lisätoimintoa. Eli siis sähköjohdin voidaan korvata toisella johtimella, mikä on vaikkapa valmistettu eri materiaalista kuin alkuperäinen jodin. /4, s. 328./

5.1.2 Akku

Auton akun valmiste, kapasiteetti ja kaapelit ovat myös vapaat. Akun nimellisjännite tulee kuitenkin säilyttää samana tai vaihtaa alempaan kuin alkuperäisessä tuotantoautossa. Myös akkujen lukumäärä tulee säilyttää joko alkuperäisenä tai luokiteltuna. Akun sijainti on vapaa. Mikäli akku sijoitetaan ohjaamoon, pitää sen sijaita kuljettajan tai II-ohjaajan istuimen takana. Jos akku sijoitetaan muualle kuin moottoritilaan täytyy sen olla ns. kuiva akku. /4, s. 328-329./

Akun kiinnityksestä on myös tarkat määräykset, koska on turvallisuuden kannalta erittäin tärkeää, että akku on kiinnitetty autoon tukevasti. Jos akku on siirretty alkuperäiseltä paikaltaan, se täytyy kiinnittää metallialustaa ja kahta eristettyä metallipantaa käyttäen, jotka on kiinnitetty pultein ja mutterein lattiaan. Pulttien paksuudeksi on määrätty vähintään 10 mm, ja käytettävän aluslevyn paksuus tulee olla vähintään 3 mm. Pohjan alapuolelle sijoitettavan vahvikelevyn pinta-alan on oltava vähintään 20 cm². Jos käytössä on märkä akku, tulee se ympäröidä vuodon estävällä muovi laatikolla. /4, s. 328-329./

5.1.3 Valaistus- ja merkinantolaitteet

Kaikkien ajoneuvon valaistus- ja merkinantolaitteiden pitää täyttää sen kyseisen maan asetukset, jossa kilpailu ajetaan, tai oltava kansainvälisen tieliikennesopimuksen mukaiset. Ottaen huomioon edellä mainitun on vilkkujen ja pysäköintivalojen paikkaa mahdollista muuttaa, mutta tällöin alkuperäiset reiät tulee peittää. Vakiovarusteena olevat valolaitteet sekä niiden toiminta pitää säilyttää samanlaisena kuin valmistaja on ne tarkoittanut. Alkuperäiset ajovalot voi korvata toisilaisilla, mutta niissä on oltava samat toiminnot. Auton koria ei kuitenkaan saa leikata, ja mahdolliset vaihdosta syntyneet aukot on peitettävä. Jos autossa on käännettävän päävalot, on niiden toimintajärjestelmää ja energianlähdettä on sallittua muuttaa. Valaisimien lasin, heijastimien ja käytettävien polttimoiden suhteen on annettu täysi vapaus. Neliskulmaisen ajovalon korvaaminen kahdella pyöreällä tai päinvastoin kahden pyöreän korvaaminen neliskulmaisella on sallittu, jos ne sopivat kyseiseen aukkoon ja täyttävät sen. /4, s. 329./

Autoon saa asentaa peruutusvalon, ja tarpeen vaatiessa sen saa upottaa korirakenteeseen. Peruutusvalo saa syttyä vain silloin, kun peruutusvaihte on kytketty. Peruutusvalon kohdalla on lisäksi noudatettava annettuja asetuksia. Jos auton rekisterikilven kiinnityspaikkaa muutetaan ja valot muutetaan, on alkuperäiset sallittua poistaa. Rekisterikilven valot eivät kuitenkaan ole pakollisia nopeuskilpailuissa. Kilpailujen säännöt voivat kuitenkin kumota kaikki edellä mainitut määräykset. /4, s. 329./

5.1.4 Lisävalot

Lisävalojen asentaminen releineen on sallittu. Tämä edellytetään kuitenkin sitä, että lisävalojen kokonaismäärä ei ylitä kuutta (taka-, ja pysäköintivaloja ei lasketa) ja että tämä on sallittu kilpailun järjestävän maan laissa. Myös sumuvalot lasketaan ajovaloiksi. Mikäli haluaa, saa ylimääräiset valot, jos se on tarpeellista, upottaa korin etuosaan tai jäähdyttäjän säleikköön. Tällaisessa tilanteessa tulee valaisimen täyttää kokonaan niitä varten tehdyt aukot. Alkuperäiset valot on mahdollista kytkeä pois käytöstä ja peittää teipillä. /4, s. 329./

Liitteen J artiklassa 251.2.6 on määritelty valonheitin seuraavasti: heijastin, joka kokoaa ja heijastaa valonsa suoraan eteenpäin. AKK (autourheilun kansallinen keskusliitto) sekä FIA (Fédération Internationale de l'Automobile) on määritellyt LED -valaisimien käytön rallissa sallituksi heijastimien lukumäärästä riippumatta. Kyseinen valaisimen täytyy kuitenkin olla e- tai E-hyväksytty, ja hyväksynnästä on oltava pysyvä merkintä valaisimen lasissa. Tätä sääntöä varten löytyy Liite J:n artiklasta 251.2.6 Sähköjärjestelmä, kansallinen lisäys:

”Kansallinen lisäys:

Tieliikennekäyttöön tarkoitettu E/e-hyväksytty led-toiminen kaukovalaisin tulkitaan yhdeksi valaisimeksi valonlähteiden lukumäärästä riippumatta. Kaukovalaisimien lukumäärä autossa voi olla maksimissaan 6 ja lukumäärän on oltava aina parillinen. Mikäli kaukovalaisimissa on myös päiväajovalot, niitä saa käyttää vain tieliikennelaissa sallituin tavoin.” /5./

Tämä kaikki selko kielellä tarkoittaa sitä että yksiheijastimisien lisävalojen ei tarvitse olla e-hyväksytyjä ja niiden lukumäärä saa olla enintään kuusi, kun taas moniheijastimisien lisävalojen tulee olla e- tai E-hyväksytyjä, silloin kun heijastimien yhteenlaskettu kokonaismäärä on enemmän kuin kuusi. e- / tai E-hyväksytyjen valaisimien lukumäärä tulee olla parillinen, ja niitä saa olla enintään kuusi. /5./

5.1.5 Johtimien sijoitus

Mahdollisissa ulosajotilanteissa on valtava riski, jos auton turvakaarien ja korin välissä kulkee johtimia, on niiden sijoittamiseen laadittu sääntö, joka löytyy Liite J:n artiklasta 253.8.1 Turvallisuusmääräykset. Kehikon ja korirakenteen välissä ei saa kulkea sähköjohtimia, nesteputkia (pois lukien tuulilasinpesunesteen letku) eikä sammutusjärjestelmän putkistoja. Esimerkit johtimien oikeanlaisesta sekä väärästä sijoittamisesta löytyy kuvista 8 ja 9. Mahdollinen riski syntyy siitä, jos ulosajotilanteessa johtimet jäävät kaariputkien ja korin väliin puristuksiin, on mahdollista, että johtimet katkeavat tai aiheuttavat oikosulkuja ja näin ollen palovaa-
raa. /4, s. 298./



Kuva 8. Kuvassa johtosarja kulkee oikein turvakehikon sisäpuolella



Kuva 9. Kuvassa johtimet kulkevat sääntöjen vastaisesti korirakenteen ja turvakehikon välissä

5.1.6 Päävirtakatkaisin

Päävirtakatkaisin on yksi auton tärkeimmistä turvavarusteista. Siitä on voitava katkaista kaikki virtapiirit (akku, laturi, valot, äänimerkinantolaite, sytytys, sähköiset valvontalaitteet, jne.), myös moottorin pitää sammua kytkintä käytettäessä. Diesel-autoissa, joissa ei ole elektronista polttoainesyöttöä, katkaisimen tulee sulkea moottorin ilmansaanti. Päävirtakatkaisimen tulee olla kipinättömästi toimiva. Sitä pitää pystyä käyttämään sekä auton sisä- että ulkopuolelta. Ulkopuolinen katkaisin on umpiautoissa sijoitettava tuulilasitolpan alakulman läheisyyteen. /4, s.307./

Katkaisin tulee merkitä valkoreunaisella sinisellä kolmiolla, kolmion kanta tulee olla vähintään 12 cm, kolmiossa pitää myös sinisellä pohjalla olla punainen salaman kuva. Kaikissa umpiautoissa katkaisimen ulkopuolinen laukaisumahdollisuus on pakollinen. Päävirtakatkaisin on pakollinen kaikissa rata- ja mäkipailuissa,

sitä suositellaan myös muihin kilpailuihin. 1.1.2016 alkaen päävirtakatkaisin on ollut pakollinen kaikissa ryhmissä ja kilpailuissa. Päävirtakatkaisimesta on myös annettu kansallinen lisäys, jossa kerrotaan että katkaisimen asennus on pakollinen nopeuskilpailuissa ryhmissä N, A, ja FinR (paitsi rallisprinteissä). Ryhmien F sekä SS autoissa asennus on pakollinen lajista huolimatta. /4, s.307./

5.2 Sähkösarjojen muutostyöt

Kun riittävä tutustuminen sääntökirjaan ja auton sähköjärjestelmään oli tehty, päästiin aloittamaan varsinainen työ. Johtosarjat sekä sulakerasiat autosta oli irrotettu jo pari vuotta aiemmin, kun korityöt aloitettiin. Tällöin johtosarjoja autosta purkaessa ei ensimmäisenä ollut mielessä se, että liittimet ja johtosarjat olisi ollut hyvä merkitä, tämä olisi helpottanut jälkeenpäin tehtäviä sähkötyitä huomattavasti. Purkuvaiheessa oli kiire, ja johtosarjat siis vain irrotettiin autosta ilman yhtään merkintää ja pakattiin pahvilaatikkoon odottamaan omaa vuoroaan.

Taustatyön jälkeen ensimmäinen vaihe oli tarkka suunnittelu siitä, mitä ruvetaan tekemään ja missä järjestyksessä. Työn edetessä suunnitelmat tietenkin hieman elivät, mutta hyvä suunnitelma auttoi osaltaan kuitenkin selkeyttämään tehtävää työtä. Suunnitteluvaiheessa listattiin selkeitä johtosarjoista poistettavia kokonaisuuksia sekä suunniteltiin sitä, mihin mitäkin toimintoja autossa sijoitetaan. Tässä suunnittelu vaiheessa suuri hyöty oli auton kytkentäkaavioista sekä listasta, jossa oli mainittuna kaikki pääsulakerasiaan tulevat liittimet.

Koska lähtötilanne muistutti lähinnä katastrofia kun kaikki auton sähköt oli sulotettu yhteen laatikkoon, oli ensimmäinen konkreettinen työvaihe lajitella johtosarjat ja selvittää, mistä kohtaa autoa ne oli irrotettu. Kun johtosarjoista päästiin selvyteen, alettiin niitä tutkia tarkemmin ja samalla purettiin alkuperäiset teippaukset jotta saatiin yksittäiset johtimet näkyviin. Tässä vaiheessa lähdettiin kuvien perusteella selvittämään jokaisen johtimen tarkoitus. Liitinrasia kerrallaan, jokainen yksittäinen liitin ja johdin käytiin läpi, ja näistä karsittiin selkeästi ylimääräiset johtimet pois. Liittimet siis irrotettiin liitinrasioista samalla tavalla, kuin aiemmin tässä työssä on opastettu.

Koska auton johtosarja oli alkuperäinen, aiheutti kesken johtosarjan tehdyt liitokset ja kaapelien jakokohdat muutamia tilanteita, missä alkuperäinen johdin jouduttiin katkaisemaan ja korvaamaan se kokomatkalta uudella johtimella. Autosta karsittiin pois turhia komponentteja kuten säännöissä kielletyt ABS-jarrut ja airbagit, sekä muita ns. mukavuuslaitteita. Näihin mukavuuslaitteisiin lukeutuu mm. automaattinen ilmastointi, radio ja muu äänentoisto, sähkökäyttöinen kattoluukku ym. Karsittavien listalla oli myös takalasinpyyhkijä, takalasin lämmitys sekä peilien lämmitykset, ylimääräiset sisävalot, sähköinen keskuslukitus, varashälytysjärjestelmä sekä turvavöiden varoitus valot ja summerit.

Koska autoa tehdään kilpakäyttöön, on tarkoitus tietenkin saada kaikki ylimääräinen karsittua pois, sillä ylimääräiset johtimet ovat automaattisesti ylimääräistä painoa. Kaiken kaikkiaan pelkkien karsittujen johtimien paino on n. 4 kilogrammaa. Tämä 4 kg kattaa siis vain poistetut johtimet ja liittimet, poistettuja toimilaitteita ei lähdetty punnitsemaan, näiden kanssa poistettu paino olisi ollut huomattavasti suurempi.

Alkuperäisesti autossa kulkee edessä yksi iso johtosarja mikä pitää sisällään moottorinohjaimen johtimet, muut auton konehuoneessa olevat sähkölaitteet sekä valaistuksen johtimet. Tällaisesta massiivisesta monijohtimisesta sarjasta mahdollinen vian etsintä on erittäin hankalaa. Tästä syystä päädyttiin suunnitelmassa siihen, että etusarja jaetaan kohteen osaan. Moottorinohjaimen johtosarjasta tehdään oma kokonaisuutensa ja se erotetaan muusta etusarjasta.

5.2.1 Moottorinohjausyksikkö

Auton alkuperäinen moottorinohjainyksikkö tullaan vaihtamaan rallipiireissä erittäin suosittuun MoTeC merkkiseen moottorinohjaimeen. Malliltaan tuleva moottorinohjainyksikkö tulee olemaan MoTeC M84. M84 sisältää jo vakiona laajakaista lambda-toiminnon sekä tiedonkeruun. Tämä muutos aiheuttaa myös muutoksia johtosarjaan ja kytkentöihin. MoTeC M84 vaatii toimiakseen huomattavasti enemmän ja tarkempia anturitietoja kuin alkuperäinen Digifant-moottorinohjain.

Alun perin suunnitelmissa oli tehdä adapterikappale alkuperäisestä moottorinohjaimen liittimestä MoTeC:iin sopiviin liittimiin, mutta koska alkuperäistä moottorinohjainta ei tulla koskaan käyttämään ja uusi moottorinohjain vaatii lisää johtimia, päädyttiin siihen, että kytkentä tehdään suoraan uuden ohjaimen liittimiin. MoTeC M84 kytkentäkaavio on esitetty liitteessä 3.

Vaikka uutta ohjainta varten joudutaan antureita lisäämään, on alkuperäisessä silti muutamia poistettavia antureita. Muun muassa nakutusanturit tullaan poistamaan käytöstä kokonaan. Nakutusantureiden poisto perustuu siihen, että uuden moottorinohjaimen myötä viritettävän moottorin värähtelytaajuus muuttuu niin radikaalisti, että nakutusantureiden on mahdoton enää tunnistaa nakutuksesta aiheutuvaa värinää.

MoTeC M84 tarvitsee myös tarkempaa tietoa moottorin öljynpaineesta, joten öljynpaineantureita on sekä lisättävä että jo olemassa olevat on korvattava tarkemmillä antureilla. Antureiden lisääminen tarkoittaa siis myös uusia lisättäviä johtimia. Öljynpaine anturit johdotettiin pinta-alaltaan $0,75 \text{ mm}^2$ paksuisilla johtimilla. Moottorinohjauksessa keskeinen rooli on myös lambda-anturilla. Lambda-anturi mittaa pakokaasun happipitoisuutta. Anturilta välittyvän tiedon avulla moottorinohjausyksikkö säätelee polttoaineen ja ilman seosta moottorille sopivaksi. Autossa on alkuperäisenä tavallinen nelijohtiminen lämmitetty lambda. Tämä anturi vaihdetaan paremman ja tarkemman toimivuuden vuoksi laajakaista-lambdaan (esim. 5-johtiminen Bosch 0258017025), jo M84-yksikössä vakiona olevan toiminnon vuoksi. Laajakaista lambdaa varten vaihdetaan lambda johdot $0,75 - 1,0 \text{ mm}^2$ kokoisiin johtimiin. Moottorin sytytysjärjestelmään tehdään myös muutoksia, alkuperäinen sytytysjärjestelmä tullaan korvaamaan erillispuolilla.

Moottorinohjausyksikkö sijaitsee alkuperäisesti auton moottoritilassa. Johtosarjojen muokkaamisen yhteydessä päätettiin ohjausyksikkö siirtää auton ohjaamoon. Moottorinohjausyksikön sijainti ohjaamossa on sen ehjänä säilymisen kannalta huomattavasti kannattavampi ratkaisu. Auton sisätilassa yksikkö ei pääse sa-

malla tavalla altistumaan kosteudelle eikä lialle. Myös mahdollisissa ulosajotilanteissa yksikön sijaitessa sisäpuolella pitäisi sen olla paremmassa turvassa rikkoutumiselta.

Koska joidenkin johtimien pituus ei täysin riittänyt uuteen sijoituspaikkaan, korvattiin nämä johtimet pidemmillä. Johtimet tuotiin moottoritolasta läpiviennin kautta ohjaamon puolelle. Samassa läpiviennissä mistä johtimet kulkevat alun perin moottoritolasta ohjaamoon oli vielä varaa lisätä johtimia, näin ollen siirrettävät johtimet tuotiin siitä läpi. Hyödyntämällä alkuperäistä läpivientä ei rintapeltiin tarvinnut ruveta enää tekemään uusia reikiä. Mitä enemmän rintapellissä on läpivientiaukkoja, sitä enemmän auton paloturvallisuus kärsii.

5.2.2 Päävirtakatkaisimen asennus

Kuten säännöissä määrätään, on päävirtakatkaisin pakollinen varuste F-ryhmän ralliautoissa. On erityisen tärkeää että päävirtakatkaisin on johdotettu oikein. Tällä varmistetaan sen varma toimivuus sekä normaalikäytössä että hätätilanteen sattuessa. Päävirtakatkaisimen on siis erotettava auton sähköjärjestelmä akusta täydellisesti. Kun päävirtakatkaisinta käytetään auton käydessä, sytytysvirta sekä polttoaineensyöttö katkeavat, mutta moottori ei kuitenkaan pysähdy välittömästi. Tästä syystä laturi tuottaa edelleen sähkövirtaa. Sähkövirta ei kytkimen auki ollessa pääse kulkemaan auton akkuun, vaan se on ohjattava purkuvastuksen kautta runkoon. Tällä toiminnalla estetään laturin vaurioituminen.

Päävirtakatkaisimia on kahta eri tyyppiä, on sekä sähköisesti toimiva että manuaalisesti (vaijerikäyttöinen ulkoinen laukaisu) toimiva katkaisin. Liitteessä 4 on esitetty kytkentä manuaaliselle katkaisimelle. Päädyimme kuitenkin oman automme kohdalla sähköiseen päävirtakatkaisimeen. Sen kytkentä tapahtuu kuitenkin periaatteessa täysin samalla tavalla kuin liitteen 5 manuaalisen katkaisimen kytkentä.

5.2.3 Ovisarjat

Auton oviin menevistä johtosarjoista poistettiin kaikki muut paitsi sähköisen ikkunan ja peilien johtimet. Poistettaviin johtimiin lukeutui mm. kaiuttimien johdot, sähköisen keskuslukituksen johdot, varashälyttimien johdot sekä kuljettajan ovelta tullut valo.

Sähköikkunat säästettiin, koska ne ovat ralliautossa huomattavasti helpommat käyttää kuin vanhanaikaiset mekaaniset veivattavat ikkunanostimet. Alkuperäisen suunnitelman mukaan tarkoitus oli poistaa kytkimet ovista kokonaan ja siirtää lasinostimienkytkimet keskikonsoliin sellaiselle paikalle, mistä sekä kuljettaja että kartanlukija pystyvät niitä helposti käyttämään. Kun asiaa tutkittiin tarkemmin ja penkit sovitettiin autoon, huomattiin, että ikkunakytkimille ei keskikonsoliin saada järjestettyä tilanpuutteen vuoksi sellaista paikkaa mistä kumpikin kuljettaja sitä saisi hyvin käytettyä, joten alkuperäisestä suunnitelmasta jouduttiin luopumaan ja ikkunanostimen kytkimet jouduttiin siis säilyttämään molemmissa ovissa.

Ovipaneelit tullaan vaihtamaan suoriin alumiinipelteihin, ja koska alkuperäinen kytkin on melko korkea, on kytkimen sijoitus mietittävä tarkkaan niin, ettei se haittaa ikkunamekanismin toimintaa. Jos ovi alkaa vaikuttaa turhan ahtaalta, tullaan kytkimet vaihtamaan matalampiin tarvikedytkimiin.

5.2.4 Takasarja

Takajohtosarjaan kuului sulakerasialta tulevan pitkän johtosarjan lisäksi takakontin johtosarja, mikä oli haaroitettu varsinaisesta takasarjasta. Lähes kaikki takaluukkuun menevät johtimet voitiin poistaa. Jäljelle jäivät vain rekisterikilvenvalojen johtimet. Takaluukun sarjasta poistettiin siis takalasinpyyhkijän johtimet sekä takalasin lämmityksen johtimet ja varashälyttimen johtimet. Varsinaisesta takasarjasta karsittiin myös johtimia, takasarjaa pitkin kulki paljon sisävalaistuksen, turvavöiden varoitusvalojen sekä turvavyön varoitussummereiden johtimia. Taakse menevään johtosarjaan jäi siis talteen lähinnä vain takavalojen sekä polttoainepumpun johtimet.

Koska autoon muutetaan polttoainetankki erilaiseksi, voidaan polttoainepumpun johtimia lyhentää hieman. Koska uusi polttoainetankki sijaitsee auton sisällä, oli se paloturvallisuus syistä eristettävä muusta ohjaamosta tiiviillä paloseinällä. Var-sinaisen polttoainepumpun lisäksi autoon lisätään erillinen polttoaineen siirto-pumppu. Myös siirtopumpun on sijaittava tankin kanssa paloseinien sisällä. Taka-sarjaan lisättiin siis toisen polttoainepumpun johtimet. Tässä johdotuksessa käy-tettiin 2,0 mm² kokoista johdinta. Molempien polttoainepumppujen maadoitus var-mistetaan erillisellä runkomaadoituksella, joka toteutetaan pumppujen läheisyy-teen. Polttoainepumppujen johtimet joudutaan viemään siis paloseinän läpi. Ja koska paloseinän täytyy olla täysin tiivis, tullaan paloseinässä käyttämään Deutsch-liittimiä, näillä liittimillä pystytään paloseinään takaamaan täysi tiiviys.

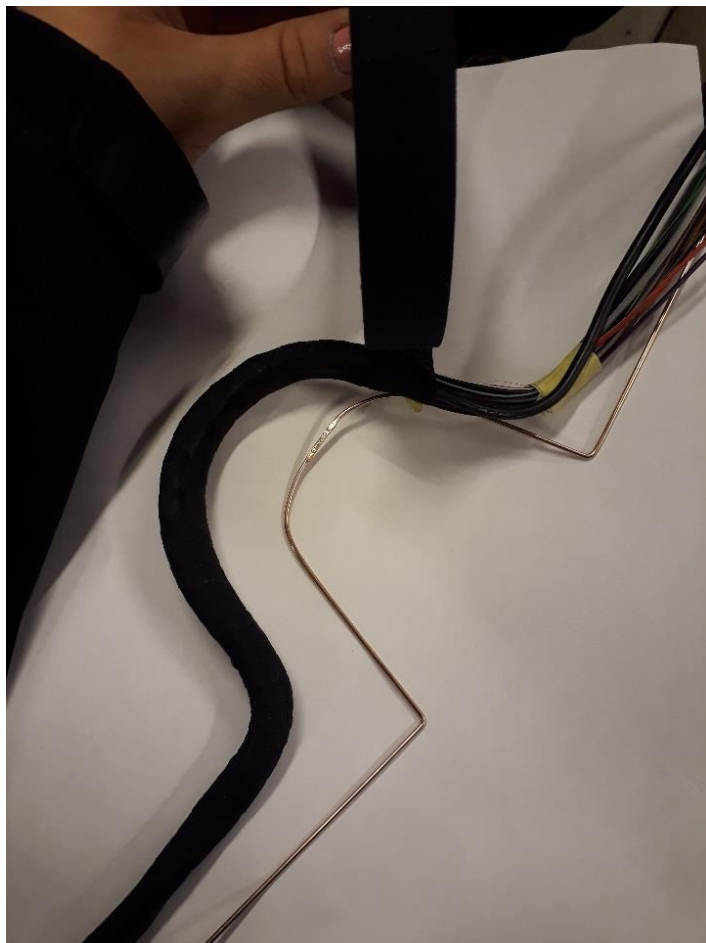
5.2.5 Teippaus

Koska johtosarjat eivät saa kulkea korin ja turvakaarien välissä, täytyi mm. taka-sarjaa sovittaa autoon ennen teippaamista. Kuvassa 10 meneillään olevalla sovi-tuksella selvitettiin, riittääkö johtosarjassa sen alkuperäinen pituus, vai tarvitseeko sitä mahdollisesti jatkaa tai lyhentää.



Kuva 10. Takajohtosarjan sovitus

Koska johtimien pitää kiertää turvakaaret sisäpuolelta, joudutaan kaariputkin kohdalle muotoilemaan mutkia. Johtosarjassa oli kuitenkin tarvittavista mutkista huomattavasti riittävästi pituutta, joten ylimääräiseltä johtimien jatkamiselta säästyttiin. Tarvittavien mutkien kohdalle taivutettiin kuvassa 11 näkyvä malli rautalangasta.



Kuva 11. Johtosarjan muotoon teippaus rautalankamallin mukaan

Tämän mallin avulla johtosarjan teippaaminen suoraan oikeaan muotoon oli huomattavasti helpompaa. Toki suoraksi teipatun johtosarjan taivuttaminen asennusvaiheessa olisi myös onnistunut. Kuitenkin kun muotoillaan tarvittavat suuremmat mutkapaikat jo teippausvaiheessa, vältetään teippauksen mahdolliselta rakoilemiselta. Kaikki johtosarjat teipattiin kangaspintaisella sähköteipillä. Moottoritilassa kulkevat johtimet suojattiin vielä varmuuden vuoksi myös itsevulkanoituvalla sähköteipillä, näin saatiin näille johtimille paremmin kosteutta ja kulutusta kestävä suojaus.

5.3 Johtosarjojen asennus

Johtosarjat siirrettiin valmiina siististi pakattuina odottamaan sitä hetkeä, kun ne päästään asentamaan autoon. Ennen johtosarjojen asennusta on vielä tehtävänä muutamia muita asennuksia. Johtosarjat tullaan kiinnittämään autoon vetoniiteillä kiinnitettäviin nippusideankkureihin. Näillä ankkureilla taataan johtosarjojen tukeva ja siisti kiinnitys. Mitä paremmin johtosarjat kiinnitetään autoon, sitä pienempi on niiden vahingoittumismahdollisuus.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mitä kaikkea on otettava huomioon, kun lähdetään muokkaamaan tavallisen tuotantoauton sähkösarjoista rallikäyttöön sopivia.

Ensin oli siis perehdyttävä auton sähköjärjestelmään sekä johtimiin ja erilaisiin liitimiin. Seuraavana vuorossa oli autourheilun säännöt ja selvitys siitä, mitä muutoksia sähköille on ylipäättään sallittua tehdä. Tämän jälkeen tehtiin tarkat suunnitelmat ja näiden suunnitelmien pohjalta lähdettiin tekemään varsinaista muutostyötä.

Tämä työ on pyritty jäsentelemään niin, että yhdellä lukukerralla saa helposti käsityksen siitä mitä missäkin vaiheessa projektia on huomioitava. Tavoitteena oli myös laatia sisällysluettelo sellaisella tyylillä että selkeät kokonaisuudet on helppo löytää ja niihin on helppo tarvittaessa palata.

Tämä työ on laajuudeltaan vielä melko kevyt pintaraapaisu aiheeseen, mutta henkilöille, jotka eivät ole aiheeseen aiemmin perehtyneet, tämä työ toimii hyvin ohjaavana kokonaisuutena. Tätä opinnäytetyötä on siis mahdollisuus käyttää tukena vastaavissa projekteissa.

LÄHTEET

1. Koivisto, J-P., Mikkolainen, P. & Rantala, J. Autotekniikka 5. Autosähkötekniikan perusteet. 1. painos. Helsinki: Otava. 2012.
2. Firstflex. 12 VOLT CABLE SIZING CHART. WWW-dokumentti. Ei päivitystietoa. Saatavissa: <http://www.firstflex.co.nz/technical-information/12-volt-cable-sizing-chart> [viitattu 19.4.2017]
3. AKK-Motorsport ry. Autourheilun sääntökirja 2017. Vantaa: AKK-Motorsport ry. 2016.
4. Mungel, Martin. Linde Material Handling GmbH. Basic Principles of Electrical Engineering LMH_TB_1.3. Koulutusmateriaali. s.a. [viitattu 20.4.2017]
5. AKK-Motorsport ry. Lisävalot rallissa. WWW-dokumentti. Päivitetty: 20.1.2017. Saatavissa: <http://www.autourheilu.fi/uutiset/lisavalot-rallissa/> [viitattu 22.4.2017]
6. Würth Elektronik Oy. Sähkötarvikkeet. 2016/2017. Tuotekuvasto. 2016. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.wurthelektronik.fi/> [viitattu 20.4.2017]
7. MoTeC Pty Ltd. M84 ECU WIRING SCHEMATIC. WWW-dokumentti. Päivitetty 16.11.2010. Saatavissa: <http://www.motec.com/m84/M84downloads/> [viitattu 25.4.2017]
8. TT-Speed Oy. Päävirtakytkimen kytkentä (FIA-approved). WWW-dokumentti. Päivitetty 20.9.2012. Saatavissa: <http://www.ttspeed.fi/blog/2012/09/20/paavirtakytkimen-kytkenta-fia-approved/> [viitattu 25.4.2017]

Eristetyt johtoliittimet Polyamidi eriste

UL hyväksyty E318463 / -60°C...+105°C / 300V / Halogeeni vapaa

**0,5 – 1,5 mm²**

M3		1558-900 1 N 1532 R P.D.
M4		1558-901 1 N 1543 R P.D.
M5		1558-902 1 N 1553 R P.D.
M6		1558-903 1 N 1565 R P.D.
M8		1558-904 1 N 1585 R P.D.
M10		1558-904 11 N 1510 R P.D.
1,9		1558-950 1 N 1519 SR PL.
2,8		1558-975 1 N 0503 H-8 P.D.
2,8x0,5		1558-970 1 N 0503 FL-5 P.D.
2,8x0,8		1558-960 N 0503 FL-8 P.D.
2,8x0,5		1558-970 11 N 0503 FL-5 P.D.
2,8x0,8		1558-960 11 N 0503 FL-8 P.D.
4,8x0,5 4,8x0,8		1558-976 1 N 1504 FL-3 P.D.
		1558-978 1 N 1504 FL-8 P.D.
4,8x0,5 4,8x0,8		1558-976 11 N 1504 FL-5 P.D.
		1558-978 11 N 1504 FL-8 P.D.
4,8		1558-939 1 N 1504 H-8 P.D.
6,3		1558-944 1 N 1507 H P.D.
6,3		1558-942 1 N 1507 FH P.D.
6,3		1558-905 1 N 1507 FL P.D.
6,3		1558-905 11 N 1507 FL P.D.
3,8		1558-925 1 N 1525 SK PL.
M4		1558-947 1 N 1504 HD P.D.
M4		1558-946 1 N 1504 HA P.D.
M4		1558-955 1 N 1543 G PL.

1 – 2,5 mm²

M4		1558-919 2 N 8 2543 GB.
M5		1558-920 2 N 8 2553 GB.
M4		1558-953 2 N 2543 G PL.
M5		1558-954 2 N 2553 G PL.
M3,5		1558-907 2 N 2537 R P.D.
M4		1558-908 2 N 2543 R P.D.
M5		1558-909 2 N 2553 R P.D.
M6		1558-910 2 N 2565 R P.D.
M8		1558-911 2 N 2585 R P.D.
M10		1558-912 2 N 2510 R P.D.
1,9		1558-951 2 N 2519 SR PL.
4,8x0,5		1558-976 2 N 2504 FL-5 P.D.
6,3		1558-905 2 N 2507 FL P.D.
6,3		1558-905 22 N 2507 HF P.D.
4,8		1558-939 2 N 2504 H-8 P.D.
6,3		1558-945 2 N 2507 H P.D.
6,3		1558-943 2 N 2507 FH P.D.
8,2		1558-940 2 NA 2508 FL.
4,3		1558-926 2 N 2527 SK PL.
M5		1558-948 2 N 2505 HA P.D.
M5		1558-949 2 N 2505 HD P.D.

4 – 6 mm²

M4		1558-914 4 N 4643 R P.D.
M5		1558-915 4 N 4653 R P.D.
M6		1558-916 4 N 4665 R P.D.
M8		1558-917 4 N 4685 R P.D.
M10		1558-918 4 N 4610 R P.D.
2,8		1558-952 4 N 4630 SR PL.
6,3		1558-905 4 N 4607 FL P.D.
9,5		1558-941 4 N 4609 FL.
6,3		1558-905 5 N 4607 H P.D.
6,4		1558-927 4 N 4652 SK PL.
6,3		1558-905 44 N 4607 FL P.D.
M5		1558-961 N 4605 HA P.D. Tilaukskoodi
M5		1558-962 N 4605 HD P.D. Tilaukskoodi
M4		1558-921 4 N 4643 G PL. Tilaukskoodi
M5		1558-922 4 N 4653 G PL. Tilaukskoodi

Havainnointi
0558 698

Kuva 12. Eristetyt johtoliittimet, Würth Elektronik Oy /6/

Eristämättömät johtoliittimet

Eristämättömät johtoliittimet

Materiaali messinki
Tuote n:o 0558-...



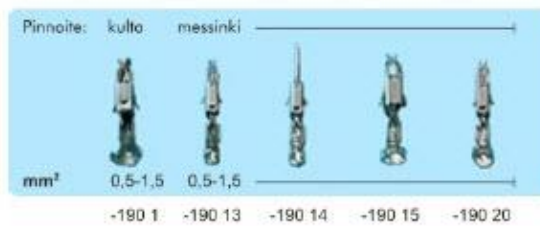
Pinnoite: CuZn



Ennen käyttöä mahdollisuutta painovirtaan!

Kuva 13. Eristämättömät johtoliittimet, Würth Elektronik Oy /6/

Eristämättömät johtoliittimet

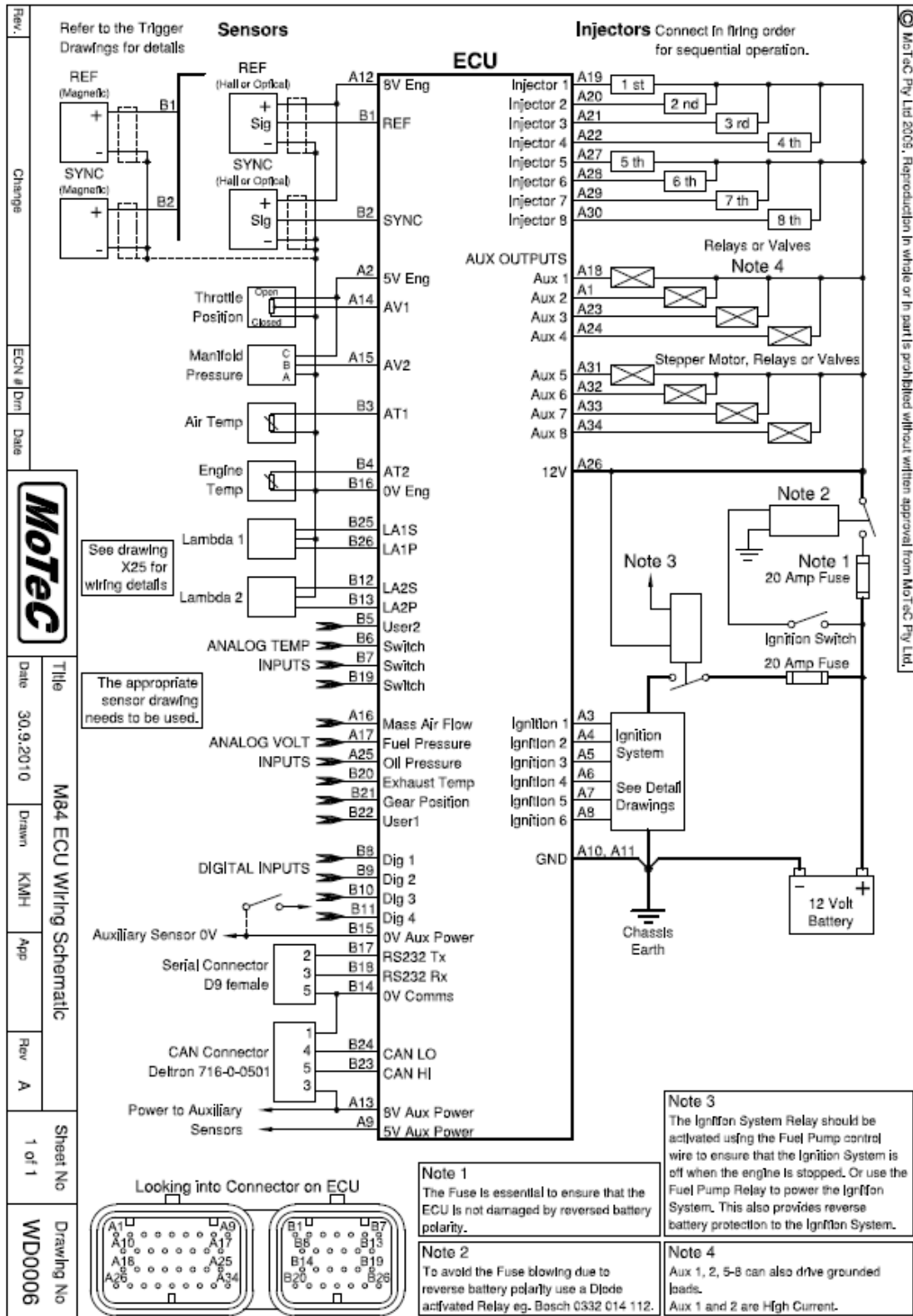


- Lambda-antureille
- Käynnistysenestolaitteet



Kuva 14. Eristämättömät johtoliittimet, Würth Elektronik Oy /6/

MoTeC M84 kytKentäkaavio



Kuva 15. MoTeC M84 kytKentäkaavio /7/

