

Susanna Ferm  
Toni Kontunen

# RaceAbout-urheiluauton korisähköjärjestelmän uudistaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

1.11.2016

Tekijät	Susanna Ferm Toni Kontunen
Otsikko	RaceAbout-urheiluauton korisähköjärjestelmän uudistaminen
Sivumäärä	29 sivua + 6 liitettä
Aika	1.11.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Autosähkötekniikka
Ohjaaja	Projektipäällikkö Harri Santamala
<p>Insinööriyössä uudistettiin RaceAbout-auton korisähköjärjestelmä käyttäen Motecin PDM 30 -ohjainlaitetta ja näppäinpaneelia. Työn tarkoituksena oli luoda toimiva korisähköjärjestelmä, jossa ei ole releitä eikä sulakkeita. Uudistuksella haettiin järjestelmän yksinkertaistamista ilman auton omamassan nousua.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla vanhaan järjestelmään ja sen toimilaitteisiin auton dokumenttien avulla sekä erilaisin mittauksin. Näistä saatujen tietojen perusteella suunniteltiin ja piirrettiin kytkentäkaavio uudesta sähköjärjestelmästä. KytKentäkaavion mukaisesti suunniteltiin, millaisia liittimiä ja johtimia käyttäen uusi johtosarja toteutetaan. Työssä kuvataan uuteen johtosarjaan liittyvät työvaiheet ja niiden toteutus sekä paneudutaan PDM 30 -ohjainlaitteen ohjelmointiin ja siihen liittyviin haasteisiin.</p> <p>Lopputuloksena saatiin toimiva korisähköjärjestelmä, jonka paino lähes puolittui vanhaan järjestelmään verrattuna ja suunniteltu budjetti riitti työn läpivientiin.</p>	
Avainsanat	RaceAbout, PDM-ohjainlaite, Motec, näppäinpaneeli, korisähköjärjestelmä

Authors	Susanna Ferm Toni Kontunen
Title	Body Electrical Renewal of the RaceAbout Sports Car
Number of Pages	29 pages + 6 appendices
Date	1 December 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Electronics Engineering
Instructor	Harri Santamala, Project Manager
<p>In this Bachelor's thesis the car body electrical system of RaceAbout was renewed by using Motec Power Distribution Module (PDM 30) and a keyboard. The purpose was to create a functional electrical system without relays or fuses and to simplify the system without an increase in the curb weight of the vehicle.</p> <p>The work was started by studying the old electrical system and actuators by reading the car documents and by carrying out various measurements. On the basis of this data a new wiring diagram was designed and created. Based on the new wiring diagram it was possible to plan what kind of connectors and wires are needed to build a new wiring harness. This thesis explains the steps that are needed in planning a new wiring harness and describes how the work was carried out. The thesis also describes how the PDM 30 control unit was programmed and what kinds of challenges there were in this work.</p> <p>The end result of the thesis was a functional car body electrical system whose weight was almost half of the original system. Also the estimated budget was enough to carry out this work.</p>	
Keywords	RaceAbout, Motec Power Distribution Module, keyboard, body electrical system

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lähtötilanne	2
3	Motec	3
3.1	PDM 30	3
3.2	Näppäinpaneeli	4
4	Toteutuksen suunnittelu	5
4.1	Kytkenkäkaavio	5
4.2	Johtimet	5
4.3	Liittimet	6
4.4	Vanhojen releiden korvaus	7
4.5	Korijohtosarjan suunnittelu	8
4.6	Väylän yhdistäminen	8
5	Toteutus	8
5.1	Johtosarjan valmistus	8
5.1.1	Johdinten haaroitus	10
5.1.2	Johdinten sukitus	11
5.1.3	Katteiden liittimet	13
5.2	Moottorin johtosarjan uudistus	14
5.3	CAN-väylän muokkaus	15
5.4	Testaus ja valmistelu	16
5.5	Uuden johtosarjan asennus	17
6	Ohjelmointi	19
6.1	M400:n päivitys	19
6.2	PDM:n ohjelmointi	20
6.2.1	Pinnitiedot	20
6.2.2	Näppäinpaneelin ohjelmointi	25
6.2.3	CAN-väylä	25
6.3	ADL-tiedonkeruuyksikön päivitys	26

7	Yhteenveto ja päätelmät	27
	Lähteet	29
	Liitteet	
	Liite 1. Kytkenäkaavio	
	Liite 2. PDM 30:n pinnilista	
	Liite 3. Johtojen pituudet	
	Liite 4. RaceAboutin etukatteen MIL-liittimen kytkentä	
	Liite 5. RaceAboutin takakatteen MIL-liittimen kytkentä	
	Liite 6. Budjetti	

## Lyhenteet

ADL	Advanced Dash Logger. Selkeä taustavalollinen näyttö mittariston tiedoille.
AWG	American Wire Gauge. Amerikkalainen johdon mitoitus standardi
CAN	Controller Area Network. Ajoneuvoissa kommunikointiin käytetty väylä
DTM	Deutsch-merkkinen liitinsarja
ECU	Engine Control Unit. Moottorin ohjainyksikkö
ETFE	Etyleenitetrafluorietyleeniniminen polymeeri.
GND	Ground-maadoituspiste
M400	ECU for modern engines with up to 4 cylinders or up to 2 rotors. Ohjelmoitava moottorinohjain 4-sylinterisille polttomoottoreille.
PDM	Power Distribution Modules. Sähköpääkeskus, joka korvaa ajoneuvon sähköjärjestelmästä releet ja sulakkeet.
RA	RaceAbout. Metropolia Ammattikorkeakoulussa suunniteltu ja rakennettu urheiluauto.
UTC	Motec UTC adapter. USB to CAN. Välikappale, joka muuntaa CAN-väylän tiedon tietokoneella luettavaksi

## 1 Johdanto

Insinööriyössä uudistettiin RaceAbout-auton korisähköjärjestelmä käyttäen Motecin PDM 30 -ohjainlaitetta ja näppäinpaneelia. Työn tarkoituksena oli luoda toimiva korisähköjärjestelmä, jossa ei ole releitä eikä sulakkeita. Työssä kuvataan koriohjainlaitteen uudistusprosessi suunnittelusta toteutuksen kautta ohjelmointiin ja se, minkälaisiin tuloksiin työssä päädyttiin. Suunnitteluosuudessa käydään läpi kaikki asiat, jotka piti selvittää ja huomioida ennen varsinaista työosuutta. Osuudessa selviää myös se, miksi työssä käytettyihin tuotteisiin ja ratkaisuihin päädyttiin. Toteutusosuudessa kerrotaan valmistus työvaiheittain ja järjestys, jossa prosessissa edettiin. Ohjelmointiosuudessa tarkastellaan oleellisimpia ohjainlaitteen ohjelmointiin liittyviä asioita. Viimeiseksi selvitetään työn tulokset ja ratkaisujen vaikutus lopputulokseen.

RaceAbout-urheiluauto on Metropolia Ammattikorkeakoulun edeltäjän Stadian ja Aalto-yliopiston Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun edeltäjän Taideteollisen korkeakoulun oppilastyönä suunnittelema ja toteutettu projekti. 2-paikkainen urheiluauto esiteltiin ensimmäisen kerran yhteistyökumppanin Valmet Automotive Oy:n kanssa Geneven autonäyttelyssä vuonna 2000. Sen jälkeen auto on ollut useiden insinööri- ja innovaatiotöiden kohteena. Suurimpia muutoksia ovat olleet hiilikuituiset koripaneelit sekä takarungon ja jousituksen uudelleen suunnittelu. RaceAbout-urheiluauto on yksittäisrekisteröity Suomen tieliikenteeseen vuonna 2002. Auton ympärille on perustettu RaceAbout Club Ry, joka vastaa sen käytöstä ja ylläpidosta.

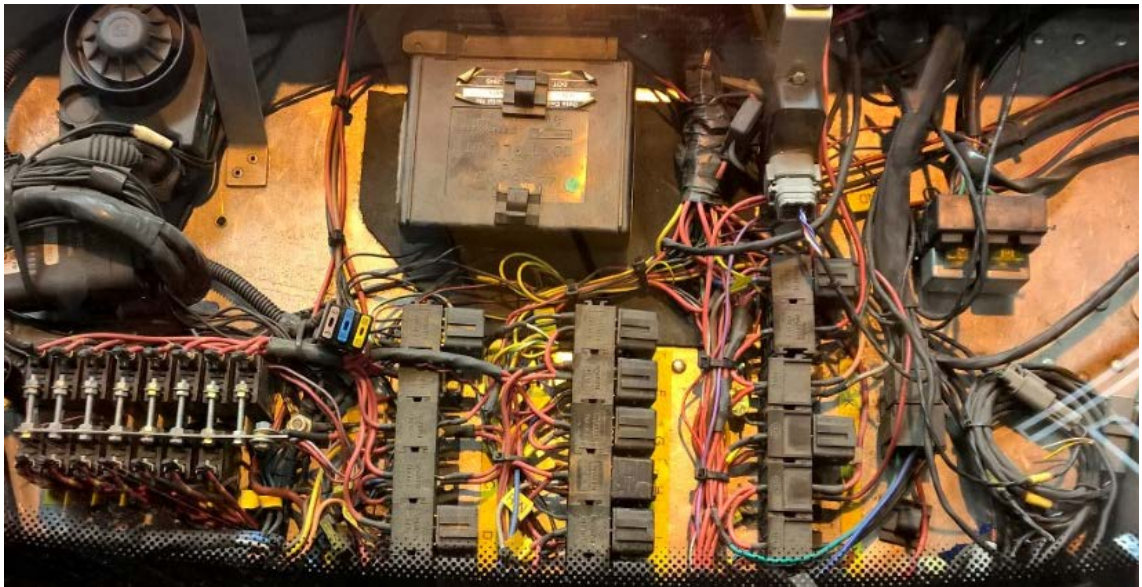
RaceAbout-urheiluauto on kokenut vuosien saatossa monenlaisia, niin teknisiä kuin visuaalisia uudistuksia, mutta korisähköjärjestelmä on päivitetty vain kerran. Nyt oli aika saattaa myös korisähköjärjestelmä tämän päivän tasolle, koska auto on haluttu pitää ajokuntoisena ja ajanmukaisena kautta linjan. Insinööriyö RaceAbout-urheiluauton korisähköjärjestelmän uudistaminen toteutettiin yhteistyönä kahden opiskelijan voimin.

RaceAbout-autoon oli vaihdettu moottorinohjain M400 ja ADL-tiedonkeruuyksikkö omina insinööritöinä aikaisemmin. Nyt siihen hyvänä jatkumona nykyaikaistettiin korisähköjärjestelmä. Insinööriyön tavoitteena oli uusaa RaceAbout-auton korisähköjärjestelmä käyttäen Motecin PDM 30 -ohjainlaitetta ja siihen kuuluvaa näppäinpaneelia. Työ käsitti kaikki autossa olevat sähköistä ohjaamista vaativat toimilaitteet. Työn ulkopuolelle jätettiin etu- ja takakatteissa olevat johdotukset sekä moottorin anturoinneille ja käyttölaitteille

menevät johdotukset. Työn tarkoituksena oli yksinkertaistaa aiemmin rakennettua korisähköjärjestelmää ilman auton omamassan nousua. Tehtävänä oli saada M400, ADL-tiedonkeruuyksikkö, PDM 30 sekä näppäinpaneeli toimimaan yhdessä CAN-väylän välityksellä. Työn toteutukseen oli suunniteltu käytettäväksi 1000 euroa.

## 2 Lähtötilanne

Lähtötilanteessa autossa oli Saab 900 -mallin koriohjainlaitetta ja johtosarjoja hyväksikäyttämällä rakennettu korisähköjärjestelmä. Kaikki sähköiset toimilaitteet, kuten esimerkiksi valot, pyyhkijät ja moottorinohjaimen virransyötöt, oli toteutettu vanhanaikaisella reletekniikalla (kuva 1). Autoon oli asennettu aiempien insinööritöiden yhteydessä jo Motec M400 -moottorinohjainlaite ja ADL-tiedonkeruuyksikkö näyttöineen.



Kuva 1. RaceAboutin korisähkökeskus alkutilanteessa.

Korisähköjärjestelmän muutokseen oli suunniteltu ja tilattu jo PDM 30 -ohjainlaite ja siihen liittyvä näppäinpaneeli innovaatioprojektin yhteydessä keväällä 2015. Nykyinen työ tuli toteuttaa kyseisiä laitteita hyväksikäyttämällä.

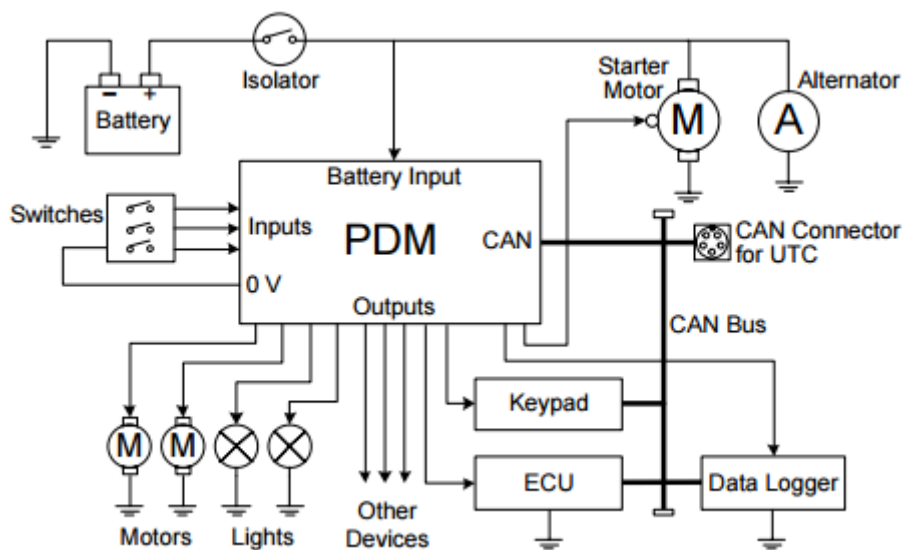


### 3 Motec

Motec on australialainen moottoriurheilutekniikkaan keskittyvä yritys, joka on levinnyt pienestä autotalliyrityksestä maailmanlaajuiseksi brändiksi. Yrityksen päätuotteina ovat ohjelmoitavat moottorinohjaimet, tiedonkeruuyksiköt sekä PDM-sähköpääkeskukset. (1)

#### 3.1 PDM 30

PDM on monipuolinen sähköpääkeskus 12 voltin tasasähköjärjestelmiin. Sillä saadaan yksinkertaistettua sähköjärjestelmää, koska se korvaa releet ja sulakkeet, mikä taas keventää johtosarjan painoa. PDM:n käyttöohjeesta löytyvä periaatteellinen kytkentäkuva antaa hyvän pohjan johtosarjan suunnittelulle. Akulta virta kulkee PDM:lle päävirtakytkimen kautta ja siitä edelleen latausgeneraattorille ja käynnistinmoottorille. Kaaviokuvasta 2 nähdään, miten CAN-väylä liitetään jo olemassa oleviin laitteisiin, kuten testipistokkeeseen, moottorinohjaimelle, tiedonkeruuyksikölle sekä näppäinpaneelille. Ulostulot kytetään suoraan kyseisille toimilaitteille ja sisäänmenoja ohjataan esimerkiksi kytkimin.



Kuva 2. PDM-ohjainlaitteen periaatteellinen kytkentäkaavio (2).

PDM 30:ssä on 30 liittinastaa ulostuloille, joista 8 kpl on 20 A:n virtaa tarvitseville laitteille ja 22 kpl 8 A:n virtalaitteille. Vastaavasti PDM 30 -ohjainlaitteesta löytyy sisäänmenonastoja 16 kpl. PDM-laite liitetään johtosarjaan kahdella Tyco/AMP Superseal -liittimellä, joista toinen on 26- ja toinen 34-napainen roiskeveesisuojattu liitin (kuva 3).



Kuva 3. Vasemmalla PDM 30 -ohjainlaite ja oikealla Superseal-liittimet.

### 3.2 Näppäinpaneeli

PDM 30:een voidaan liittää CAN-väylän avulla 15-nappinen näppäinpaneeli (kuva 4). Näppäinpaneelin avulla saadaan kaikki käyttölaitteiden toiminnot ajoneuvossa samaan paikkaan. Nappien päälle on valittavana valmiit liimattavat kuvat selvitykseksi eri toiminnoista. Laite on sähkösuojaluokaltaan IP67, eli laite on pölytiivis sekä kestää hetkellisen upottamisen veteen (3).



Kuva 4. Näppäinpaneeli ja selitetarrat (1).

## 4 Toteutuksen suunnittelu

Ensimmäiseksi tutustuttiin RaceAbout-autoon liittyviin dokumentteihin sekä insinööritöihin (4; 5). Lisäksi selvitettiin auton sähköjärjestelmään kuuluvat toimilaitteet, perehdyttiin tarkemmin niiden toimintaan sekä siihen, mitä toimintoja toimilaitteella on ja minne se vaikuttaa. Toteutuksen suunnittelussa tärkeää oli selvittää jokaisen erillisen toimilaitteen kuluttama virta, jotka selvitettiin virtapihtien ja yleismittarin avulla. PDM 30:n asennuskohta suunniteltiin keskeiselle paikalle kojelaudan aluslevyyn, jonka perusteella pystyttiin määrittämään tarvittavien johtimien pituudet eri toimilaitteille.

Tavoitteena oli saada korisähköjohtosarjasta sellainen, että se on helposti erotettavissa moottorin johtosarjasta. Alkutilanteessa tämä ei ollut mahdollista, koska moottorin johtosarjassa oli kiinni korisähköihin liittyvät kaasupolkimen johdot, polttoaineen määräänturi sekä takapyörien nopeustietoantureiden johdot.

### 4.1 KytKentäkaavio

Alkuvaiheen selvitysten mukaan piirrettiin tulevasta korisähköjärjestelmästä kytkentäkaavio käyttämällä Matlabin Simulink-ohjelmaa (liite 1). KytKentäkaaviota piirrettäessä huomioitiin PDM 30:n sisäänmenojen sekä ulostulojen kytkentäjärjestys. PDM 30 -manuaalista (2) löytyy tarkat tiedot molempien liittimien pinnijärjestyksestä (liite 2). Ulostuloissa huomioitiin suurempaa virtaa tarvitsevat toimilaitteet sekä CAN-väylän High- ja Low-lähdöt. Sisäänmenoissa kiinnitettiin huomiota kummankin liittimen 0-tason pinneihin. Lisäksi tuulilasinpyyhkimen hidasnopeus on määrätty pinnille A2 ulostuloon 9. Pyyhkijän moottorissa olevan kaksoiskäämityksen oikosulkeutuminen pystytään estämään tämän pinnin avulla ohjelmoimalla. Lisäksi kytkentäkaavion piirtämisessä oli huomioitava M400-moottorinohjaimen sekä ADL-tiedonkeruuyksikön jännitteiden syötöt.

### 4.2 Johtimet

Johdinvalinnassa ei haluttu turvautua edullisimpiin automarkettien tarjoamiin tuotteisiin vaan haluttiin käyttää laadukkaampia tuotteita. Edullisimmat johdinten pinnoitteet ovat pääsääntöisesti PVC-eristeisiä. Kyseisellä eristeellä on heikko kemiallinen ja mekaaninen kestävyys toistuvassa rasituksessa sekä paksu eristekuori, joka lisää johtimen painoa. Myös johdinmateriaali itsessään on hyvin ohutta ja monisäikeistä kuparilankaa,

jonka virrankesto on heikko. Johdinmateriaaliksi valittiin selvitysten perusteella korkealuokkaista Raychem SPEC 55 -johdinta. Pintamateriaalina tässä johtimessa on käytetty ETFE-eristettä, jota käytetään myös ilmailuteollisuudessa. Materiaali valittiin keveyden, joustavuuden sekä hyvän mekaanisen ja kemiallisen kestävyuden takia. Johtimen sisus on tinattua kuparilankaa, joka antaa ohuemmillä johdinpaksuuksilla paremman virrankeston. CAN-väyläjohtimena käytettiin ammattikorkeakoulun työpajalla olevaa valmista nelinapaista väyläjohdinta, jossa oli valmiiksi kierretty parikaapeli häiriösuojattuna. Toista kaapeliparia käytettiin jännitteen syötössä ja maadoituksena.

Mittausten mukaan useimmille toimilaitteille riitti virrankulutuksen mukaan AWG 22 -johdinpaksuus. Johtimia valittiin kolmea eri väriä. Oranssin värinen johdin toimii pääsääntöisesti uudessa järjestelmässä virransyöttöjohtona, vihreä apujohtona ja sininen nolajohtona. Enemmän virtaa kuluttaville laitteille valittiin punainen AWG 18 -johdin ja maadoituksia varten musta AWG 16 -johdin. Kaikkiaan johtosarjan valmistusta varten johtimia tilattiin yhteensä 300 m. Toimilaitteille mitatut johdinpituudet sekä värit on esitetty tarkemmin liitteessä 3.

#### 4.3 Liittimet

Irrotettavien etu- ja takakatteiden vuoksi pitää autosta saada niiden sähköistyksen vaihtomasti irti. Katteiden sähköt ja pistokkeet on rajattu pois tämän työn osalta, mutta liittimien vastakappaleet auton puolelta uusittiin uuden johtosarjan myötä. Katteiden sähköjohtojen liittimet ovat olleet tyypiltään 19-napaisia, 1/3-kierteisellä lukitusholkilla kiinnitettäviä metallisia MIL-liittimiä. MIL-liittimien johdinliitokset liitettiin tehdään juottamalla, ja olisi ollut haastavaa saada vanhat johtimet irti niistä rikkomatta liitinnastaa. Vanhat liittimet todettiin myös muutenkin huonokuntoiseksi ja hyvin hapettuneiksi. Kyseisten liittimien etsiminen osoittautui suureksi haasteeksi, koska vanhoista liittimistä kaikki tiedot olivat hankautuneet pois eikä auton papereissa ollut näistä mitään mainintaa (6).

Muulla johdinsarjassa tarvittaviksi liittimiksi valittiin Deutschin valmistamia DTM- ja DT-sarjan liittimiä. Liitinvalintaan vaikutti kyseisten liittimien keveys, helppokäyttöisyys sekä kestävyys. Lisäksi autossa oli käytetty näitä liittimiä jo aiemminkin, joten selkeydenkin vuoksi ne olivat hyvä valinta. Deutschin DTM-sarjan liittimissä on myös monta erinapaista liitinkokoa, jota hyödyntäen saatiin helppoutta liitinten kytkemiseen. Vilkkujen ja tuulilasinpesulaitteen käyttökytkimien liitinrunkoja ei vaihdettu vaan uusittiin pinnit

niiden sisällä. Liitinrungot ovat alkuperäisiä SAAB-liittimiä, joita ei katsottu tarpeelliseksi vaihtaa. Myös kaasupolkimen liitokseen jätettiin vanha hyväkuntoinen liitinrunko.

Virtalukon ja valokatkaisimen muovisia sähköliitinrunkoja ei käytetty uudelleen vaan katsottiin yksinkertaisemmaksi laittaa virtalukon ja valokatkaisimen johtosarjan väliin DTM-liittimet. Liitimen toisen puolen johtimiin lisättiin sopivat abikoliittimet, jotka käyvät suoraan katkaisijaan. (Kuva 5.)



Kuva 5. Vasemmalla virtalukon pohja vanhalla liitinrungolla ja oikealla valokatkaisija uusin liittimin.

#### 4.4 Vanhojen releiden korvaus

Autossa oli korisähköihin liittyviä releitä kahdessa paikassa, korisähkökeskuksessa kojelaudan sisustassa sekä moottoritilassa. Korisähkökeskuksessa oli 13 relettä ja niiden sulakkeet sekä moottoritilassa 2 relettä sulakkeineen. Suurimmalta osalta korisähkökeskuksen releistä ja niihin liittyvistä sulakkeista oli tarkat tiedot RaceAboutin papereissa. Viiden releen osalta tiedot löytyivät RaceAboutin sähkökaaviosta, mutta niiden sijaintia niihin ei ollut merkitty. Epäselvistä releistä kolme löytyi kojelaudan sisuksesta sekä kaksi moottoritilasta. Nämä releet selvitettiin johtoja seuraamalla sekä varmistettiin mittauksin. Moottoritilan releistä suuremmalla sulakkeella oleva liittyi puoliin, suuttimiin sekä moottorinohjaimen, ja toinen releistä liittyi lambdan lämmitykseen. Kojelaudan sisuksen metallisista releistä vasemmanpuoleinen oli startinohjausrele ja oikeanpuoleinen oli polttonestepumppujen rele sekä yksittäinen erillinen rele liittyi virtalukonohjaukseen.

#### 4.5 Korijohtosarjan suunnittelu

Korisähköjärjestelmän johdotuksessa etu- ja takakatteen johtosarjojen kaavailtiin pysyvän samankaltaisina vanhaan verrattuna. Moottorille menevä johtosarja suunniteltiin kulkivaksi vanhaa reittiä, mutta sinne ei jätettäisi yksittäisiä johtoja vaan kaikki johtimet kulkisivat siististi yhdessä nipussa. Vasemman puolen sivupalkkiin jätetään edelleen omaksi sarjaksi tiedonkeruun johtosarja sekä oikean puolen sivupalkkiin vastaavasti päävirtakaapeli. Nämä on rajattu tämän työn ulkopuolelle. Vasemmanpuolen johtosarjassa kulkisi myös kaasupolkimen johdot, jotka haaroitettaisiin siitä pois sopivassa kohdassa. Näppäinpaneelille, virtalukolle, ajovalokatkaisimelle, merkkivaloille, vilkun- ja pesimienkäyttökytkimelle tehtäisiin omat johtosarjat kullekin, jotka niputettaisiin yhteen spiraalisuojalla.

#### 4.6 Väylän yhdistäminen

Työn alkaessa auton CAN-väylä yhdisti moottorinohjaimen, näytön tiedonkeruuyksikön ja ohjelmointipistokkeen. CAN-standardin mukaan päätevastusten arvon kuuluu olla 120  $\Omega$ . Motecin-ohje taas ilmoittaa käytettäväksi päätevastuksille arvoa 100  $\Omega$ . Mittauksen mukaan auton alkuperäisessä väylässä todettiin päätevastusarvon olevan 37  $\Omega$ , minkä mukaan väylässä päätevastuksia oli liikaa. Suunnittelussa piti huomioida, että väylään lisätään PDM 30 -ohjainlaite sekä näppäinpaneeli. Huomioitavaa on myös selvittää tämänhetkisten päätevastusten sijainti, jotta väylä saadaan asianmukaiseksi. Virheellinen päätevastusarvo voi aiheuttaa väylässä tiedonsiirtohäiriöitä.

## 5 Toteutus

#### 5.1 Johtosarjan valmistus

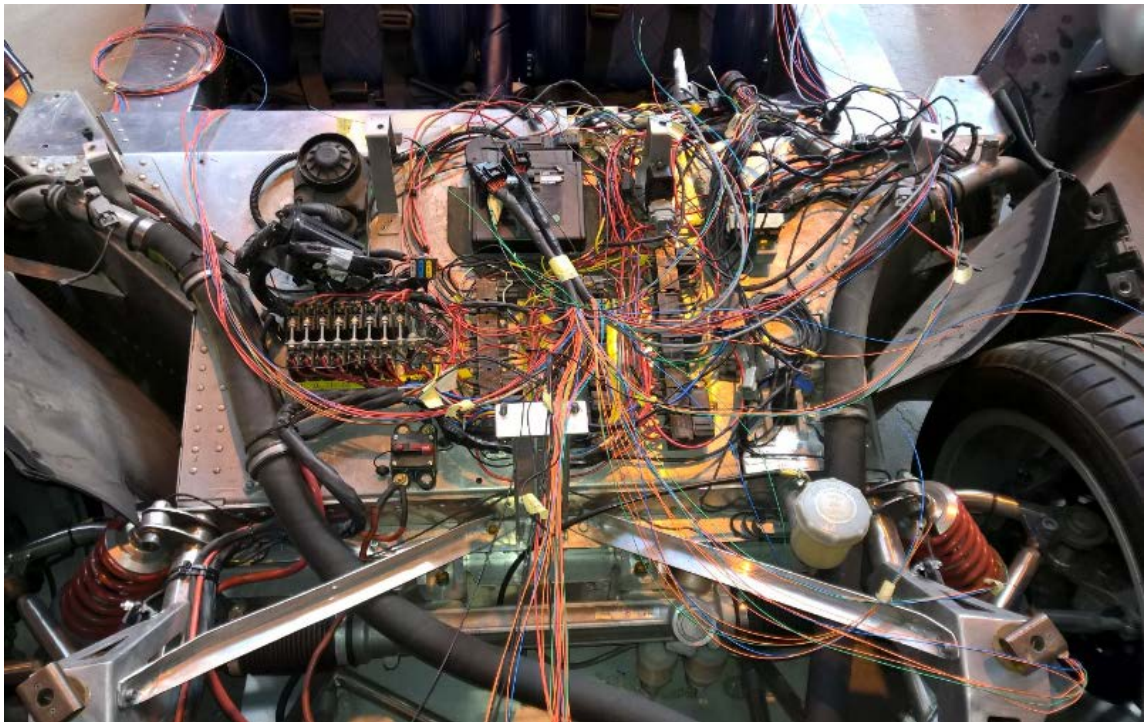
Työ aloitettiin polttoainetankin yläpuolella olevasta suojakotelosta. Kotelosta löytyy polttoaineen siirto- ja painepumput sekä polttoainemääräanturi (kuva 6). Molempien pumpujen johdot yhdistettiin ja johdot tuotiin liittimiseen suoraan moottoritilan puolelle. Polttoainepumppujen syöttöjohtojen myötä päästiin harjoittelemaan myös johtosarjan suojaussukitusta.



Kuva 6. Polttoainetankin suojakotelointi.

Varsinaisen johtosarjan valmistusta varten oli suunniteltu johdinten värit ja mitat eri toimilaitteille. Johtimet katkottiin oikean mittaisiksi suunnitelman mukaan. Johtimien toisiin päihin kiinnitettiin Superseal-liittimeen sopivat pinnit ja ne painettiin liitinrunkoon oikeisiin kohtiin kytkentäkaavion mukaisesti. Tarvittaviin johtimiin tehtiin haaroitukset noin 7 cm:n päähän liittimestä; esimerkiksi vasemman sekä oikean vilkun johdot piti haaroittaa etu- ja takakatteelle sekä merkkivalopaneelille meneviksi. Johdinhaaroitusten tekeminen kuvataan tarkemmin luvussa 5.1.1. Muita haaroitettavia johtimia olivat parkkivalot etu- ja takakatteelle, kaukovalot merkkivalopaneelille ja etukatteelle, jännitteen syöttö moottorinohjaimelle ja mittaristolle sekä CAN-väyläjohtimet tarvittaville toimilaitteille. A- ja B-liittimestä lähtevät johdot haaroituksineen suojattiin 20 cm:n pituisella liimautuvalla kutistesukalla. Kutistesukan käyttöä kuvataan tarkemmin luvussa 5.1.2. Johtosarja sovitettiin autoon oikealle kohdalleen ja johtimet laitettiin kulkemaan oikeisiin suuntiin. (Kuva 7.)





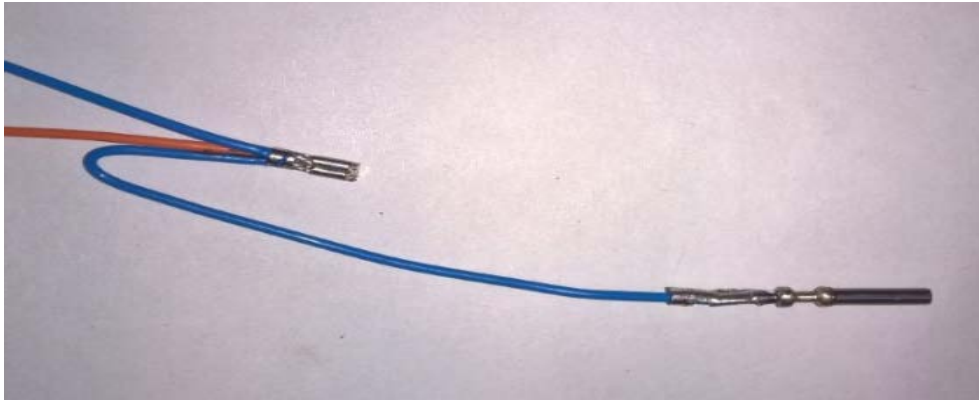
Kuva 7. Uuden johtosarjan ensimmäinen sovitus autoon ja johtosarjan haaroitusten suunnittelu.

Johtosarjan sukituksen jälkeen johdinhaarojen päihin kiinnitettiin oikeanlaiset liittimet toimilaitteiden kytkemistä varten. Etu- ja takakatteelle MIL-liittimien kiinnityksestä kerrotaan tarkemmin luvussa 5.1.3.

#### 5.1.1 Johdinten haaroitus

Johdinten haaroitukset tehtiin apuna käyttäen puserrusliittimiä. Liittimien käyttö johdinliitoksissa lisää mekaanisen rasituksen ja tärinän kestävyyttä johdinten juottamiseen verrattaessa. Kaikki liitettävät johtimet lähtevät liittimestä samaan suuntaan, ja eri suuntaan lähtevä johdin ohjattiin liittimen jälkeen vastakkaiseen suuntaan (kuva 8).





Kuva 8. Johdinhaaroitus puserrusliittimellä.

Tämän jälkeen johdinliitos suojattiin liimautuvalla kutistesukalla siistiksi. Tämä ratkaisu antaa myös vedonpoiston johdinliitokselle (kuva 9).

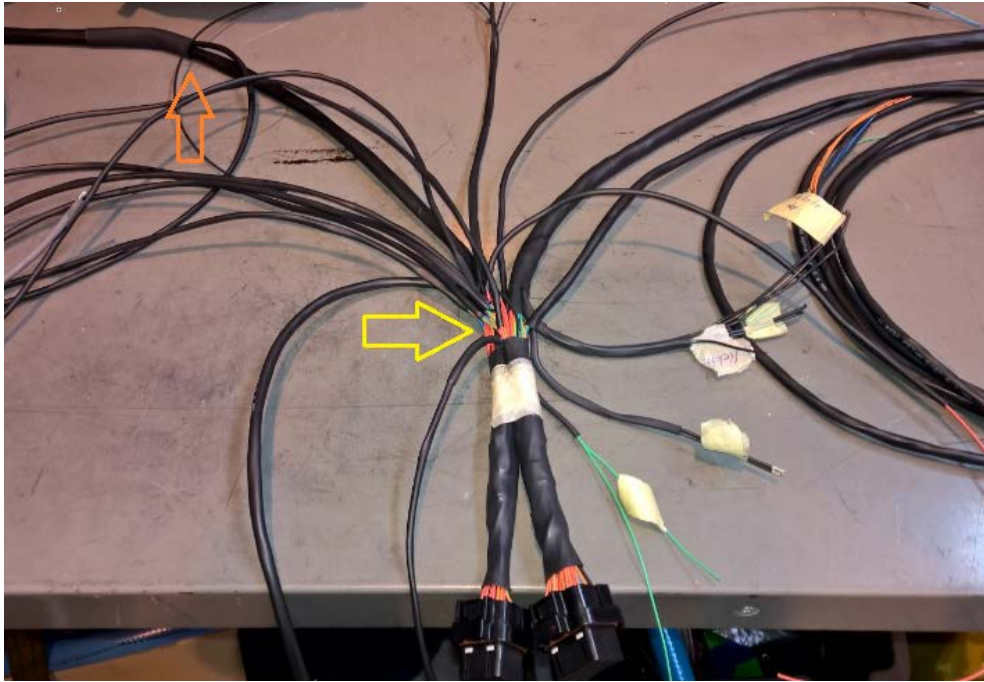


Kuva 9. Valmis johdinhaaroitus.

### 5.1.2 Johdinten sukitus

Työssä käytettiin kahdenlaista kutistesukkaa. Pidempien johdinnippujen päällä käytettiin vain lämmön vaikutuksesta kutistuvaa sukkaa suojana johtimille. Haaroituksissa taas käytettiin lämmön vaikutuksesta liimautuvaa kutistesukkaa antamaan liitokselle suojan lisäksi myös kestävyyttä. Lämmitykseen käytettiin tavallista kuumailmahuuhtainta, jonka kanssa oli huomioitava johdinten vaurioitumisriski mahdollisen ylikuumentumisen seurauksena.

Johtosarjan sukitus aloitetaan selvittämällä tarvittavat haaroituskohdat. Sukitus aloitetaan sukittamalla haaroituksesta lähtevät johdot ennen varsinaisen haaran sukitusta, jolloin saadaan johdot käännettyä kulkemaan oikeisiin suuntiin. (Kuva 10.)



Kuva 10. Johdinhaarat keltaisen nuolen kohdalta ja valmis haaroitus oranssi nuoli.

Ennen viimeisen sukan asettamista johdinhaarat ohjataan kulkemaan lopullisiin suuntiinsa. Viimeiseksi haara sukitetaan lujalla liimautuvalla muotokutisteella, jolloin saadaan siisti ja kestävä haara. (Kuva 11.)



Kuva 11. Valmis johdinhaaroitus.

Aiemmin kuvatun tavan mukaan edeten saatiin koko johtosarja suojasukitetuksi. Ennen liittimien kiinnitystä johdinsarjan haarat nimettiin keltaisella sukalla, johon kirjoitettiin johdinten kytkentäpaikka. Nimikointi viimeisteltiin kirkkaalla liimautuvalla sukalla kulutusta kestäväksi (kuva 12).



Kuva 12. Johtosarjan haarat nimettynä.

### 5.1.3 Katteiden liittimet

Katteiden MIL-liittimien johdinkiinnitykset jouduttiin tekemään juottamalla liittimien rakenteen takia. Kyseisiä liittimiä ei ollut riittävän helposti saatavilla puristusliittimien varustetulla rakenteella. Liittimissä on 19 liitinpinniä, jotka on merkitty kirjaimin. Johdot liitettiin pinneihin RaceAboutin tiedoista löytyvien ohjeiden mukaan (liite 4 ja 5). Juottaminen aloitettiin alimmista liitinpinneistä, koska keskimmäisiin pinneihin olisi ollut mahdoton saada hyvää juotosliitosta ilman oikosulun mahdollisuutta. Ennen varsinaista johdinten kiinnitystä oli huolehdittava, että liittimen muut tarvittavasta rakenneosat, kuten vedonpoistaja, olivat pujotettuna johdinhaaraan. (Kuva 13.)



Kuva 13. Vasemmalla johdinten juottaminen MIL-liittimeen ja oikealla johtimeen ensimmäiseksi pujotetut rakenneosat sekä valmis juotos.

## 5.2 Moottorin johtosarjan uudistus

Moottorin johtosarja ei kuulunut varsinaiseen työhön, mutta sinne tehtiin joitakin muutoksia. M400:n Superseal A -liittimeen vaihdettiin punainen virtajohdin (+15) napaan numero 26. A-liittimen sukan sisään lisättiin johdin liitinpinneineen pakoputken bypass-venttiilinohjaimen kytkemistä varten. Moottorin johtosarjasta irrotettiin 6-napaisella DTM-liittimellä takapyörrien nopeusantureiden johdot. (kuva 14).



Kuva 14. Bypass-venttiilin valmius oranssi nuoli ja pyöräantureiden liitin vihreä nuoli.

Tehtiin valmius johtosarjaan venttiilinohjaimelle, koska laite itsessään on olemassa, mutta sitä ei ole vielä asennettu autoon. Moottorin johtosarjaan uusittiin myös puolien, suuttimien ja lambdan lämmityksen syöttöjohdot, jotka yhdistettiin 6-napaiseen DT-liitti-



meen. Kaasupolkimen johdot liitettiin irrotettavaan 12-napaiseen DTM-liittimeen. Molemmat lisätyt liittimet sekä polttoainepumppujen liitin löytyvät nyt moottoritalan vasemmalta sivulta entisen sulakerasian paikalta. Moottorin johtosarja suojattiin vielä kutistesukilla yhtenäiseksi (kuva 15).



Kuva 15. Muutettu moottorin johtosarja.

### 5.3 CAN-väylän muokkaus

Uudessa korisähköjärjestelmässä väylän pitää kulkea myös PDM:lle ja näppäinpaneelille. Väylä yhdistettiin ADL-tiedonkeruuyksiköltä kyseisille laitteille. PDM lukee väylän välityksellä näppäinpaneelilta saatuja käskyjä ja välittää ne tiedonkeruuyksikölle. PDM tarvitsee moottorinohjaimelta tulevan moottorin kierrosluvun polttoainepumppujen käyttöä varten, bypass-venttiilinohjainta varten ja tuulilasin lämmitykselle sekä moottorin lämpötilan tiedot jäähdynpuhaltimien ohjaamista varten.

Suunnitteluvaiheessa todetun väärän päätevastusarvon vuoksi CAN-väylä tutkittiin mekaanisesti, missä kyseiset vastukset sijaitsivat. Päätevastukset löytyivät ohjelmointipistokkeen johdosta, moottorinohjaimelta sekä Beacon-kierroslaskurin lisälaitteiston liittimen juuresta, joista viimeisin vastus poistettiin (kuva 16). Yhden vastuksen poistamisella

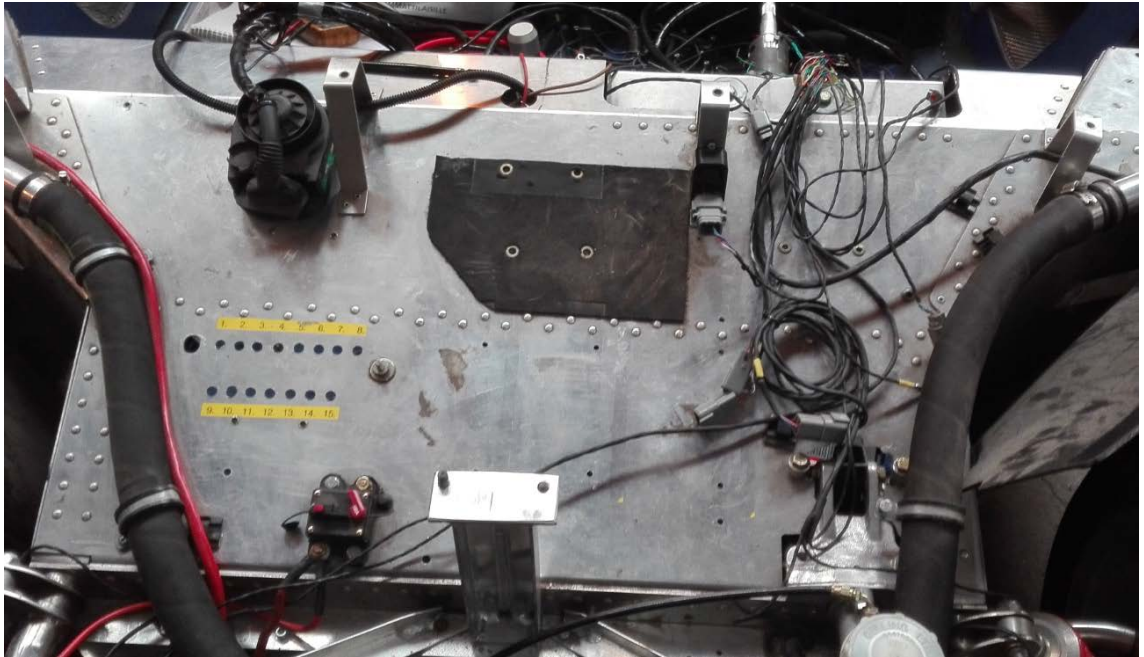
saatiin väylään Motecin ohjeistuksen mukainen 50  $\Omega$ :n päätevastus arvo, joka tulee kahden 100  $\Omega$ :n vastuksen rinnankytkennästä.



Kuva 16. Beacon-kierroskaskurin lisälaitteen liittimessä oleva poistettava vastus.

#### 5.4 Testaus ja valmistelu

Uusi valmis korijohtosarja testattiin paikallaan moottorin johtosarjan kanssa ennen vanhojen korisähköjen poistoa. Tämä testaus oli tarpeen, jotta saatiin estettyä auton seisottaminen turhaan, jos uusi järjestelmä ei olisi ollut heti toimintakuntoinen. Tässä vaiheessa ladattiin PDM 30:een ensimmäinen ohjelmaversio, jonka mukaan pystyttiin tarkistamaan jokaisen toimilaitteen toiminta. Testauksessa todettiin pieni, mutta oleellinen puute uudessa johtosarjassa. Koska hätävilkkujen katkaisija on näppäinpaneelissa, jonka on oltava käytettävissä jatkuvasti, todettiin näppäinpaneelin heräävän vasta sytytysvirran ollessa kytkettynä. Johtosarjaan jouduttiin tekemään vielä muutos, jotta näppäinpaneeli saa virran jatkuvasti päävirran ollessa kytkettynä. Toisen testauksen jälkeen todettiin johtosarjan toimivan moitteettomasti. Tämän jälkeen aloitettiin vanhojen korisähköjen poistaminen. Takakatteen ja moottorin johtosarjoja poistettaessa sivupalkkien sisältä oli huomioitava, että saatiin samalla jätettyä palkkien sisään ohjausnarut uuden sarjan asennusta varten. Vanhat releet, johdot ja sulakekeskus poistettiin. Kojelaudan sisälle jäivät pääsulake, tiedonkeruun johdot sekä varashälytys johtoineen (kuva 17).



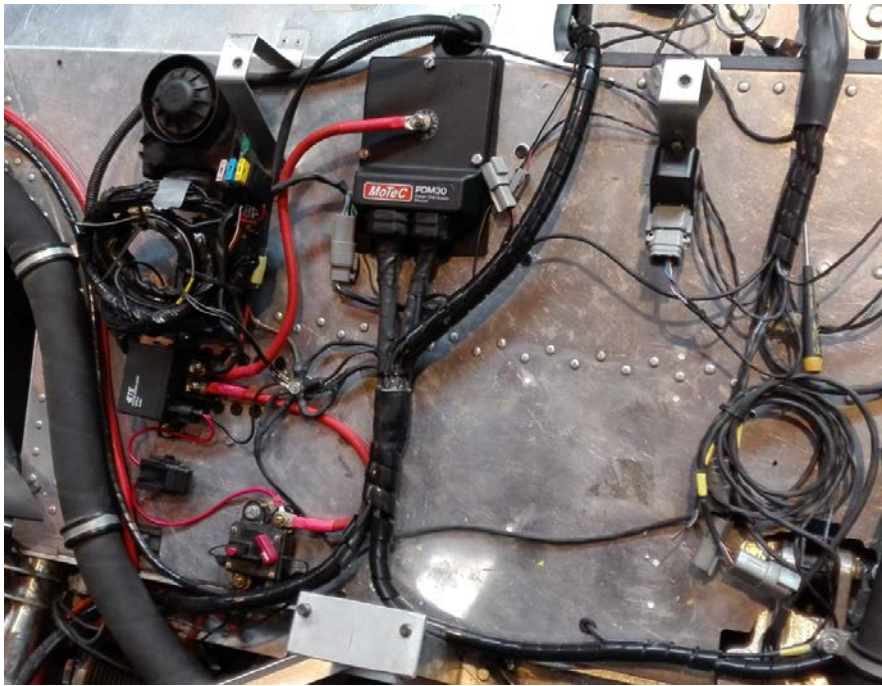
Kuva 17. Tyhjennetty sähköpääkeskus.

Kojelaudan sisus siistittiin, tulpattiin siellä olevat ylimääräiset reiät ja suojattiin kumitiivisteillä läpivientien reunat. Näppäinpaneelille ja PDM 30:lle mitattiin ja porattiin uudet kiinnitysreiät. Uusi ja vanha johtosarja punnittiin kaikkine oheislaitteineen vertailua varten. Uusi johtosarja liittimiseen ja ohjaimiseen painoi valmiina 3,4 kg ja vanha sarja releiseen ja sulakkeeseen 6,6 kg. Painon pudotus uudella korisähköjärjestelmällä oli 3,2 kg.

### 5.5 Uuden johtosarjan asennus

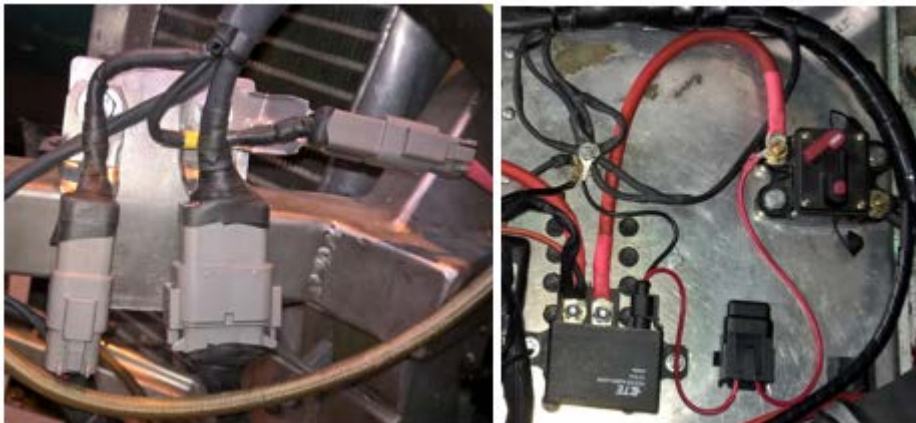
PDM 30 -ohjainlaite kiinnitettiin paikoilleen lisäten laitteen ja kojelaudan väliin vaahtomuovin pala tärinän vaimennukseksi. Kaikki johdinhaarat vietiin paikoilleen ja kiinnitettiin ne huolellisesti nippusitein. (Kuva 18.)





Kuva 18. Uusi korisähkökeskus paikoilleen asennettuna.

Moottorin johtosarjan liittimet kiinnitettiin vanhaan sulakerasian kiinnityslevyyn moottoritalan vasempaan reunaan. Koska päävirtakatkaisija on kytketty järjestelmässä akun miinuspuolelle, lisättiin pluspuolelle oma päävirtarele ja sen ohjaussulake. Maadoituspiirteenä käytettiin vanhan johtosarjan maadoitusruuvia, johon kytkettiin kaikki uuden johtosarjan maadoitusjohtimet. (Kuva 19.)



Kuva 19. Vasemmalla moottoritalan uudet liittimet ja oikealla maadoituspiiste, päävirtarele ohjaussulakkeineen sekä pääsulake.



## 6 Ohjelmointi

Ohjelmointia varten tarvittiin Motecin UTC-välikappale, joka sopii suoraan testipistokkeeseen ja toinen pää tietokoneen USB-liittimeen (kuva 20). Tietokoneelle asennettiin omat ohjelmistot moottorinohjainta, ADL-tiedonkeruuyksikköä ja PDM 30:tä varten Motecin kotisivuilta (1).



Kuva 20. Vasemmalla ohjelmointipistoke kojelaudan alla ja UTC-adaptteri oikealla.

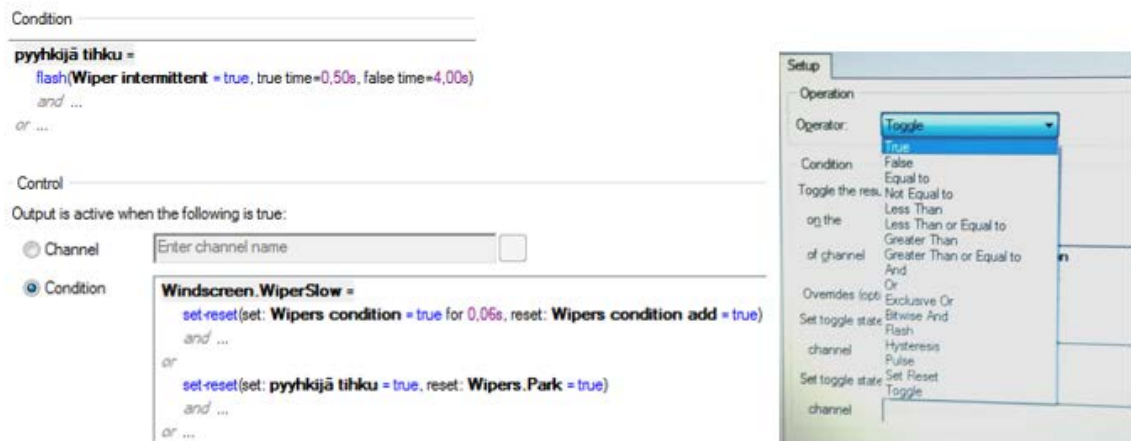
Ohjelmointi piti aloittaa moottorinohjaimen päivityksellä, jotta PDM-ohjainlaite saa CAN-väylän välityksellä oikeat tiedot M400-moottorinohjaimelta.

### 6.1 M400:n päivitys

M400-moottorinohjain piti saada keskustelemaan CAN-väylän välityksellä PDM 30 -ohjainlaitteen kanssa. Moottorinohjaimelle ohjelmoitiin tietopaketti niistä tiedoista, joita PDM-yksikkö tarvitsee korisähköjärjestelmän toimintoihin. Ensimmäiseksi väylästä etsittiin vapaa osoite, jolla tieto saadaan kulkemaan sotkematta muuta liikennettä. Korisähköjärjestelmä tarvitsee moottorinohjaimelta tiedot moottorin pyörintänopeudesta sekä käyntilämpötilasta. Koska autossa ei ole moottori paikallaan, on kyseiset tiedot vain syötetty väylään simuloimalla, ja sen mukaan vastaanottotiedot on tarkistettu toimiviksi.

## 6.2 PDM:n ohjelmointi

PDM:n ohjelmointi tapahtuu Motecin ohjelmaan valmiiksi rakennettujen käskyjen avulla. Tämä tekee ohjelmoinnin toisinaan haastavaksi. Ohjelmaan pitää annettujen käskyjen avulla rakentaa tarvittavia apufunktioita, joita hyväksikäyttäen varsinainen toiminto rakennetaan ulostuloon. (Kuva 21.)



Kuva 21. Apufunktio varsinaisen toiminnon ohjelmoinnille ja Motecin ohjelmointi käskyt.

### 6.2.1 Pinnitiedot

PDM:n ohjelmointi aloitettiin syöttämällä sisäänmenokanavien tiedot, mitä kyseinen katkaisija ohjaa (kuva 22). Katkaisijoiden ohjelmoinnit tehtiin suunnitteluvaiheessa piirretyn kytkentäkaavion mukaan. Ensinnäkin nimettiin kanava, aktiivitaso, jänniterajat sekä kytkentäaika.

Input	Pin	Channel	Polarity	High Level	Low Level
1	A_27	Ignition	Active Low	1,0V	0,6V
2	A_19	Start50	Active Low	1,0V	0,6V
3	A_29	Parking lights	Active Low	1,0V	0,6V
4	A_21	Xenon lights	Active Low	1,0V	0,6V
5	A_30	Indicators.Left and Indicators	Active Low	1,0V	0,6V
6	A_31	Indicators.Right and Indicators	Active Low	1,0V	0,6V
7	A_23	Wipers.drizzle	Active Low	1,0V	0,6V
8	A_32	Wipers.Slow	Active Low	1,0V	0,6V
9	A_33	Wipers.Fast	Active Low	1,0V	0,6V
10	A_34	Washer.windscreen	Active Low	1,0V	0,6V
11	B_20	High beam.Xenon	Active Low	1,0V	0,6V
12	B_21	Brake lights	Active Low	1,0V	0,6V
13	B_15				
14	B_23				
15	B_17	Backup light	Active Low	1,0V	0,6V
16	B_24	Wipers.Park	Active High	1,0V	0,4V

Kuva 22. Input-pinnien eli sisäänmenokanavien katkaisijatiedot.

Seuraavaksi ohjelmoitiin ulostulokanavat kytkentäkaavion mukaan (kuva 23). Ulostulokanavat nimettiin ja niille syötettiin alkumittausten mukaan saadut maksimivirran kulusarvot. Kanavatietoon piti lisätä myös kontrollitieto, jonka mukaan ulostulo aktivoituu.

Output	Pin	Rating	Channel	Max	Retry Delay
1	A_1/A_10	20A	FuelPump	15A	1,00s
2	A_3/A_12	20A	StartSolenoid	15A	1,00s
3	A_5/A_14	20A	Xenon.Left	15A	1,00s
4	A_7/A_16	20A	Xenon.Right	15A	1,00s
5	A_9/A_17	20A	Windscreen.Heater	10A	1,00s
6	B_3/B_9	20A	Ignition.coils	15A	1,00s
7	B_5/B_11	20A	Fuel.Injectors	10A	1,00s
8	B_7/B_13	20A			
9	A_2	8A	Windscreen.WiperSlow	6A	1,00s
10	A_4	8A	Windscreen.WiperFast	7A	1,00s
11	A_6	8A	WasherWindscreen	3A	1,00s
12	A_8	8A	ParkingLights.Right	4A	1,00s
13	A_11	8A	HighBeam.Xenon.Left	5A	1,00s
14	A_13	8A	BrakeLights	4A	1,00s
15	A_15	8A	ParkingLights.Left	4A	1,00s
16	A_18	8A	Indicator.Left	4A	1,00s
17	A_20	8A	HighBeam.Xenon.Right	5A	1,00s
18	A_22	8A	Indicator.Right	4A	1,00s
19	A_24	8A	FogLightRear	4A	1,00s
20	A_25	8A	BackUpLight	3A	1,00s
21	B_1	8A	Hom	5A	1,00s
22	B_2	8A	Washer.HeadLight	4A	1,00s
23	B_4	8A	CoolingFanBigEngine	5A	1,00s
24	B_6	8A	CoolingFanSmallEngine	4A	1,00s
25	B_8	8A	LambdaWarmer	4A	1,00s
26	B_10	8A	ExhaustByPass	5A	1,00s
27	B_12	8A	Keypad +30	2A	1,00s
28	B_14	8A			
29	B_16	8A			
30	B_19	8A	SupplyVoltage	3A	1,00s

Kuva 23. Output-pinnien eli ulostulokanavien tiedot.

Polttonestepumput ohjelmoitiin toimimaan hetkeksi (2,5 s) sytytysvirran kytkeytyessä, minkä jälkeen tarvitaan moottorin pyörintänopeustieto CAN-väylältä.

Startin solenoidin aktivoituminen tarvitsee startiasentotiedon virtalukolta, jonka johdotus kulkee varashälyttimen kautta.

Valojen ohjelmoinnissa otettiin huomioon Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín valomääräykset (7). Ne perustuvat pääosin autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista annetun asetuksen (1248/2002) liitteeseen 1 ja siinä mainittuihin direktiiveihin ja E-sääntöihin.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on esittänyt valojen kytkennöistä seuraavat vaatimukset:

Sähköliitäntöjen on oltava sellaiset, että etu- ja takavalaisimet, mahdolliset äärivalaisimet, mahdolliset sivuvalaisimet ja takarekisterikilven valaisin voidaan kytkeä päälle ja pois ainoastaan samanaikaisesti. Tätä vaatimusta ei sovelleta käytettäessä etu- ja takavalaisimia ja sivuvalaisimia, jotka on yhdistetty tai rakenteellisesti yhdistetty edellä tarkoitettuihin valaisimiin, pysäköintivalaisimina.

Sähköliitäntöjen on lisäksi oltava sellaiset, että lähi-, kauko- tai sumuvalaisimia voi kytkeä päälle vain, jos edellisessä kappaleessa mainitut valaisimet ovat kytketyt päälle. (7)

Parkkivalot eteen ja taakse sekä rekisterikilven valot voidaan kytkeä päälle päävirran ollessa kytkettynä. Parkkivalot ovat päällä myös ajovalojen kanssa samanaikaisesti, jotta auton takavalot ovat aina päällä ajovalojen kanssa.

Ajovalot voidaan kytkeä päälle vasta parkkivalojen ja sytytysvirran ollessa kytkettynä. Auton xenon-valot tarvitsevat kytkeytyessään paljon virtaa, joten oikea ja vasen puoli laitettiin omiin 20 ampeerin lähtöihin. Xenon-valojen ominaisuudesta riippuen kaukovalojen väläytystoimintoa ei voida toteuttaa, jos ajovalot eivät ole kytketty päälle.

Takasumuvalon päälle- ja poiskytkentä tapahtuu näppäinpaneelistä. Toiminto aktivoituu vasta ajovalojen ollessa kytkettynä.

Tuulilasin lämmitystoiminto kytkeytyy ja sammuu tarvittaessa näppäinpaneelin napin 1 painalluksella moottorin käydessä. Tuulilasin lämmitys tarvitsee paljon virtaa ja kyseisellä ohjelmoinnilla saadaan estettyä akun tyhjentyminen.

Sytytyspuolat, polttoainesuuttimet, lambdan lämmitys, tiedonkeruuyksikkö ja moottorinohjain saavat käyttöjännitteensä aina, kun sytytysvirta on kytkettynä.

Tuulilasinpyyhkimen toiminnot voidaan aktivoida vasta sytytysvirran ollessa kytkettynä. Pyyhkijän toiminnoista löytyy tihkukytkin sekä kaksinopeuksinen jatkuva toiminto. PDM 30 -ohjelmointikielestä johtuen pyyhkimen palautusasennon tunnistaminen sekä tihku-toiminnon ajastus on aiheuttanut paljon päänvaivaa. (8)

Tuulilasin pesulaitteen toiminnot voidaan aktivoida vasta sytytysvirran ollessa kytkettynä. Ajovalojen pesulaite toimii vain ajovalojen ollessa kytkettyinä. Tuulilasin pesulaitetta käytettäessä myös tuulilasinpyyhin tekee muutaman pyyhkäisyn.

Peruutusvalo toimii sytytysvirran ollessa kytkettynä ja vaihteistosta peruutusvaloanturilta saadun tiedon mukaan.

Jarruvalot toimivat jarrupoljinta painettaessa aina päävirran ollessa päällä.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on esittänyt vilkkujen toiminnalle seuraavat vaatimukset:

Suuntavalaisimen lähettämän valon on oltava vilkkuvaa ja väriltään ruskeankeltaista. Valon on vilkuttava  $90 \pm 30$  kertaa minuutissa. Samaan toimintaan tarkoitettujen suuntavalojen tulee vilkkua samanaikaisesti.

Suuntavalaisimien on toimittava muista valaisimista riippumatta.

Kytkemistä varten pitää olla erillinen hallintalaite, jolla voidaan kytkeä hätävilkku päälle muista valoista ja käynnistyslaitteen asennosta riippumatta. Merkkivalo on pakollinen. (7)

Suuntavilkut toimivat kytkintiedon mukaan sytytysvirran ollessa kytketty. Vilkutustaajuus on ohjelmoitu toimivaksi 60 kertaa minuutissa. Hätävilkkujen päälle- ja poiskytkentä tapahtuu näppäinpaneelistä. Hätävilkut on ohjelmoitu toimimaan sytytysvirrasta riippumatta.

Autossa on kaksi jäähdytyspuhallinta, joiden toiminta on sidottu CAN-väylältä saadun moottorin lämpötilan mukaan. Pienempi puhallin aktivoituu moottorin lämpötilan ollessa  $85\text{ °C}$  tai sen yli, ja lisäksi suurempi puhallin aktivoituu moottorin lämpötilan ollessa  $90\text{ °C}$  tai sen yli.

Näppäinpaneeli aktivoituu heti, kun auton päävirta kytketään päälle, koska hätävilkkutoiminnon on oltava silloin mahdollinen.

Pakoputken bypass-venttiilin käyttöjännitteen toimintaa ei ole ohjelmoitu, koska venttiiliä ei ole asennettu autoon.

## 6.2.2 Näppäinpaneelin ohjelmointi

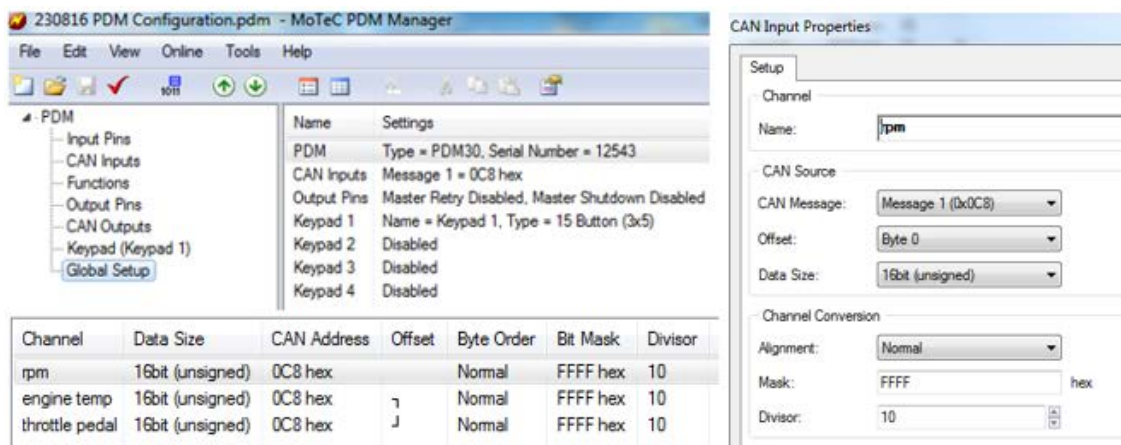
Ohjelmointi aloitettiin nimeämällä kyseinen näppäin ja liittämällä siihen haluttu toiminto. Näppäintoiminto valittiin sen mukaan, mitä toimilaitetta se ohjaa, jääkö toiminto päälle vai onko se päällä vain painalluksen ajan. Esimerkkinä hätävilkun kytkentä jää päälle heti painalluksesta ja sammuu uudelleen painalluksella verraten taas äänimerkkiin, joka on aktiivinen vain painalluksen ajan. Jokaisella näppäimellä on kolme merkkivaloa, jotka voidaan ohjelmoida toimimaan halutulla tavalla. Ensimmäinen vihreä valo ohjelmoitiin toimimaan, kun toimilaite on aktiivinen. Toinen keltainen valo ja kolmas punainen valo ilmaisevat toimilaitteessa olevaa häiriötä. Näytönohjaimen näppäimissä häiriövalot ohjelmoitiin kytkeytyväksi CAN-väylään liittyvien virheiden vuoksi. Muiden näppäimien häiriövalot ohjelmoitiin syttyviksi toimilaitteen häiriön tai ylivirran vuoksi. (Kuva 24.)



Kuva 24. Kiinnitystä vaille valmis näppäinpaneeli toimilaitetarroilla.

## 6.2.3 CAN-väylä

CAN-väylän sisääntulon tietoihin ohjelmointiin oikea osoite, jolla moottorinohjainlaitteen lähettämä tietopaketti saatiin luetuksi. Ohjelmaan valittiin oikeat parametrit, jotka sisältävät kanavan nimen, viestinumeron, sijainnin viestissä ja datan pituuden (kuva 25).



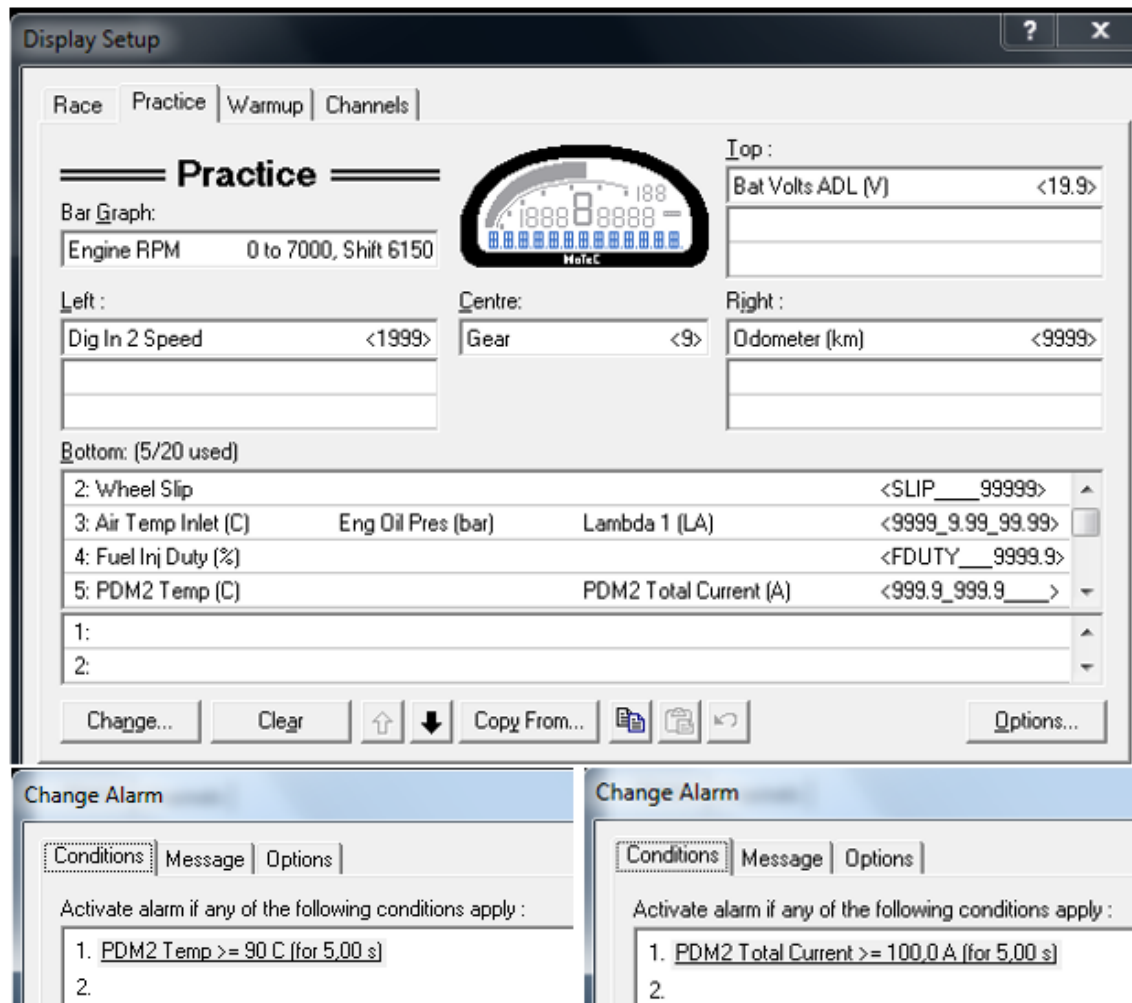
Kuva 25. Moottorinohjaimen lähettämän tietopaketin vastaanoton ohjelmointi PDM-ohjainlaitteeseen. Luettavan paketin osoite, paketin sisältämät tiedot ja yksittäisen tiedon sijainnin sekä pituuden määrittely.

PDM-ohjainlaitteeseen rakennettiin vastaavasti tietopaketti, joka lähetetään CAN-väylän välityksellä ADL-tiedonkeruuyksikölle. Tietopaketissa lähetetään PDM-ohjainlaitteen sisäinen lämpötilatieto sekä kokonaisvirrankulutus ja näppäinpaneelilta saadut ADL:n valikoiden selaukseen liittyvät tiedot.

### 6.3 ADL-tiedonkeruuyksikön päivitys

Tiedonkeruuyksikkö ohjelmoitiin vastaanottamaan PDM:n lähetystiedot ja lukemaan ne halutulla tavalla. ADL-näytölle on ohjelmoitu kolme erilaista näyttötilaa erilaisia ajotilanteita varten: race, practice ja warmup. Practice-tilassa on vielä mahdollisuus vaihtaa erilaisia lisätietoja antavia näyttörivejä. Lisättiin uusi rivitieto PDM:n lämpötilasta ja virrankulutuksesta, joille asennettiin hälytysrajat. PDM:n sisäisen lämpötilan ylittäessä 90 astetta tai kokonaisvirrankulutuksen ylittäessä 100 ampeeria tulee näytölle vilkkuva tieto kyseisestä hälytyksestä (kuva 26). Näytön tilaa ja rivitietoja ohjataan näppäinpaneelin napeilla 11 ja 12.





Kuva 26. ADL:n practice näyttötilaan lisätyt PDM:n tilatiedot ja niille asetetut hälytysrajat.

## 7 Yhteenveto ja päätelmät

Insinöörityönä uudistettiin RaceAbout-urheiluauton korisähköjärjestelmä käyttäen PDM 30 -ohjainlaitetta ja näppäinpaneelia. Ohjainlaitteella korvattiin aiemmin autossa olevat releet ja sulakkeet. Näppäinpaneelin avulla saatiin osa toimilaitteista toimimaan samasta paikasta erillisten katkaisijoiden sijaan. Paneelia varten auton kojelautaan porattiin kiinnitysvalmius, mutta lopullinen asennus tehdään vasta muotoilijoiden toimesta, jotta näppäinpaneeli saadaan pintaverhoiluun sopivaksi. Näppäinpaneeliin olisi voitu ohjelmoida kaikki autossa olevat toimilaitteiden ohjaukset, kuten ajovalot, vilkut ja tuulilasinpesimet. Nämä kuitenkin katsottiin käytön helpottamiseksi jättää toimimaan alkuperäisillä katkaisijoilla, koska autoa käytetään myös normaalissa tieliikenteessä. Ajovalokatkaisimesta ohjataan edelleen parkki- ja ajovalojen toiminta. Vilkkujen käyttökytkimestä ohjataan vilkut sekä kaukovalojen vaihto ja pesulaitteen käyttökytkimestä tuulilasinpyyhkimen eri

nopeudet sekä pesulaite. ADL-näytön taustavalon kirkkauden säätö jätettiin edelleen käytettäväksi alkuperäisellä potentiometrillä, joka löytyy kojelaudan alapinnalta ratin oikealta puolelta.

Uusi johtosarja liittimiseen ja ohjaimiseen painoi valmiina 3,4 kg ja vanha sarja releineen ja sulakkeineen 6,6 kg. Korisähköjärjestelmän muutoksen myötä tavoitteessa painon suhteen pysyttiin, koska uusi järjestelmä painoi vain noin puolet vanhaan järjestelmään verrattuna. Budjetiksi suunniteltu 1000 euroa saatiin riittämään sopivasti työn läpiviemiseen (liite 6). Työssä hyödynnettiin oppilaitoksella jo olemassa olevia tarvikkeita liittimien ja kutistesukkien osalta, jotka kuitenkin hinnoiteltiin mukaan budjettiin. Budjetin puitteissa hankittiin myös auton katteiden puolelle uudet MIL-liittimet, joita kuitenkaan ei asennettu paikoilleen vaan niitä voidaan käyttää katteiden sähköjä uudistettaessa. Varsinaisten korisähköjen asentamisen ajaksi autolle suunniteltiin vain kahden viikon seisonta-aikaa. Tätä asiaa ei tarvinnut työssä kuitenkaan huomioida, koska auton moottori purettiin keväällä vaativan remontin takia. Moottoriremonttia ei saatu valmiiksi vielä tämän työn aikana, joten lopullista testausta moottorin toiminnan osalta ei pystytty tekemään.

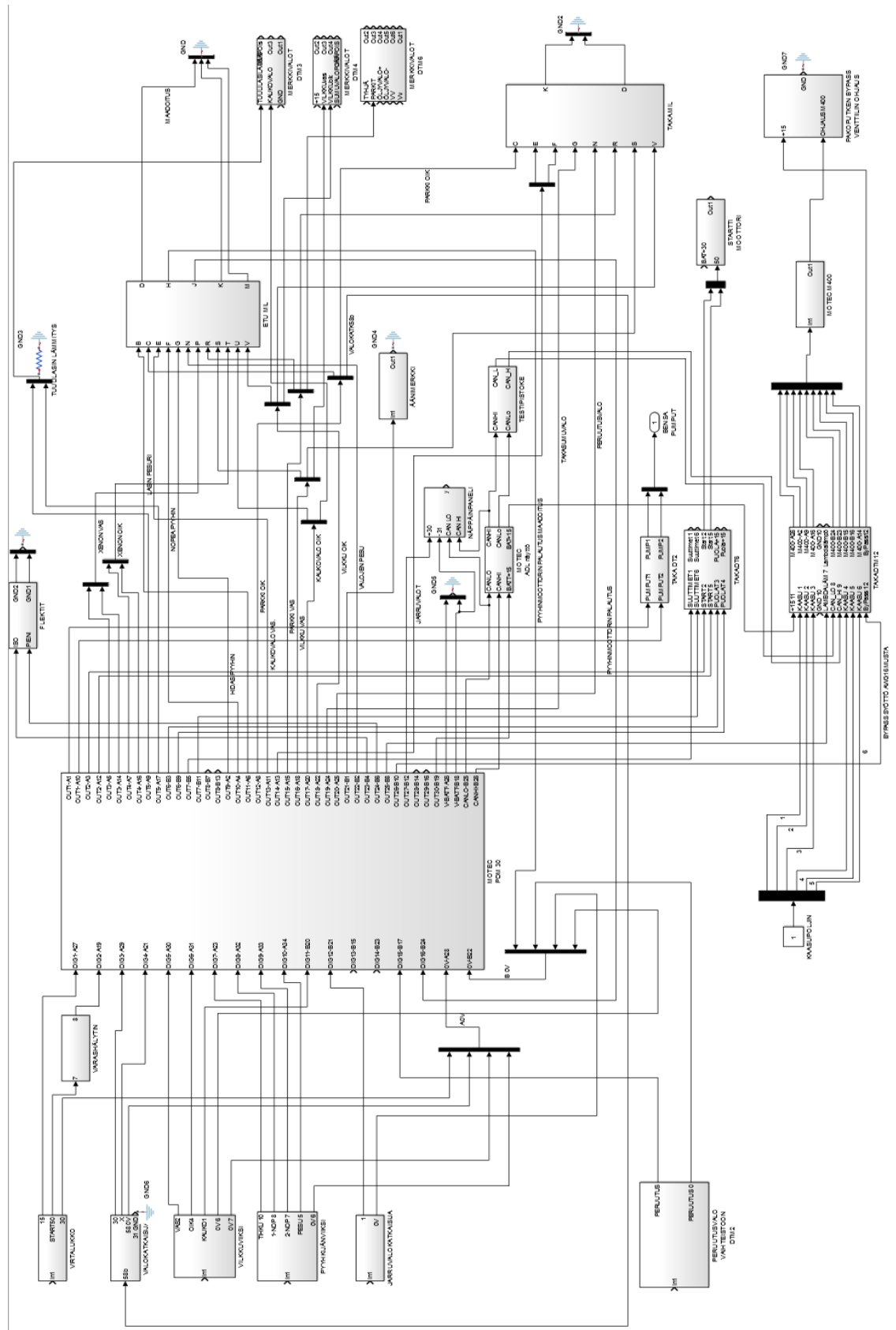
Jatkossa sähköjärjestelmää voi kehittää lisäämällä näppäinpaneeliin ADL-näytön taustavalon himmentimen toiminnon, joka vaatii pienen muokkauksen johtosarjaan. Näppäinpaneelin käyttöä on mahdollisuus jatkossa monipuolistaa huomattavasti. Suuntavilkkujen vilkkumistaajuuden muutoksen lisäohjelmoinnilla parannettaisiin häiriötilanteiden havaitsemista. Koriohjainlaitteeseen jäi joitakin tyhjiä paikkoja sisään- ja ulostuloille, joten toimilaitteiden lisäykset ovat jatkossa mahdollisia.

Haluamme vielä lopuksi kiittää Hernesaaren henkilökuntaa hyvistä neuvoista sekä opastuksesta. Työskentely Hernesaassa oli antoisaa ja mielenkiintoista; siellä sai kuvan siitä, mitä kaikkea opiskelijat ovat saaneet aikaan hyvien ohjaajien avulla. Lisäksi suuret kiitokset menevät vielä tutorillemme Lauri Eholle ja ohjaavalle opettajallemme Harri Santamalalle.

## Lähteet

- 1 Motec Products. 2016. Verkkodokumentti. Motec Pty Ltd. <<http://www.motec.com/products-currentrange/product-directory/>>. Luettu 6.6.2016.
- 2 PDM user manual. 2014. Verkkodokumentti. Motec Pty Ltd. <<http://www.motec.com/downloads/downloadmanuals/>>. Luettu 6.6.2016.
- 3 Mäkinen, Pentti A. 2015. Kotelointiluokka kertoo sähkölaitteesta kaiken oleellisen. Verkkodokumentti. Sähköinfo Oy. <[http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/sahkotekniikka/fi\\_FI/011015\\_kotelointiluokat/](http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/sahkotekniikka/fi_FI/011015_kotelointiluokat/)> Luettu 4.8.2016.
- 4 Perhoniemi Pasi. 2001. RaceAbout 2000 -urheiluauton jatkokehitys. Insinööriyö. Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia.
- 5 Valkeinen Jonas. 2007. Motec moottorinohjausyksikön asennus ja konfigurointi. Insinööriyö. Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia.
- 6 Amphenol MS &97B -Series. 2014. Verkkodokumentti. Amphenol Interconnect India Pvt. Ltd. <<http://www.amphenol-in.com/pdf/ms97series.pdf>> sivut 3, 6 ja 11. Luettu 10.6.2016
- 7 Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín valo-ohje. 2004. Verkkodokumentti. Ajoneuvohallintokeskus. <<http://www.trafi.fi/filebank/a/1325147177/579fb3aa935279358c96ed7a1a975d15/4771-Valomaarayksia.pdf>>. Luettu 1.9.2016.
- 8 The official online forum for Motec. 2009. Verkkodokumentti. Powered by phpBB. <<http://www.motec.com/forum/viewtopic.php?f=17&t=615>>. Luettu 10.10.2016.

Kytentäkaavio



## PDM 30:n pinnilista

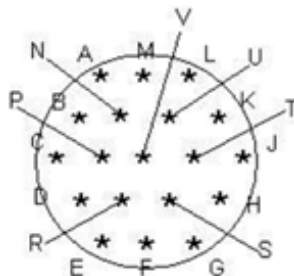
**MoTeC****Appendices****39****PDM30**

<b>Connector A</b>		<b>Connector B</b>	
34 pin waterproof connector Mating connector #65044		26 pin waterproof connector Mating connector #65045	
<b>Pin</b>	<b>Function</b>	<b>Pin</b>	<b>Function</b>
A_1	20 A Output 1 (with A10)	B_1	8 A Output 21
A_2	8 A Output 9	B_2	8 A Output 22
A_3	20 A Output 2 (with A12)	B_3	20 A Output 6 (with B9)
A_4	8 A Output 10	B_4	8 A Output 23
A_5	20 A Output 3 (with A14)	B_5	20 A Output 7 (with B11)
A_6	8 A Output 11	B_6	8 A Output 24
A_7	20 A Output 4 (with A16)	B_7	20 A Output 8 (with B13)
A_8	8 A Output 12	B_8	8 A Output 25
A_9	20 A Output 5 (with A17)	B_9	20 A Output 6 (with B3)
A_10	20 A Output 1 (with A1)	B_10	8 A Output 26
A_11	8 A Output 13	B_11	20 A Output 7 (with B5)
A_12	20 A Output 2 (with A3)	B_12	8 A Output 27
A_13	8 A Output 14	B_13	20 A Output 8 (with B7)
A_14	20 A Output 3 (with A5)	B_14	8 A Output 28
A_15	8 A Output 15	B_15	Digital/Switch Input 13
A_16	20 A Output 4 (with A7)	B_16	8 A Output 29
A_17	20 A Output 5 (with A9)	B_17	Digital/Switch Input 15
A_18	8 A Output 16	B_18	Battery Negative
A_19	Digital/Switch Input 2	B_19	8 A Output 30
A_20	8 A Output 17	B_20	Digital/Switch Input 11
A_21	Digital/Switch Input 4	B_21	Digital/Switch Input 12
A_22	8 A Output 18	B_22	0 V
A_23	Digital/Switch Input 7	B_23	Digital/Switch Input 14
A_24	8 A Output 19	B_24	Digital/Switch Input 16
A_25	8 A Output 20	B_25	CAN Low
A_26	Battery Negative	B_26	CAN High
A_27	Digital/Switch Input 1		
A_28	0 V		
A_29	Digital/Switch Input 3		
A_30	Digital/Switch Input 5		
A_31	Digital/Switch Input 6		
A_32	Digital/Switch Input 8		
A_33	Digital/Switch Input 9		
A_34	Digital/Switch Input 10		
<b>Connector C</b>			
M6 stud Mating: eyelet and M6 nut			
<b>Pin</b>	<b>Function</b>		
C_1	Battery +		

## Johtojen pituudet

	kpl	pituus mm yhteensä		värit
<b>Polttonestejärjestelmä:</b>				
- pumput	2	1400	2800	punainen
- tankin määrä anturi	2	1200	2400	sininen ja vihreä
<b>Vasemmanpuoleinen johtosarja taakse:</b>				
CAN edestä taakse	2	3800	3800	väytäjohdin
M400 bat +	1	3800	3800	väytäjohdin
ADL bat +	1	900	900	väytäjohdin
M400 bat -	1	3800	3800	väytäjohdin
puolien ja suuttimien syöttö	2	3800	7600	punainen
lambdan lämmitys	2	3800	7600	punainen
polttoainepumppujen syöttö	2	3800	7600	punainen
Kaasupolkimen johdot	6	4000	24000	2 oranssia, 2 vihreää, 2 sinistä
startinsolenoidi	2	3800	7600	punainen
peruutusvalo (ohjaus)	2	3800	7600	sininen
pakokaasuläppä	1	5000	5000	musta
maadoitus	1	3800	3800	musta
yht.	23			
<b>Oikeapuoleinen johtosarja taakse:</b>				
parkki oikeapuoli	1	5000	5000	oranssi
parkki vasenpuoli	1	5000	5000	sininen
Jarruvalo ja lisäjarruvalo	1	5000	5000	oranssi
takasumuvalo	1	5000	5000	sininen
peruutusvalo	1	5000	5000	sininen
viikku oikea	1	5000	5000	oranssi
viikku vasen	1	5000	5000	vihreä
maadoitus	2	5000	10000	musta
yht.	9			
<b>Oikeapuoleinen johtosarja eteen:</b>				
parkki oikeapuoli	1	2000	2000	oranssi
parkki vasenpuoli	1	2000	2000	sininen
ajovalot oikea	2	2000	4000	punainen
ajovalot vasen	2	2000	4000	punainen
kaukovoalo vasen	1	2000	2000	vihreä
kaukovoalo oikea	1	2000	2000	oranssi
viikku oikea	1	2000	2000	oranssi
viikku vasen	1	2000	2000	vihreä
äänimerkki	2	1800	3600	oranssi ja musta
fiekti pieni	2	1800	3600	punainen ja musta
fiekti iso	2	1800	3600	punainen ja musta
valonpesuri	1	2000	2000	oranssi
tuulilasipesuri	1	2000	2000	oranssi
tuulilasinpyyhkimoottori	4	2000	8000	2 oranssia, vihreä, sininen
maadoitus	3	2000	6000	musta
yht.	25			
Jarruvalokatkaisin	2	700	1400	vihreä ja sininen
<b>Viiksen ja merkkivalopaneelin johdotus:</b>				
viikut viiksi	5	900	4500	2 oranssia, 2 sinistä, vihreä
pesimet viikset	5	900	4500	3 oranssia, sininen, vihreä
valokatkaisin	5	900	4500	2 oranssia, sininen, vihreä, musta
tuulilasinlämmitys	2	800	1600	punainen
viikut merkkivalo	2	1000	2000	oranssi ja vihreä
kaukovoalo	1	1000	1000	oranssi
parkki-valot	1	1000	1000	sininen
takasumuvalo	1	1000	1000	oranssi
tuulilasinlämmitys	1	1000	1000	oranssi
maadoitus	1	1000	1000	musta
CAN haara ADL:lle	1	900	900	väytäkaapeli
CAN PDM30 / näppäinpaneeli	1	900	900	väytäkaapeli
virtalukko	3	650	1950	oranssi, sininen, vihreä
<b>Erikoisjohdotukset:</b>				
valokatkaisin	5	500	2500	2 oranssia, sininen, vihreä, musta
virtalukko	3	400	1200	oranssi, sininen, vihreä
<b>Yhteensä</b>			<b>213050</b>	

## RaceAboutin etukatteen MIL-liittimen kytkentä



	Katteelle		Autoon
A	Tyhjä		Tyhjä
B	Punainen	Lasinpesuri +	Oranssi
C	Musta	Parkki oikea +	Oranssi
D	Musta	Etu- ja sivuvilkku oikea -, pyyhinmoottori -, ajovalo Ballast oikea -, kaukovalo oikea -, etu- ja sivuvilkku vasen -, ajovalo Ballast vasen -, kaukovalo vasen -	Musta
E	Ruskea	Kaukovalo vasen +	Vihreä
F	Punainen	Pyyhinmoottori nopea	Oranssi
G	Vihreä	Pyyhinmoottori hidas	Oranssi
H	Sininen	Pyyhinmoottori parkki asennon 0 V	Sininen
J	Ruskea	Pyyhinmoottori parkki asento	Vihreä
K	Musta	Parkki oikea ja vasen -	Musta
L	Tyhjä		Tyhjä
M	Musta	Valo- ja tuulilasinpesuri -	Musta
N	Punainen	Valopesuri +	Oranssi
P	Musta	Ajovalo Ballast vasen +	Punainen
R	Sininen	Parkkivalo vasen +	Sininen
S	Sininen	Etu- ja sivuvilkku vasen +	Vihreä
T	Harmaa	Ajovalo Ballast oikea +	Punainen
U	Ruskea	Kaukovalo oikea +	Oranssi
V	Keltainen	Etu- ja sivuvilkku oikea +	Oranssi

**RaceAboutin takakatteen MIL-liittimen kytkentä**



	Katteelle		Autoon	
A	Tyhjä		Tyhjä	
B	Tyhjä		Tyhjä	
C	Keltainen	Parkki oikea + ja rekisterikilven valo +	Oranssi	
D	Ruskea	Parkki oikea -, jarruvalo oikea -, takasumuvalo -, vilkku oikea -	Musta	Yhdistyy K
E	Sininen	Jarruvalo oikea +	Oranssi	Yhdistyy F
F	Keltainen	Jarruvalo vasen + ja lisäjarruvalo +	Oranssi	Yhdistyy E
G	Vihreä	Takasumuvalo +	Sininen	
H	Tyhjä		Tyhjä	
J	Tyhjä		Tyhjä	
K	Musta	Parkki vasen -, jarruvalo vasen -, lisäjarruvalo -, peruutusvalo -, vilkku vasen -, rekisterikilven valo -	Musta	Yhdistyy D
L	Tyhjä		Tyhjä	
M	Tyhjä		Tyhjä	
N	Harmaa	Peruutusvalo +	Sininen	
P	Tyhjä		Tyhjä	
R	Ruskea	Parkki vasen +	Sininen	
S	Musta	Vilkku vasen +	Vihreä	
T	Tyhjä		Tyhjä	
U	Tyhjä		Tyhjä	
V	Musta	Vilkku oikea +	Oranssi	



**BUDJETTI**

		varattu 1000 €	käytetty		982,58 €
<b>OSTOTARVIKKEET</b>					
johdot					298,26
Liittimet	yleiselektronikka	MIL-liittimet	lasku	6.7.2016	121,21
		MIL-liittimet	lasku	25.7.2016	112,59
		pinnejä	lasku	29.7.2016	55,80
		Ilmakutiste	käteinen	1.8.2016	20,00
		Ilmakutiste	käteinen	30.8.2016	53,75
	Tampereensähköpalvelu	DTM liittimet	lasku	6.7.2016	90,89
	Finjektor	pinnejä	käteinen	5.7.2016	12,75
		Motec liittimet	käteinen	26.7.2016	22,94
		pinnejä	käteinen	2.8.2016	13,20
	Cias Ohison	Ilmat ja teipit	käteinen	17.8.2016	34,45
Motonet	virtakaapeli/liittimet	käteinen	23.8.2016	22,70	
Suomalainen kirjakauppa	tarvikkeita	käteinen	1.6.2016	23,15	
<b>yhteensä</b>					<b>864,80</b>
<b>LAINATARVIKKEET</b>					
<b>Hemesaar</b>					
DTM liittimet	DTM06-2S	DTM04-2P	2 kpl	0,854	1,71 TSP:n mukaan
		DTMH06-3S	2 kpl	1,8	3,60 TSP:n mukaan
		DTMH04-3P	1 kpl	2,373	2,37 TSP:n mukaan
		DT06-4S	1 kpl	3,39	3,39 TSP:n mukaan
		DT06-4S	1 kpl	4,18	4,18 TSP:n mukaan
		DT04-4P	1 kpl	5,965	5,97 TSP:n mukaan
	johdot	CAN kaapeli	5 m	2	10,00 arvio
		2,5 mm <sup>2</sup>	3 m	0,8	2,4 arvio
		1 mm <sup>2</sup>	10,1 m	0,6	6,06 arvio
	Spiraalisuoja	paksu	4 m		
ohutta		6 m			
Erinäinen määrä	DTM pinnejä	nippusiteitä	30 kpl	0,205	6,15 TSP:n mukaan
		Abiko liittimiä	20 kpl	0,12	5,46 Finjektorin mukaan
	kutistesukkapaloja				2,40 Bliteman mukaan
					2,99 Bliteman mukaan
<b>Formula Team</b>					
kutistesukka	4,8/2,4 mm	11,6 m	22,32/10m	20,71	Finjektorin mukaan
	1/4"	8,5 m	11,41/5m	15,52	Finjektorin mukaan
	9,5/4,8 mm	5,6 m	16,84/5m	15,09	Finjektorin mukaan
	12,7/6,4 mm	1,5 m	16,86/5m	4,05	Finjektorin mukaan
	kirkassukka	1,2 m	4,67/1,2m	3,74	Finjektorin mukaan
	HA67	0,1 m		2,00	Finjektorin mukaan
	<b>yhteensä</b>				