

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma

Tutkintotyö

Pasi Kuusisto

**SFR-PROJEKTI**

**Kate ja ohjaamo**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä  
Tampere 2007

Tekn. lis. Tauno Kulojärvi  
Team SFR ry

## TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikka

Kuusisto, Pasi

SFR-projekti, Kate ja ohjaamo

Tutkintotyö

55 sivua + 3 liitesivua

Työn ohjaaja

Tekn. lis. Tauno Kulojärvi

Huhtikuu 2007

Avainsanat

pedalbox, kate, lasikuitu, suunnittelu

### **TIIVISTELMÄ**

Tämä tutkintotyö on osa SFR-projektia (Small Fast Racer), jossa suunniteltiin ja valmistettiin formula tyyppinen rata-auto. Auto ei ole erikseen minkään kilpailuluokan sääntöjen mukaan valmistettu, sillä kustannukset olisivat kasvaneet silloin liian suuriksi. Projektin rahoitus koostui useiden eri yritysten ja Tampereen ammattikorkeakoulun avustamana.

Työ toteutettiin tuotekehitysprojektina, joka alkoi helmikuun alussa 2006 ja kesti kevääseen 2007. Osien ja materiaalien hankintaan tarvittavat varat saimme pääasiassa eri säätiöiden lahjoituksina. Team SFR ry perustettiin projektinhoidon ja varojen keruun helpottamiseksi

Projektissa oli mukana viisi Tampereen ammattikorkeakoulun auto- ja kuljetustekniikan opiskelijaa. Jokaiselle jaettiin omat vastualueet, joista he tekevät myös omat tutkintotyönsä.

Tämän työn osa-alueina olivat hallintalaitteiden, ohjaamon ja auton katteiden suunnittelu ja valmistus. Suunnittelu vaiheessa apuna käytettiin tietokoneavusteista suunnitteluohjelmaa CATIA:a. Auto valmistettiin pääosin Tampereen ammattikorkeakoulun autolaboratorion tiloissa.

TAMPERE POLYTECHNIC

Car and transportation technology

Kuusisto, Pasi SFR-project, Cover and cabin

Engineering Thesis 55 pages + 3 appendices

Thesis Supervisor Tech. lic. Tauno Kulojärvi

April 2007

Keywords: pedal box, cover, fibreglass, designing

## ***ABSTRACT***

This Engineering thesis is a part of SFR-project (Small Fast Racer), in which we have designed and built a formula type race car. The car has not been built to achieve any classifications of any known competition class. This because the costs would have grown too high. Several companies and Tampere Polytechnic has been supporting this project.

We carried this out as a research- and development project which started at the beginning of February and lasted until spring 2007. Funds for parts and materials were mainly donated by different foundations. Team SFR ry was found to ease to take care of the project and assemble the funds.

Five students studying car- and transportation technology at Tampere Polytechnic participated this project. Each one of us had our own area of responsibility from where we wrote our own reports.

Responsibility area of this report was to design and manufacture cars control devises, cabin and body. In design phase we used 3D-designing program CATIA. The car was mainly manufactured in Tampere Polytechnics car laboratory.

## **ALKUSANAT**

Päättötyön aihetta kaverin kanssa etsiessämme saimme ajatuksen suunnitella ja rakentaa mäkiauto, jolla osallistumme mäkiautokisoihin. Kerrottuamme ideasta luokallemme, huomasimme yllättäen, suunnittelevamme mäkiautoa, jossa oli moottoripyörän moottori. Lisäksi lopputyöprojektiin oli tullut lisää jäseniä. Tästä alkoi pitkä suunnittelu- ja valmistusprosessi.

Projektia tukemassa on ollut useita eri yhdistyksiä, Pirkanmaan yrityksiä sekä Tampereen ammattikorkeakoulu. Suuri kiitos kuuluu Honda Brandt Oy:lle moottorin lahjoittamisesta, pienempiä osia lahjoittivat Moto-Osat ja Tampereen Autovaraosa Oy.

Kiitän tutkintotyöni ohjaajaa tekn.lis. Tauno Kulojärveä työn valvomisesta sekä laboratorioinsinööri Jari Seppälää tilojen järjestämisestä käyttöömmme, auton rakentamista varten.

Tampereella 7.5.2007

Pasi Kuusisto  
Ritakatu 3 c 334  
33530 TAMPERE

## **SISÄLLYSLUETTELO**

<b>TIIVISTELMÄ</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>3</b>
<b>ALKUSANAT</b>	<b>4</b>
<b>SISÄLLYSLUETTELO</b>	<b>5</b>
<b>1. JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2. PROJEKTIN TOTEUTUS</b>	<b>8</b>
<b>3. HALLINTALAITTEET</b>	<b>12</b>
3.1 Pedal box	12
3.2 Poljinteline	14
3.3 Kytkinpoljin	17
3.4 Jarrupoljin	18
3.4.1 Jarruvoima	21
3.5 Kaasupoljin	25
<b>4. ISTUIN</b>	<b>27</b>
4.1 Istuin	27
4.2 Turvavyöt	31
4.2.1 Turvavöiden käyttöikä	35
<b>5. MITTARITAUHU</b>	<b>35</b>
5.1 Kierrosnopeusmittari	36
5.2 Jäähdytysnesteen lämpötilamittari	37
5.3 Nopeusmittari	38
5.4 Mittariston merkkivalot	39
<b>6. OHJAUSLAITTEET</b>	<b>41</b>
6.1 Ohjausakseli	41
6.2 Ohjauspyörän pikalukitus	42

Pasi Kuusisto

6.3 Ohjauspyörä 43

6.3.1 Pikavaihteet 45

**7. LASIKUITUKATE 46**

7.1 Suunnittelu 46

7.2 Valmistus 48

7.3 Kiinnitys 52

**8. YHTEENVETO 52**

LÄHDELUETTELO 54

LIITTEET 55

## **1. JOHDANTO**

Tämän projektin tavoitteena on suunnitella ja valmistaa ratakäyttöön tarkoitettu kilpa-auto. Projektin toteutuksen helpottamiseksi perustetaan Team SFR ry –niminen rekisteröity yhdistys. Nimi on lyhenne englannin kielen sanoista Small Fast Racer, eli vapaasti suomennettuna Pieni Nopea Kilpa-ajoneuvo.

Vastuualueenani tässä projektissa ovat autonlasikuitukate, ohjaamo ja hallintalaitteet. Kilpa-auton kuljettajina toimivat tämän projektin jäsenet. Helpoin tapa huomioida kokoero on suunnitella kaikki ryhmän suurimman jäsenen mittojen mukaan. Näin jokainen jäsen voi ajaa kilpa-autolla mahdollisimman optimaalisesta ajoasennosta. Hallintalaitteiden säädeltävyys aiheuttaa huomattavasti lisää haastetta niiden suunnitteluun ja valmistukseen.

Kilpa-autoa ei valmisteta minkään olemassa olevan kilpaluokan sääntöjen mukaan. Suurin huomio kiinnitetään valmistettävien komponenttien toimivuuteen ja turvallisuuteen.

## 2. PROJEKTIN TOTEUTUS

SFR-projekti on käytännössä ensimmäinen Tampereen ammattikorkeakoulun auto- ja kuljetustekniikan opiskelijoiden voimin toteutettava tämän tyyppinen ja näin laaja-alainen projekti. Tästä syystä oli alusta asti selvää, että jouduttaisiin tekemään paljon töitä pelkästään erilaisten projektin rahoitukseen ja yleiseen läpivientiin liittyvien asioiden kanssa. Projektia ovat olleet oppilaitoksen puolesta alusta asti tukemassa auto- ja kuljetustekniikan koulutuspäällikkö Tauno Kulojärvi, yliopettaja Erkki Nuutio sekä autolaboratorion laboratorioinsinööri Jari Seppälä. Tässä luvussa käsitellään projektin toteutusta yleisellä tasolla, ja tämä osio on kaikissa projektista valmistuneissa tutkintotöissä samanlainen.

Projekti aloitettiin aloituskokouksella helmikuussa 2006. Kokouksen päätarkoituksena oli jakaa projekti osa-alueisiin ja nimetä jokaiselle osa-alueelle vastuhenkilö. Päädyttiin seuraavanlaiseen tehtäväjakoon:

- |                                      |                     |
|--------------------------------------|---------------------|
| - Moottori ja voimansiirto:          | Joni Joenniemi      |
| - Runko:                             | Vesa-Matti Salminen |
| - Alusta ja ohjaus:                  | Jukka Kallio        |
| - Kate, ohjaamo ja hallintalaitteet: | Pasi Kuusisto       |

Projektin päätavoitteiksi asetettiin erityisen huomion kiinnittäminen turvallisuuteen, suorituskykyyn, sekä ulkonäköön. Myös luotettavaa toimintakykyä pidettiin tärkeänä. Nämä seikat pyrittiin pitämään mielessä koko projektin ajan. Moottorin todettiin olevan kriittisin komponentti projektin alkuun saattamisen kannalta ja sen hankkiminen päätettiin tehdä mahdollisimman nopeasti. Eri moottorivaihtoehtojen vertailemisen jälkeen päädyttiin käyttämään moottoripyörän moottoria.

Aloituskokouksessa pohdittiin myös projektin rahoituksen järjestämistä. Päätettiin laatia projektin esittelemisen sekä rahoituksen hakemisen helpottamiseksi projektikuvaus, jonka uusin versio on tämän raportin liitteenä (liite 1). Tämä



Pasi Kuusisto

kuvaus toimi myös eräänlaisena projektin mainoksena. Projektikuvauksen luomista ajatellen luonnosteltiin auton mahdollista ulkonäköä ja eri komponenttien sijaintia sekä käsin että tietokoneella. Tässä vaiheessa tehtiin myös ensimmäisiä karkeita 3D-malleja auton rakenteesta ja komponenttien sijoittelusta. Samalla haettiin myös mittasuhteita autolle.

Aloituskokouksessa laadittiin myös alustava, hyvin karkea aikataulu. Projekti jaettiin kolmeen vaiheeseen: rahoitus ja alkuselvitys, suunnittelu sekä rakentaminen. Päädyttiin sellaiseen aikatauluun, että rahoitus ja tarvittavat selvitykset projektin alkuun saattamiseksi suoritettaisiin mahdollisimman nopeasti, suunnitteluvaihe kestäisi toukokuun 2006 loppuun asti, minkä jälkeen alkaisi syyskuuhun 2006 asti kestävä rakennusvaihe. Koeajopäiväksi merkittiin tässä vaiheessa 1.9.2006. Myöhemmin kävi selväksi, että tämä laadittu aikataulu oli huomattavasti liian optimistinen.

Koettiin, että moottorin hankkiminen täysin omalla kustannuksella olisi ollut projektin budjetin kannalta äärimmäisen vaikeaa, joten päätettiin tiedustella moottoripyörien maahantuojilta, olisiko heillä halukkuutta yhteistyöhön. Otettaessa yhteyttä, usea maahantuoja ilmaisi kiinnostuksensa yhteistyötä kohtaan. Lopulta Oy Brandt Ab myöntyi lahjoittamaan käyttöömmme vuosimallin 2003 Honda-moottoripyörän moottorin. Moottorin iskutilavuus on  $954 \text{ cm}^3$ . Moottorilla oli ajettu alle viisituhatta kilometriä ja se oli käytännössä uuden veroinen, lukuun ottamatta sylinterilohkossa vesikanavan kyljessä ollutta pientä halkeamaa.

Loppupalvella 2006 projekti pääsi kunnolla vauhtiin ja huomattiin, että projektia hoitamaan tarvittiin jonkinlainen organisaatio. Tästä syystä perustettiin 13.2.2006 Team SFR ry -niminen rekisteröity yhdistys. Nimi on lyhenne englannin kielen sanoista Small Fast Racer, eli Pieni Nopea Kilpa-ajoneuvo. Yhdistyksen vastuuhenkilöt valittiin seuraavasti:

Pasi Kuusisto

- Puheenjohtaja: Vesa-Matti Salminen
- Varapuheenjohtaja: Jukka Kallio
- Sihteeri: Pasi Kuusisto
- Rahastonhoitaja: Joni Joenniemi

Käytännössä yhdistyksen perustamisen myötä projektin henkilöiden vastualueet tarkentuivat myös projektissa. Yhdistykselle päätettiin perustaa tili Tampereen Seudun Osuuspankkiin. Näin projektin varat olivat selkeästi erillään projektissa mukana olevien henkilöiden omista varoista.

Melko aikaisessa vaiheessa otettiin yhteyttä Helsingin ammattikorkeakoulun Formula Student -projektiryhmään. He kutsuivatkin meidät tutustumaan projektiinsa paikan päälle. He esittelivät avuliaasti projektia ja käynti koettiin erittäin hyödylliseksi monella tapaa. Vierailu auttoi mm. ymmärtämään huomattavasti paremmin, mitä tulisi ottaa huomioon ja miten projektissa kannattaisi edetä. Lisäksi saatiin hyvä lista mahdollisista jälleenmyyjistä sekä tietolähteistä, joita saatettaisiin tarvita.

Kevään aikana haettiin käyttöoikeudet Tieteen tietotekniikan keskuksen CSC (Computer Sciences Corporation) -ohjelmistopankkiin. Ohjelmistopankki on tarkoitettu lähinnä oppilaitoksille, erilaisten projektien läpiviennin helpottamiseksi. Tätä kautta olisi käyttömahdollisuus ollut useisiin ohjelmistoihin, joiden hyödyntäminen suunnittelutyössä olisi auttanut parempaan lopputulokseen. Ohjelmistopankissa on useita erilaisia ohjelmia lujuus- ja virtauslaskentaan sekä geometrian tutkimiseen tarkoitettuja ohjelmia. Käyttöoikeudet saatiin kuitenkin niin myöhäisessä vaiheessa suunnittelutyötä, ettei niitä pystytty hyödyntämään projektissa lainkaan ohjelmien käytön opetteluun kuluvan ajan ja resurssien puuttumisen vuoksi.

Koska moottorin vaatima työmäärä osoittautui arvioitua suuremmaksi, päätettiin ottaa projektiin mukaan viides henkilö, vastualueenaan voimansiirto. Janne Lipasti hyväksyttiin Team SFR ry:n jäseneksi ja samalla SFR-projektin jäseneksi

Pasi Kuusisto

11.4.2006. Loppukeväällä 2006 valittiin voimansiirtoratkaisuksi Stadian Formula Student -projektissa kehitetty, SSF-Pyörä Oy:n valmistama vetopyörästä. Kyseessä oli ylivoimaisesti paras vaihtoehto tämältyyppiseen ajoneuvoon, lähinnä pienen kokonsa ja keveytensä takia.

Komponenttien hankinta vei paljon aikaa. Huomattiin, että joidenkin komponenttien kohdalla saatavuus ei ollut toivotunlainen tai hinnat olivat yllättävän korkeita. Näin ei voitu aina hyödyntää ensimmäistä hyväksi koettua ratkaisua. Projektin kannalta parhaimmiksi komponenttien hankintapaikoiksi osoittautuivat Racer's Place ([www.racersplace.fi](http://www.racersplace.fi)), Autoracing ([www.autoracing.fi](http://www.autoracing.fi)) sekä pientarvikkeissa Ruuvilinja ([www.ruuvi.net](http://www.ruuvi.net)).

Auton rakentaminen saatiin käyntiin kesäkuussa. Rakennusvaihe eteni kohtuullisen vakaasti koko ajan vuodenvaihteeseen 2007 asti. Alkuvuoden 2007 aikana autoon rakennettiin lasikuituinen kate. Myös alustarakennetta vietiin eteenpäin useimpien projektin jäsenten toimesta ja keväällä auto saatiin ensimmäistä kertaa pyörilleen. Tämä koettiin erityisen motivoivana hetkenä projektissa, ja projektin valmistuminen tuntui varmemmalta.

Rahoitus koettiin alusta asti suureksi huolenaiheeksi, mutta lopulta se järjestyi yllättävänkin helposti. Rahoituksen hankkimista silmälläpitäen laadittiin projektille budjetti, jossa määriteltiin melko tarkasti, millaisia summia kuhunkin osaluueeseen ja tiettyihin komponentteihin pitäisi varata. Projektin alkuun saattamisessa oli huomattava apu, kun Tampereen ammattikorkeakoulun stipendirahasto myönsi hakemamme apurahat, yhteensä neljätuhatta euroa. Lisäksi haettiin 7950 euron apuraha Henry Fordin Säätiöltä. Hakemus hyväksyttiin täysimääräisenä, jolloin projektin rahoitus selvisi suurelta osin. Lisäksi sponsoriksi saatiin Tampereelta paikallinen moottoripyöräliike Moto-Osa, joka lahjoitti projektiin useita pienempiä osia. Saimme myös 250 € apurahan Tampereen Autotekniseltä Yhdistykseltä sekä 100 € apurahan Tampereen ammattikorkeakoulun opiskelija-yhdistykseltä. Lisäksi Tampereen Autovaraosa

Pasi Kuusisto

lahjoitti niveliä ohjausakseliin. Lisärahoituksena päätettiin hakea 20 000 € apurahaa Tekesin Masina-ohjelmasta. Apurahaa ei kuitenkaan saatu. Perusteena eväämiselle

oli, että vaikka projekti on erittäin mielenkiintoinen ja hyvä, sen tulokset ovat vaikeasti hyödynnettävissä yleisemmin. Vuoden 2006 joulukuussa projektin jäsenet saivat K.F. ja Maria Dunderbergin Testamenttisäätiöltä kahdentuhannen euron henkilökohtaiset stipendit.

Rahoituksen hankkimisen vaatima ajankäyttö ylitti odotukset. Paperitöiden vaatiessa huomattavan paljon aikaa koko projektiryhmältä huomattiin, että projektia vetämässä olisi pitänyt ehdottomasti olla erillinen projektipäällikkö, jolla ei olisi ollut muita vastuualueita. Projektiryhmän koko olisi myös saanut olla jonkin verran suurempi. Moni osa-alue jäi projektin aikana liian vähälle huomiolle, koska aikataulu ei sallinut käytettävissä olevien resurssien puitteissa jokaisen yksityiskohdan hiomista parhaaksi mahdolliseksi.

Kaiken kaikkiaan projekti koettiin erittäin mielenkiintoiseksi ja opettavaiseksi kokemukseksi. Auto tullaan rakentamaan valmiiksi kesän 2007 aikana, jonka jälkeen sillä osallistutaan erilaisiin autoharrastetapahtumiin ja autolla ajetaan radalla mahdollisuuksien mukaan.

### **3. HALLINTALAITTEET**

#### **3.1 Pedal box**

Pedal box-rakenne on hyvin yleisessä käytössä erityyppisissä kilpa-ajoneuvoissa. Sen etuja normaalin henkilöauton jarrujärjestelmään verrattuna ovat mm. pieni koko, helppo säädettävyys sekä kevyt rakenne. Pedal box (kuva 1.) on yhden tai useamman jarru- / kytkinsylinterin muodostama konstruktio. Polkimilta rakennetaan vivusto, jolla pedal boxin sylintereiden toimintaa ohjataan.

Pasi Kuusisto



Kuva 1. Pedal box

Poljinkonstruktion keskeisin osa on pedal box. Se koostuu 200x100x100 mm suorakaiteen muotoisesta alumiinikehikosta, jonka sivut ovat avonaiset. Kehikon etuosaan on kiinnitetty kaksi erillistä jarrusylinteriä, joiden kummankin päällä on erilliset jarrunestesäiliöt. Sylinterit ovat sisähalkaisijoiltaan erikokoiset. Halkaisijaltaan pienempi sylinteri, 17,7 mm, on tarkoitettu etujarruille ja halkaisijaltaan 19 mm takajarruille. Suurempihalkaisijainen tuottaa pienemmän paineen jarrupiiriin. Pienempi paine jarrupiirissä saa aikaan pienemmän jarruvoiman. Jarrutettaessa voimakkaasti takapyörät eivät saa mennä lukkoon, ettei menetetä ajoneuvon hallintaa. Jarrutuksessa auton perä kevenee jolloin takapyörät lukkiutuvat entistä helpommin. Siksi takajarrujen jarruvoima on oltava pienempi kuin etujarrujen. Pedal boxissa sylintereiden männänvarsia yhdistävällä balancebar-akselilla, säädetään etu- ja takajarrujen jarruvoimasuhdetta.

Pedal boxin osalta suunnitteluosuus jäi melko vähäiseksi. Se tilattiin valmiina, minkä jälkeen sitä hieman muokattiin. Sylinterit irrotettiin ja kehikko käännettiin ympäri. Näin kehikon yläosan keskellä ollut aukko saatiin alaspäin.

Pasi Kuusisto

Tämän jälkeen molempia sylintereitä siirrettiin vielä ulospäin, jotta niiden väliin mahtuisi halkaisijaltaan 40 mm runkoputki. Lisäksi alumiinikehikkoon porattiin muutamia kiinnitysruuvien reikiä, sekä jarruvalokatkaisimen reikä kehikon takaseinään.

### 3.2 Poljinteline

Poljinten etäisyysäädön helpottamiseksi oli kaikkien polkimien liikuttava samassa linjassa. Tämän vuoksi rakensimme kytkin- ja kaasupolkimille telineen. Polkimia yhdistää 25x25x4 mm teräsprofiili, jonka molempiin päihin hitsattiin halkaisijaltaan 12 mm tapit, joihin polkimet kiinnittyvät (kuva 2). Teräsprofiili yksin oli liian joustava, joten kiertojäykkyyden lisäämiseksi sitä vahvistettiin teräslatalla.



Kuva 2. Poljinteline

Kytkin- ja kaasupoljin toimivat vaijereiden välityksellä, joten vaijerien suojakuorien päille rakennettiin poljintelineeseen myös kiinnityspisteet. Nämä kiinnityspisteet sijaitsevat samassa linjassa poljinten sivuttaissuuntaan nähden,

Pasi Kuusisto

mutta 100 mm alempana pisteestä, johon vaijeri kiinnittyy polkimessa. Vaijerin suojakuoren kiinnityspisteeseen rakennettiin myös säätömekanismi, jotta kytkin ja kaasupolkimet saataisiin säädettyä toimimaan oikein. Sääto toteutettiin hitsaamalla mutteri kiinnittimeen, johon asennettiin ruuvi. Ruuvin läpi sorvattiin reikä vaijerin läpivientiä varten. Kierrettäessä ruuvia auki vaijeri kiristyy ja kierrettäessä ruuvia kiinni vaijeri löystyy. Ruuvi lukitaan paikoilleen toisella, irrallisella mutterilla, kiertäen tämä kiinni telineeseen hitsattuun mutteriin. Kummallekin puolelle, eli kytkimen- ja kaasupolkimen vaijerin kiinnityspisteeseen, porattiin pieni reikä. Tähän reikään kiinnitettiin vetojousen toinen pää ja toinen pää kiinnitettiin polkimeen erikseen hitsattuun kiinnikkeeseen. Jousi toimii kummassakin polkimessa palauttavana voimana.

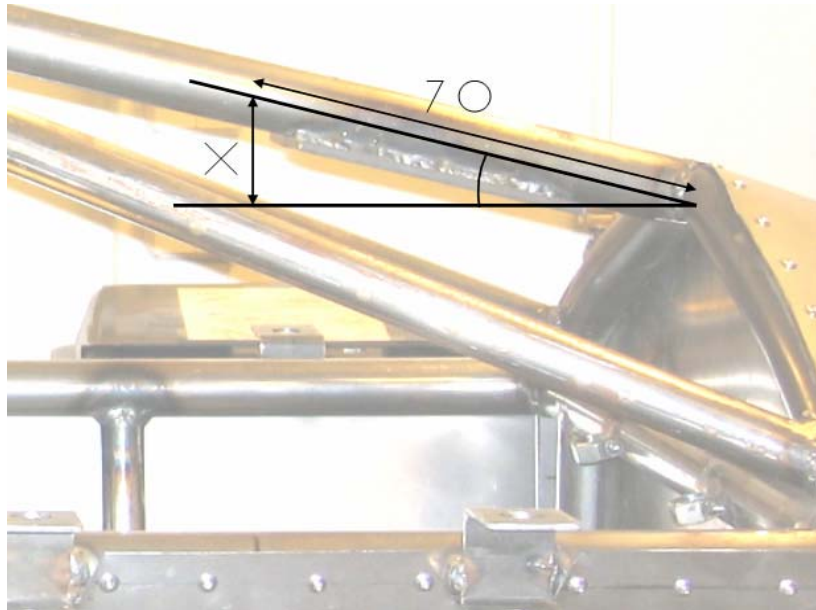
Poljinteline kiinnitettiin Pedal boxin alapinnan takaosaan. Tämä poljinkokonaisuus kiinnitettiin pedal boxin yläpinnasta runkoon erikseen hitsattuun säätökiinnittimeen. Tämä kiinnitin on 100x165x6 mm teräslatta, johon jysrittiin kaksi erillistä 70 mm pitkäisuraa sen molempiin reunoihin (kuva 3).



Kuva 3. Poljinkonstruktio ja säätökiinnitin

Pasi Kuusisto

Runkoputki, johon säätökiinnike hitsattiin, on  $15^\circ$  kulmassa vaakatasosta ja nousee kuljettajaa kohden. Tästä aiheutuu se, että siirrettäessä poljinkonstruktio taka-asennosta aivan eteen polkimet nousevat tällä matkalla noin 18 mm (kuva 4). Tämä ei tietenkään ollut toivottavaa, sillä juuri lyhyemmillä kuljettajilla olisi poljinten oltava lähempänä ja mielellään alempana.



Kuva 4. Polkimien korkeuden muutos, etäisyysäädön vaikutuksesta

$$\sin(15^\circ) = \frac{x}{70} \Rightarrow x = 18.1\text{mm}$$

Kaava 1

Säätökiinnikettä ei myöskään voitu kiinnittää vaakatasoon, sillä suurimman projektijäsenemme jalkaterä ei olisi tällöin mahtunut kunnolla pedal boxin alle. Tämän vuoksi rakensimme lyhyemmille kuljettajille kantapäiden alle korokepalan, joka voidaan tarvittaessa irrottaa.



### 3.3 Kytkinpoljin

Kytkimen tehtävä voimansiirtolaitteistossa on katkaista yhteys moottorilta vaihteistoon. Tällöin moottorin ja vaihdelaatikon pyörivät osat eivät ole riippuvaisia toistensa liikkeestä. Yleisin kytkimissä käytetty tekniikka on toteutettu kitkalevyjen avulla.

Kytkinpolkimen käyttöaste normaaliin ajoneuvoon verrattuna on pienempi, koska sitä käytetään vain vaihteita alaspäin vaihdettaessa. Tämä johtuu siitä, että moottoripyörän moottorilla ja vaihdelaatikolla voidaan vaihtaa vaihdetta isommalle ilman, että irrotetaan vaihdon aikana kytkintä.

Kytkinpoljin suunniteltiin ja valmistettiin itse (kuva 5). Polkimen vipu valmistettiin 20x4 mm teräslatasta ja siihen tehtiin pieni taite eteenpäin. Poljinpinta muotoiltiin 2 mm teräslevystä, takomalla sitä hieman kaarevaksi, jotta se mukailisi ajokengän pohjaa poljinta painettaessa. Liukuesteeksi poljinpintaan liimattiin kaksikomponenttiliimalla 2 mm vahvaa kumimattoa, jossa on poikittainen uritus. Polkimen yläpäähän tehtiin paikka kytkinvaijerin päähän kiinnitettävälle nipalle, joka pitää vaijerin oikealla paikalla.

Pasi Kuusisto



Kuva 5. Kytkinpoljin

Vaijerin kiinnityskohdasta 40 mm alaspäin hitsattiin poikittain 30 mm pitkä ja sisähalkaisijaltaan 12 mm oleva putki, joka toimii kiinnityspisteinä. Tämä putki ja pedal boxissa kiinni oleva poljintelineeseen hitsattu tappi muodostavat liukulaakeroinnin. Tapin päässä on reikä neulasokalle, joka pitää polkimen sivuttaissuunnassa paikallaan.

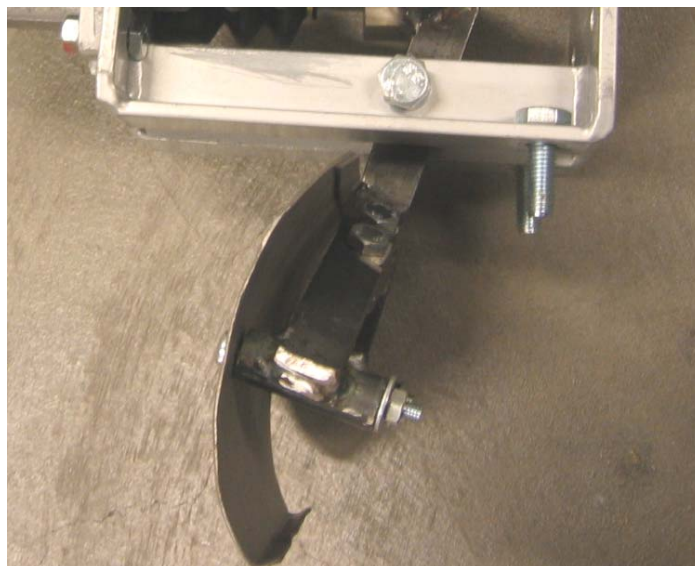
### 3.4 Jarrupoljin

Jarrujen tehtävä ajoneuvoissa on hidastaa vauhtia. Nestejarruissa mekaanisesta voimasta tuotetaan hydrostaattista painetta. Paine johdetaan jarrunesteen välityksellä jarruletkua /-putkea pitkin jarruissa sijaitseville männille. Männät puristavat jarrupaloja ja palat edelleen pyörän mukana pyörivää jarrulevyä. Jarrulevyn ja palojen välinen kitka aiheuttaa pyörimisen hidastuvuuden eli jarrutuksen.

Pasi Kuusisto

Autokoulussa opetetaan polkimia käyttämään seuraavasti. Vasemmalla jalalla käytetään ainoastaan kytkintä ja oikealla jalalla vuoroin kaasua ja jarrua. Kilpa-autoissa poljinten käyttö on hieman erilaista. Riippuen käytettävästä vaihteistosta kytkintä käytetään melko vähän. Jarru- ja kaasupoljinten käyttö eroaa normaalista siten, että niitä käytetään osittain yhtä aikaa. Oikealla jalalla käytetään kaasupoljinta ja vasemmalla jalalla painetaan jarrupoljinta. Tämän vuoksi jarrupolkimeen tehtiin leveä poljinpinta. Tällöin jalat ovat paremmassa asennossa, eikä niiden molempien tarvitse olla aivan oikeassa reunassa jalkatilaa.

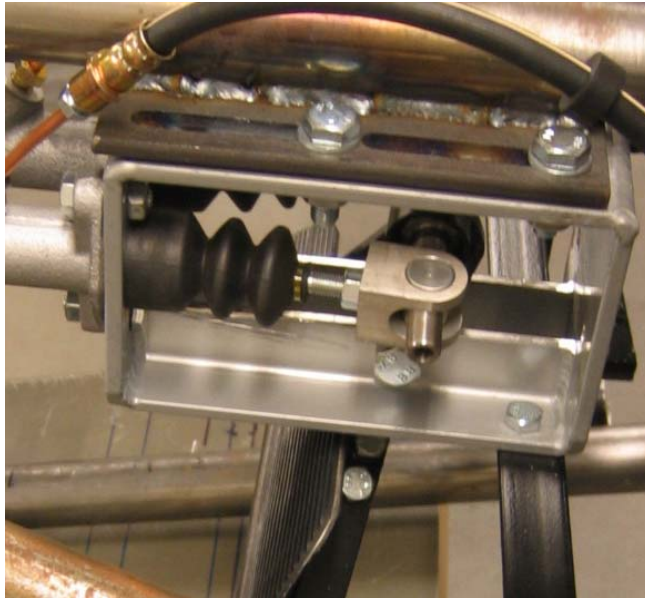
Jarrupoljin valmistettiin myös itse. Polkimen poljinpinta rakennettiin halkaisijaltaan 100 mm olevasta putkesta, jonka seinämäpaksuus on 1,5 mm. Putki sahattiin ensin 210 mm mittaiseksi, jonka jälkeen siitä sahattiin pituussuunnassa noin 1/3 ympyrän kehästä oleva palanen. Tästä palasesta muotoiltiin takomalla hieman suurempi, jonka jälkeen sen pidemmät reunat taivutettiin 5 mm verran. Taivutuksen tarkoitus on jäykistää normaalia huomattavasti suurempaa poljinpintaa sekä pyöristää terävät reunat (kuva 6). Poljinpinnan pinnoitukseen käytettiin samaa, poikittain uritettua kumimattoa kuin kytkimen poljinpinnassakin.



Kuva 6. Jarrupolkimen poljinpinta

Pasi Kuusisto

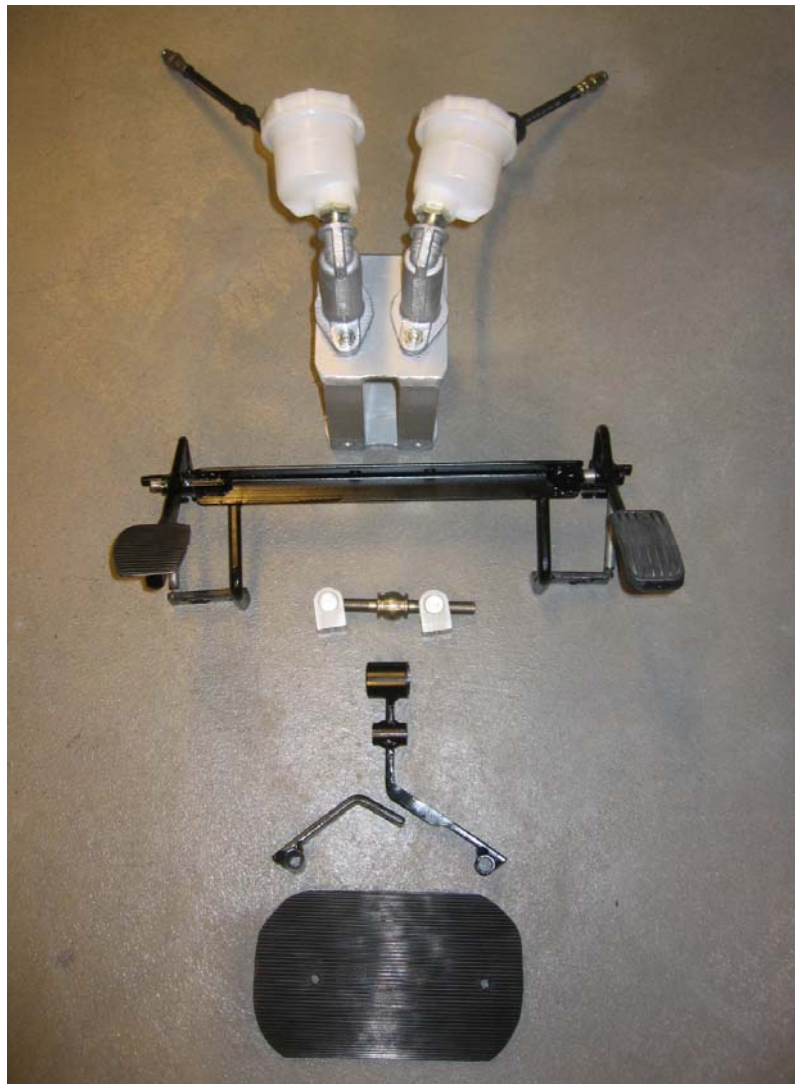
Pääsylinterien männänvarsia yhdistää balancebar-akseli, jolla säädetään jarrujen jarruvoimasuhdetta. Akselin keskellä on kiinteä kuula, jota liikutettiin kolmion muotoisella alumiinipalalla. Korvasimme tämän palan rakentamalla tästä kuulasta alkaen jarrupolkimen vivuston (kuva 7).



Kuva 7. Jarrupolkimen vivuston kiinnitys balancebar-akseliin

Polkimen vipuosa rakennettiin 20x4 mm teräslatasta. Polkimen yläpään, hieman vivun etureunaan, hitsattiin halkaisijaltaan balancebarin akseliin sopiva putki poikittain. Tästä 30 mm alaspäin, myös vivun etureunaan, hitsattiin ulkohalkaisijaltaan 18 mm ja sisähalkaisijaksi 10 mm sorvattu putki. Tämä toimii jarrupolkimen vipupisteenä sekä kiinnityspisteenä pedal boxiin. Polkimen varren yläpäästä 100 mm alaspäin, vartta taivutettiin eteenpäin, jotta polkimen liikerata saataisiin jalalle paremmin sopivaksi. Taipeen jälkeen vipu haaroitettiin kahteen erilliseen haaraan. Näiden haarojen päihin rakennettiin kiinnitys poljinpinnalle (kuva 8).

Pasi Kuusisto

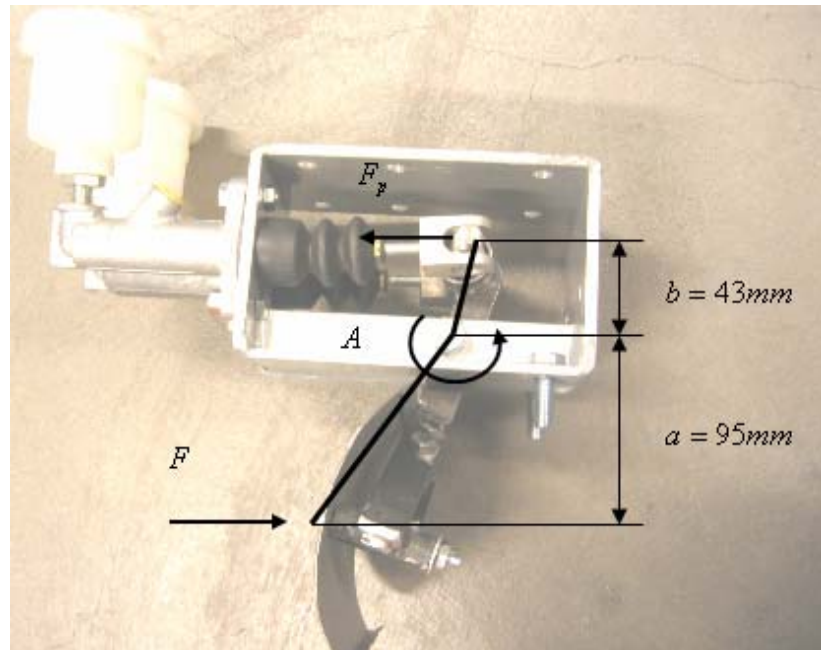


Kuva 8. Poljinkonstruktio

### 3.4.1 Jarruvoima

Seuraavissa laskelmissa on laskettu jarruvoima, jolla jarrusatulan sylinteri, painaa jarrupaloja levyjä vasten. Ensimmäiseksi arvioitiin millaisella voimalla poljinta voidaan jalalla painaa. Apuna arvioinnissa käytettiin vaakaa. Laskelmissa käytettiin poljinvoimana  $F = 981N$  [1]. Kuvasta 9 käy ilmi jarrupolkimen vipuvaikutus, momenttipisteen  $M_A$  ympäri.

Pasi Kuusisto



Kuva 9. Jarrupolkimen vipusuhde

$$M_A = F \cdot a$$

Kaava 2

$$M_A = 93.2\text{Nm}$$

$$F_p = \frac{M_A}{b}$$

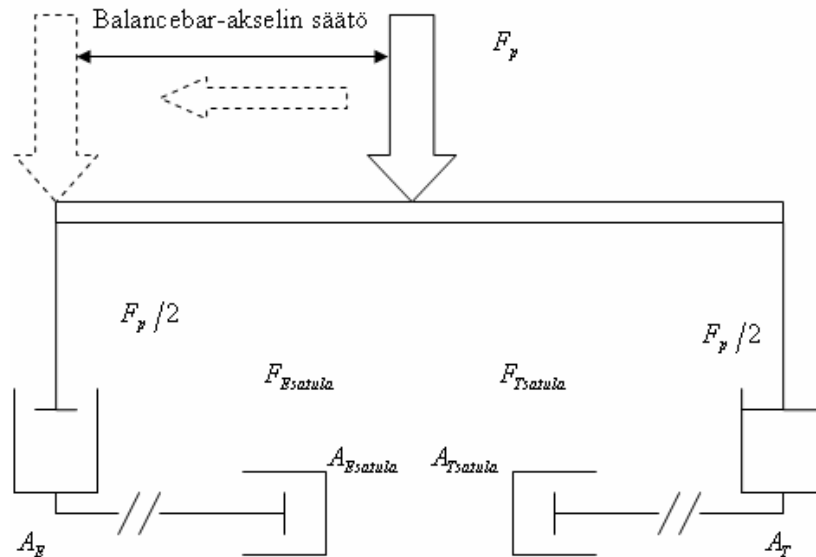
Kaava 3

$$F_p = 2071\text{N}$$

Jarrupolkimen vipu yli kaksinkertaistaa jalalla painamalla aikaan saadun voiman. Jarrujen tasapainoa lähdettiin säätämään kuvan 10 mukaisesta tilanteesta. Siinä poljinvoima vaikuttaa keskelle balancebar-akselia, joten voima jakautuu puoliksi molemmille sylintereille. Kumpaankin sylinterin mäntään vaikuttaa 1035.5 N voima. Tässä tilanteessa sylintereiden halkaisijoiden kokoero aiheuttaa jarrusatuloiden mäntien puristusvoiman eron. Säätämällä balancebar-akselia, poljinvoiman vaikutuspistettä

Pasi Kuusisto

akselilla voidaan muuttaa. Näin poljinvoiman vaikutuspiste, suhteessa etu- ja takajarrusylintereiden männänvarsiin muuttuu.

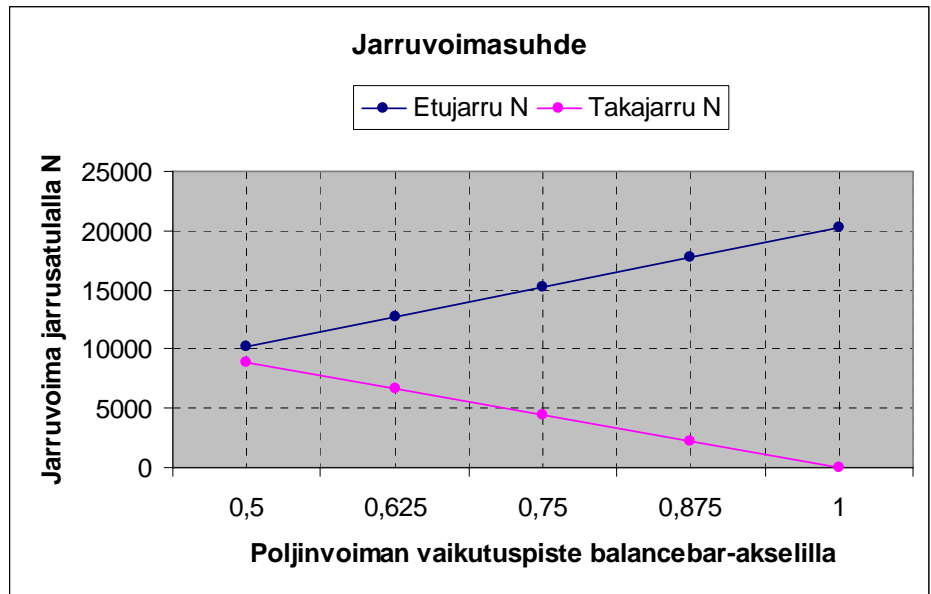


Kuva 10. Poljinvoiman jakautuminen balancebar-akselilla

Jarrupalaa puristavan jarrusatulan männän voima lasketaan /1/ kaavalla 4. Balancebar akselia säätämällä saadaan jarrusuhdetta muutettua. Akselia säädettäessä poljinvoiman vaikutuspiste suhteessa jarrusylintereiden männänvarsiin muuttuu. Poljinvoiman vaikutuspisteen muuttuessa, muuttuu myös jarrusylintereihin vaikuttava voima. Mitä lähempänä sylinterin männänvartta poljinvoima vaikuttaa, sitä suurempi poljinvoima sylinteriin kohdistuu.

$$F_{Esatula} = \frac{F_p}{2} \cdot \frac{A_{Esatula}}{A_E} \quad \text{Kaava 4}$$

Kuvaajasta 1 nähdään etu- ja takajarrujen jarruvoimat. Kuvaaja alkaa tilanteesta, jossa poljinvoiman vaikutuspiste on yhtä etäällä kummastakin jarrusylinteristä, kerroin  $0,5 = \frac{F_p}{2}$ .



Kuvaaja 1. Etu- ja takajarrujen jarruvoimasuhde

Poljinkonstruktion säädettävyyden vuoksi ei jarrupiirissä voitu käyttää pelkästään jarruputkea. Sylintereiltä jarrupiiri alkaa jarruletkuna ja jatkuu runkoputkeen hitsattuihin kiinnitysmuttereihin saakka. Muttereiden sisäpinta on muokattu jarruletkun päälle sopiviksi (kuva 11). Näiltä kiinnityspisteiltä eteenpäin jarrupiiri jatkuu jarruputkena. Putki vaihtuu jälleen jarruletkuksi ennen jarrusatuloita, pyörän joustoliikkeen vuoksi.





Kuva 11. Jarruletkujen kiinnitysmutterit

Jarruvalonkytkin on tyyppiä N/C (normally closed), eli kun katkaisin on painettu pohjaan, se ei johda sähköä, jolloin jarruvalo ei pala. Painettaessa jarrupoljinta kytkin vapautuu ja kytkeytyy sytyttäen jarruvalon. Alkuperäisenä ajatuksena oli toteuttaa jarruvalokytkin induktiivisella lähestymisanturilla. Tässä olisi saattanut kuitenkin tulla ongelmia hystereesin vuoksi valon eriaikaisen syttymis- sekä sammumiskohdan takia. Lisäksi tällaiset anturit ovat vielä melko kalliita verrattuna tavallisesti käytettyyn, mekaanisesti toimivaan kytkimeen, joten tätä vaihtoehtoa ei lähdetty kehittämään tämän enempää.

### 3.5 Kaasupoljin

Nykypäivän autoissa käytetään elektronista kaasupoljinta. Polkimeen on integroitu potentiometri, joka muuntaa sähköisen signaalin moottorinohjausyksikölle. Moottorinohjausyksikkö prosessoi signaalin ja ohjaa sen eteenpäin kaasuläppämoottorille. Tällaisessa järjestelmässä ei aiheudu

Pasi Kuusisto

juurikaan vastusta polkimelle. Kuitenkin, koska kuljettajana toimii ihminen, on polkimeen tarkoituksellisesti lisätty polkimenliikettä vastustavaa voimaa. Näin polkimesta saadaan ihmisen aisteille paremmin sopiva, eli painettaessa poljinta siinä on niin sanotusti tuntoa. Polkimen pieni liikkeenvastus kertoo kuljettajalle suurin piirtein, missä asennossa kaasupoljin kulloinkin on. /2 s. 541/.

Kaasupoljin rakennettiin Saab 96-mallin polkimesta (kuva 12). Se on rakenteeltaan hyvin kevyt, ja siinä oli poljinpinta valmiina.



Kuva 12. Kaasupoljin

Poljin ei joudu käytössä erityisen suuriin rasituksiin, koska sen tehtävä on vain jousikuormitteisten kaasuläppien aukaisu vaijerin välityksellä. Ainoat muutokset, joita polkimeen tehtiin, olivat kiinnityspisteen laakerointi putken ja palautinjousen kiinnitystelineen hitsaus sekä vaijerin kiinnityspisteen rakentaminen.

## **4. ISTUIN**

### **4.1 Istuin**

Ajettaessa kilpa-autolla kaarteessa suurella nopeudella, kohdistuu kuljettajaan melko suuriakin sivuttain vaikuttavia voimia. Näiden voimien vaikutuksesta kuljettaja painautuu istuimellaan kaarteeseen ulkokehää kohti. Jotta saataisiin estettyä kuljettajan liikkuminen istuimessa ja sen seurauksena turvallisempi auton hallinta, käytetään kilpa-autoissa niin kutsuttuja ”kuppi-istuimia”. Tällä tarkoitetaan sitä, että kuljettaja istuu penkissä melko syvällä. Kuppi-istuimissa on myös sivuttaisliikettä estävää muotoilua istuin- ja selkänöjäsien sivuilla.

Istuimia on saatavilla hyvä valikoima, ja edullisimmat hinnat alkavat muutamasta kymmenestä eurosta. Kalleimmissa versioissa istuin muotoillaan auton kuljettajan mittojen mukaan. Kuljettajan istuma-asennosta otetaan valos, jonka mukaan penkki rakennetaan. Projektissamme tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista, koska auton kuljettajina toimivat niin erikokoiset ihmiset. Olisi tullut aivan liian kalliiksi hankkia jokaiselle omien mittojen mukaan valmistettu istuin. Päädyimme melko yleismalliseen muoviseen istuimeen kuva 13. Istuin oli tarkoitettu ensisijaisesti käytettäväksi off road-tyyppisissä autoissa, mutta sopi kuitenkin meidän tarkoitukseemme niin fyysisiltä ominaisuuksiltaan kuin hinnaltaankin. Muovinen istuin on kevyt, mutta silti riittävän tukeva.

Pasi Kuusisto



Kuva 13. Kuppi-istuin

Istuinpintana muovi on melko liukas, joten liukuesteenä ja pehmusteena käytimme vaahtomuovista muotoiltuja palasia. Päätimme pitää palaset irrallisina, koska suurimmalle kuljettajalle istuin olisi käynyt liian ahtaaksi näiden pehmusteiden kanssa.

Istuimen kiinnitys runkoon toteutettiin hitsaamalla pituussuunnassa kaksi 40x8x405 mm teräslattaa runkoputkien väliin (kuva 14).

Pasi Kuusisto

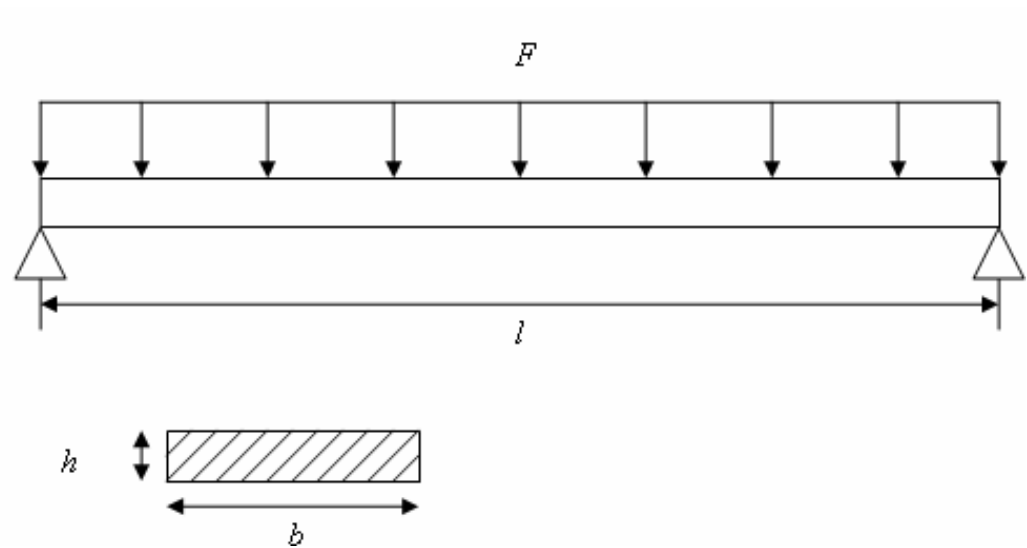


Kuva 14. Istuimen kiinnityslatat

Kumpaankin kiinnityslattaan porattiin kolme kiinnitysreikää istuimessa olevien kiinnitysreikien jaolla.

Painavin kuljettaja on projektipäällikkömme, joten kiinnityslatat oli mitoitettava hänen painonsa mukaan. Käytimme mitoituksessa kuljettajan ja istuimen arvioitua yhteispainoa 150 kg. Laskimme ainoastaan toisen puolen kiinnitysrangan jännityksen tasaisella kuormituksella 75 kg (kuva 15). Laskimme ensin teräslattaan vaikuttavan maksimi taivutusmomentin  $M_{\max}$ . Taulukosta katsoimme käyttämämme teräslatan taivutusvastuksen  $W_{1/2}$ . Momentin ja taivutusvastuksen avulla laskimme jännityksen  $\sigma$ , josta saimme laskettua varmuuskertoimen  $n$ .

Pasi Kuusisto



Kuva 15. Istuimen toisen puolen kiinnityslatan kuormituksen periaatekuva ja teräslatan poikkileikkaus

$$M_{\max} = \frac{Fl}{8}$$

Kaava 5

$$M_{\max} = 37247,3 \text{ Nmm}$$

$$W = \frac{bh^2}{6}$$

Kaava 6

$$W = 426,7 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W}$$

Kaava 7

$$\sigma = 87,28 \text{ N/mm}^2$$

$$n = \frac{R_e}{\sigma}$$

Kaava 8

Pasi Kuusisto

$$n = \frac{355 \text{ N/mm}^2}{87.3 \text{ N/mm}^2}$$

$$n = 4$$

Varmuuskertoimeksi saatiin 4, joka on kilpa-autolle melko suuri, koska tavoite on valmistaa mahdollisimman kevyitä osia. Mitoituksessa ei kuitenkaan huomioitu radan epätasaisuuksista johtuvia iskuja, joten kerroin on tämä huomioon ottaen oikeaa luokkaa.

## 4.2 Turvavyöt

Turvallisuus on etenkin kilpa-autoissa nykyaikana huippuluokkaa. Eri kilpaluokissa on hyvin tiukat turvallisuusmääräykset, jotka jokaisen auton tulee täyttää kilpailua edeltävässä katsastuksessa päästäkseen osallistumaan kilpailuun. Lähes kaikki turvallisuuteen liittyvät määräykset pyrkivät parantamaan kuljettajan itsensä sekä mahdollisen kartanlukijan turvallisuutta. Tässä keskitymme ainoastaan yhteen turvallisuustekijään eli turvavöihin.

Turvavyön tehtävä on pitää ihminen kolaritilanteessa mahdollisimman hyvin paikallaan istuinta vasten. Tämä ehkäisee kehon osumista törmäyksen voimasta, lähellä kuljettajaa oleviin kohteisiin, esimerkiksi ohjauspyörään. Henkilöautoissa yleistynyt turvavyömalli on niin kutsuttu automaattinen rullavyö 3-pistekiinnityksellä. Ajoneuvon saavuttaessa tietyn hidastuvuuden, pikalukitusmekanismi lukitsee vyörullan liikkeen, estäen vyön ulostulon rullasta eli vyön löystymisen /3, s.803/.

Kilpa-autoissa on käytössä hieman erityyppinen turvavyöratkaisu. Vaihtoehtoina on 3-, 4-, 5- tai 6-pisteturvavyöt. 3-pistevyöt kiinnitetään lannevyöllä, sekä haaroitettulla olkavyöllä kolmesta pisteestä runkoon. 4-pistevyö on muuten



Pasi Kuusisto

vastaava kuin 3-pistevyö, mutta olkavyöt kiinnitetään kummatkin omiin pisteisiinsä. 6-pistevyöt (kuva 16) kiinnitetään kahdella olkavyöllä, lannevyöllä sekä kahdella haaravyöllä, jotka nimensä mukaisesti vedetään jalkojen välistä kiinni runkoon.



Kuva 16. TSR 6-pisteturvavyöt

Kuvasta 17. käyvät ilmi 6-pistevyön sallitut kulmat kiinnityspisteiden suhteen. Riippuen käytettävästä vyömallista sen jokainen vyö säädetään erikseen oikeaan pituuteen. Vyöt lukitaan pikalukkoon, jonka jälkeen ne kiristetään, kun kuljettaja

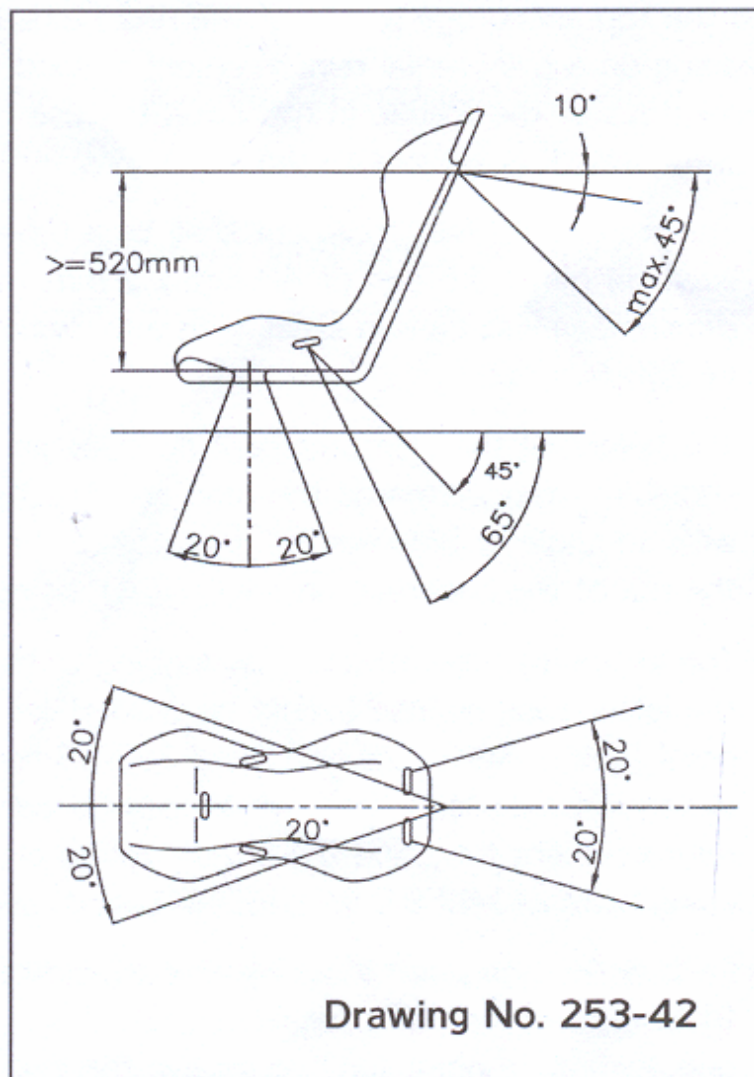


Pasi Kuusisto

istuu paikallaan. Yleensä joku teamin toinen jäsen suorittaa kiristyksen, koska vyöt vedetään todella kireälle. Jokainen vyö on kiinni auton runkoon kiinnitetyllä

silmukkapultilla. Vöiden toinen pää on kiinni samassa pisteessä eli pilot-lukossa. Tämä pikalukituspiste asettuu, vyöhihnojen ollessa oikein säädetty, normaalin vyönsoljen kohdalle. Käännettäessä pilot-lukon keskellä olevasta rullasta myötäpäivään se vapauttaa kaikki vyöt samaan aikaan, ja kuljettaja pääsee tarvittaessa nopeasti poistumaan esimerkiksi palavasta autosta.

### FIA Drawings relating to the installation of harnesses.



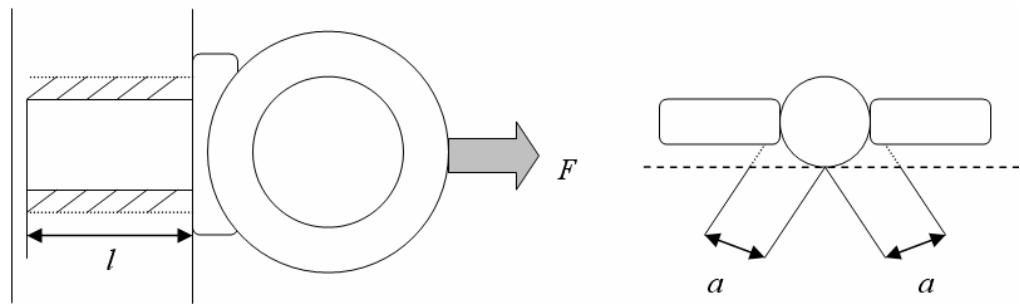
Kuva 17. 6-pisteturvavyön sallitut kiinnityskulmat /5/

Pasi Kuusisto

Valitsimme projektiimme TSR Magnum-merkkiset 6-pisteturvavyöt. Olkavyöt ovat 3” leveät ja lantiovyöt 2”; haaravyöt, joihin pikalukko kiinnittyy, ovat 1” levyiset (kuva 16). Kyseiset turvavyöt eivät olleet halvimmat mahdolliset, mutta pitää harkita tarkkaan, missä kohtaa on järkevää säästää.

Halusimme varmistaa kuljettajan turvallisuuden ja istuimessa paikallaan pysymisen, koska kyseessä on itse rakennettu ajoneuvo ja tällöin on aina varauduttava siihen, että mitä vain voi tapahtua. Laskennallisen nopeuden noustessa yli 200 km/h ei turvallisuuslaitteista kannata tinkiä.

Turvavöiden käyttö- ja asennusohjeiden [5] mukaan jokaisen turvavyön kiinnityspisteen on kestävä 1600 kg ( $F = 15696$  N) vetoa. Kaikki kuusi silmukkaruuvia on hitsattu runkoon hyvin identtisesti, joten laskimme vain yhden kiinnityspisteen (kuva 18.) rasituksen. Hitsin a-mitta on 5 mm ja pituus ruuvin molemmilla puolilla 20 mm. Suurin sallittu leikkausjännitys käyttämällämme rakenneteräksellä oli  $\tau_{\max} = 120 \frac{N}{mm^2}$  [7].



Kuva 18. Silmukkaruuvien kiinnitys runkoon

$$\tau = \frac{F}{2la}$$

Kaava 9

$$\tau = 78.5 \frac{N}{mm^2}$$

Hitsin leikkausjännitys jää alle sallitun  $78.5 \frac{N}{mm^2} \leq 120 \frac{N}{mm^2}$ .

#### **4.2.1 Turvavöiden käyttöikä**

Turvavöiden kilpailukäytöstä on tiukat määräykset AKK:n (Autourheilun Kansainvälinen Keskusliitto) ja FIA:n (the Fédération Internationale de l'Automobile) säännöissä. AKK on Suomen autourheilun kattojärjestö, joka kuuluu kansainväliseen autourheilujärjestöön FIA:an.

AKK:n säännöissä turvavöiden käytöstä sanotaan: ”Turvavyö tulee kiinnittää valmistajan tarkoittamalla tavalla. Turvavyöt tulee vaihtaa vakavan onnettomuuden jälkeen tai, jos ne ovat kuluneet tai auringonvalo on haurastanut vyöt. Vyöt on vaihdettava myös, jos metalliosat tai lukitusosat ovat taipuneet, syöpyneet tai ruostuneet.” Tähän on tullut kansallinen lisäys: ”6-pisteen turvavöiden käyttö on pakollista. Jos võissä on määritelty viimeinen käyttöpäivä (valid), ei sitä voi ylittää edes kansallisesti.” /8/. Turvavöiden viimeinen käyttöpäivä, FIA:n hyväksymissä võissä, on kiinnitettynä võihin kangaslapulla. Liitteessä 2 hyväksyntä /9/ on suomennettu.

### **5. MITTARITAUULU**

Merkkivalot ja mittarit kertovat kuljettajalle, missä tilassa moottori kyseisellä hetkellä on. Nämä tavallaan ohjaavat kuljettajaa toimimaan; hän tekee päätöksen, miten reagoi saatuaan jonkin näistä signaaleista.

Mittaripaneeli pyrittiin rakentamaan mahdollisimman matalaksi, jotta näkyvyys eteenpäin säilyisi kohtuullisena (kuva 19). Mittarit sijoitettiin aivan runkoputken yläpintaan ja varsinainen mittaripaneeli rakennettiin niiden ympärille 2 mm teräslevystä. Paneeliin porattiin reiät kolmelle mittarille sekä neljälle merkkivalolle ja kiinnitettiin hitsaamalla runkoon.

Pasi Kuusisto



Kuva 19. Mittaritaulu

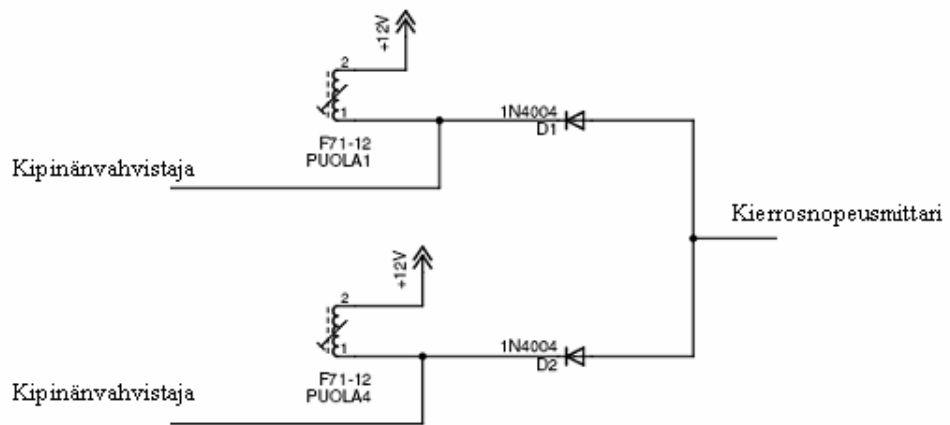
## 5.1 Kierrosnopeusmittari

Kierrosnopeusmittari antaa kuljettajalle tiedon siitä, millä kierrosnopeudella moottori käy. Joutokäynti on pienin käyntinopeus, jolla moottori pysyy käynnissä. Henkilöauton normaali joutokäyntikierrosnopeus on noin 800 kierrosta minuutissa. Moottoripyörän normaali joutokäyntikierrosnopeus on hieman korkeampi, eli noin 1100 kierrosta minuutissa. Kierrosnopeusmittarin antamaa tietoa voidaan käyttää hyväksi ajon aikana. Edellyttäen, että tiedetään moottorin suurin kehittämä vääntömomentti- sekä suurin tehoalue, voidaan esimerkiksi ylämäkeä ajettaessa pyrkiä pitämään kierrosnopeus suurimman vääntömomenttialueen kohdalla.

Aluksi kierrosnopeusmittari näytti käyntinopeuden kaksin kertaisena. Kävi ilmi, että mittari olikin tarkoitettu kaksisylinterisille moottoripyörän moottoreille. Aikataulun sekä jo valmiin mittaripaneelin vuoksi ei enää ryhdytty hankkimaan uutta mittaria.

Pasi Kuusisto

Kierrosnopeusmittari saatiin näyttämään oikeaa käyntinopeutta ottamalla signaali suoraan molemmilta kipinän vahvistimilta. Kummankin kipinänvahvistimen jälkeen liitimme johtoihin nopeat diodit. Nämä johdot liitettiin kierrosnopeusmittarin signaalijohtoon (kuva 20).



Kuva 20. Kierrosnopeusmittarin diodien sijoitus johdotuksessa

## 5.2 Jäähdytysnesteen lämpötilamittari

Moottoripyörissä käytetään kahdentyyppisiä moottorin jäähdytysjärjestelmiä. Ilmajäähdytteisessä moottorissa jäähdytys tapahtuu ajoviiman avulla. Ilmajäähdytteistä järjestelmää käytetään yleensä katteettomissa moottoripyörissä (nakupyörissä), joissa ei ole katteita suojaamassa ajoviimalta. Näin ajoviima pääsee suoraan vaikuttamaan sylintereiden ulkopinnoille, jotka ovat usein rivoitettu lämmön poistumispinta-alan suurentamiseksi.

Toinen, nykyään yleisempi jäähdytysjärjestelmä, on nestejäähdytys. Tässä järjestelmässä sylinterilohkoon on valuvaiheessa tehty jäähdytyskanavisto. Palotapahtumasta syntynyt lämpö siirtyy moottorilohkon välityksellä sitä ympäröivään jäähdytysnesteeseen. Lämpö kulkeutuu nesteen mukana jäähdyttimelle, joka on sijoitettu ajoviimasta syntyvän patopaineen

Pasi Kuusisto

vaikutusalueelle. Jäähtynyt vesi kulkeutuu vesipumpulle, joka kierrättää vettä edelleen sylinterilohkojen vesikanaviin.

Kilpurissamme käytetty Hondan moottori on nestejäähdytteinen. Nestejäähdytteisessä järjestelmässä voidaan jäähdytysnesteen lämpöä seurata jäähdytysnesteen lämpötilamittarilla. Kesällä ajettaessa normaali jäähdytysnesteen lämpötila on noin 80 °C. Jäähdytysnesteen lämpötilamittarista nähdään melko pian, jos jäähdytysjärjestelmään tulee jokin vika. Tällöin jäähdytysnesteen lämpötila nousee jopa yli 100 °C:een, ja moottorin pikainen pysäyttäminen on suositeltavaa, jotta välttyttäisiin mahdollisesti suuriltakin moottorin vaurioilta.

### 5.3 Nopeusmittari

Kilpurimme ajonaikaisen toiminnan seuraamisen kannalta merkityksettömin mittari on nopeusmittari. Hetkellisen ajonopeuden tiedostaminen on melko toissijainen asia ajettaessa radalla. Kuljettaja ei ajattele mutkaan jarruttaessaan ajavansa sen läpi juuri jollakin ennalta suunnitellulla nopeudella. Kaarrenopeuden määrittelee pääasiassa vaihde, jota voidaan kaarteessa käyttää, jotta moottorin kierrosnopeus olisi suurimmalla mahdollisella vääntömomenttialueella mutkasta suoralle kiihdytettäessä. Kuljettajan ajokyky, moottorin tehokkuus sekä ajoneuvon alustatekniset ominaisuudet ovat myös hyvin oleelliset tekijät. Suurin syy nopeusmittarin asentamiselle kilpuriimme olikin puhdas mielenkiinto seurata nopeutta ajon aikana sekä huippunopeuden helppo toteaminen.

Nopeusmittariksi valittiin LCD-näytöllä (Liquid Crystal Display) varustettu digitaalinen mittari. Signaalin mittari saa ketjuhammaspyörän pyörimisliikkeestä. Ketjuhammaspyörän keskipisteen ja ulkokehän puoleenväliin on kiinnitetty ruuvi, jonka päässä on magneetti. Tämä ruuvi pyörii ketjuhammaspyörän mukana omaa kehäänsä. Samalle pyörimiskehälle on kiinteästi asennettu anturi niin, että ruuvin

Pasi Kuusisto

magneettipään ja nopeussensorin väliin, niiden ollessa kohdakkain, jää noin 1 mm väli. Ruuvien magneettipään pyörähtäessä anturin ohi se aiheuttaa impulssin. Mitä lyhyempi impulssien väli on, sitä suurempaa nopeutta mittari näyttää ja päinvastoin. Todelliseen nopeuteen vaikuttaa myös renkaiden koko. Mittarin mukana tullessa ohjeessa oli taulukko, josta kävi ilmi, mikä korjausarvo oli asetettava mittariin kulloinkin käytettävien renkaiden kanssa (taulukko 1).

Taulukko 1. Nopeusmittarin käyttöohjeen kalibrointi ohje /6/

<b>SHIN YO LCD-TACHOMETER EINSTELLUNGEN</b>					
Radgröße	Reifengröße	Durchmesser	Rad-Umfang	Einstellung	Korrekturwert
21 INCH	90/90/21	635M/M	1995M/M	1-6E	+2or-2
19 INCH	100/90/19	663M/M	2083M/M		+2or-2
18 INCH	140/80/18	681M/M	2140M/M	1-56	+2or-2
17 INCH	110/70/17	586M/M	1841M/M	1-5F~ 1-65	+2or-2
	120/70/17	600M/M	1885M/M		
	190/50/17	622M/M	1954M/M		
13 INCH	110/90/13			1-57~ 1-59	+2or-2
12 INCH	110/80/12	481M/M	1511M/M	1-52~ 1-57	+2or-2
	110/90/12	503M/M	1580M/M		
	120/70/12	473M/M	1486M/M		
	130/70/13				
10 INCH	300-10			1-43~ 1-52	+2or-2
	350-10				
	80/90/10	398M/M	1250M/M		
	90/90/10	416M/M	1307M/M		
8 INCH	3.5-8			1-43	+2or-2

#### 5.4 Mittariston merkkivalot

Vaihtovalo toimii varoitus-/ kehoitusvalona. Vaihtamisen kannalta optimaalisiin kierrosnopeusalue on hieman suurimman vääntömomenttialueen jälkeen, koska kierrosnopeus ehtii aina hieman laskea vaihdetta vaihdettaessa. Vaihtovalo sijoitettiin keskellä mittaripaneelia sijaitsevan kierrosnopeusmittarin oikeaan yläkulmaan. Näin vaihtovalo on lähellä kierrosnopeusmittarin osoitinneulaa silloin, kun kierrosnopeus on lähellä säädettyä vaihtolukemaa. Sijoitus on

Pasi Kuusisto

oleellista ihmisen näkökentän vuoksi sillä se kapenee huomattavasti, kun ajetaan suurilla nopeuksilla. Vaihtovaloksi valitsimme vilkkuvan suurteho LEDin (Light Emitted Diod). Toimiakseen moottoripyörän 12 V sähköjärjestelmässä LED:lle oli rakennettava esivastus. Tämä rakennettiin ns. ”verolevyille” juottamalla kaksi 2.7 k $\Omega$  vastusta sarjaan.

Moottoripyörissä on käytössä niin kutsuttu vapaavallo. Tämä merkkivalo on väriltään vihreä ja osoittaa kuljettajalle sen, että vaihde on kytketty vapaalle, kun tämä valo palaa. Erityisen tärkeä vapaavalon antama tieto on juuri moottoripyörällä ajettaessa. Kilpurissamme vapaavallo on myös hyvin tärkeä tiedon välittäjä, koska vaihtaminen tapahtuu sähköisesti. Näin ollen ei kuljettajalle tule suoraa tuntumaa siitä, onko vaihde kytketty päälle vai onko se vapaalla. Vapaavalon avulla voimme näin ehkäistä mahdollisia vaaratilanteita.

Punainen latausvalo kertoo kuljettajalle ajoneuvon sähköjärjestelmän tilasta. Ajoneuvo kuluttaa virtaa jatkuvasti eri sähkölaitteiden vuoksi, kun moottoriin kytketään virta. Pelkän akun antama virta on luonnollisesti rajattu siihen, mikä on kyseisen akun varauskyky. Tämän vuoksi ajoneuvoissa käytetään latausgeneraattoria, joka lataa akkua jatkuvasti silloin, kun moottori on käynnissä. Latausvalon syttyminen on merkki siitä, että laturi ei jostain syystä kykene enää lataamaan akkua.

Öljynpaineen merkkivalo on myös punainen. Tämä merkkivalo kertoo kuljettajalle moottoria ja moottoripyörässä myös vaihteistoa voitelevan öljyn paineesta. Öljy johdetaan usein pieniä kanavia pitkin voideltavaan kohteeseen, esimerkiksi laakerille. Kanavien pienen koon vuoksi öljy on pumpattava niihin melko suurella paineella, jotta voitelu olisi tehokasta. Öljyvalon syttyminen on merkki siitä, että paine kanavissa ei ole enää riittävän suuri. Tällöin on moottori pysäytettävä välittömästi, jotta vältytään sen vaurioitumiselta. Valo palaa luonnollisesti silloin, kun koneeseen kytketään virta, mutta sammuu heti kun moottori käynnistetään ja öljynpaine nousee.



## 6. OHJAUSLAITTEET

### 6.1 Ohjausakseli

Ohjausvaihteen ja ohjauspyörän välissä on ohjausakseli, joka välittää ohjauspyörällä tehdyt liikkeet ohjausvaihteelle. Akseli on suunniteltu niin, että törmäystilanteessa askeliosuus painautuu kasaan, estäen näin kuljettajan vakavan vahingoittumisen. Projektin luonteen huomioon ottaen valmista ohjausakselia ei voitu hyödyntää, joten se oli rakennettava itse. Ohjauspyörästä oli myös tehtävä säädettävä kuljettajien kokoeron vuoksi. Ohjausvaihteen sekä ohjauspyörän välinen etäisyys ei ollut kovinkaan suuri, mutta niiden väliin ei ollut mahdollista rakentaa suoraa akselia, vaan akseli toteutettiin kahden ristinivelen avulla. Näin ohjauspyörän asento saatiin toivotunlaiseksi. Oikea asento ei kuitenkaan ollut vielä riittävä tekijä kuljettajien optimaalisen ajoasennon takaamiseksi. Ohjauspyörään rakennettiin korkeus- sekä etäisyysäättö. Nämä ohjauspyörän säädöt vaativat, että itse akselin pituus muuttuisi, riippuen siitä missä asennossa ohjauspyörä kulloinkin on. Pituussäättö toteutettiin nivelakseleiden putkien avulla (kuva 21).



Kuva 21. Saab 96:n ja kilpurimme ohjausakselit

Pasi Kuusisto

Ohjauspyörän korkeussäätö, yläpään kiinnityspiste ja laakerointi valmistettiin samaan pisteeseen (kuva 22). Laakerointi mahdollisti sujuvasti myös ohjauspyörän etäisyyssäädön toteutuksen. Akseli lukitaan laakerin sisäkehään kiristysruuvien avulla, ettei se pääsisi liikkumaan vaakasuunnassa. Akseliin jysyttiin kiristysruuvien kokoinen ura pituussuunnassa, jolloin etäisyyttä on helppo säätää.



Kuva 22. Ohjausakseli

## 6.2 Ohjauspyörän pikalukitus

Kilpurimme ohjaamo ei ole kovinkaan tilava, ja sieltä ylös nouseminen on melko hankalaa. Kilpurin syttyessä esimerkiksi palamaan on kuljettajan päästävä

Pasi Kuusisto

ohjaamosta ulos mahdollisimman nopeasti. Melkoinen lisätila saadaan irrottamalla ohjauspyörä ohjausakselistaan. Irrottamisen mahdollistaa ohjauspyörän pikalukitus, joka toimii hyvin yksinkertaisella mekanismilla. Ohjauspyörä kiinnitetään kolmella ruuvilla kuvassa (kuva 23) näkyvän pikalukon mustaan osaan. Ohjausakseli on hitsattu kiinni ohjauspyörän kiinnitysosan sisään menevään kuusikulmaiseen metalliprofiiliin. Lukitustappi estää osien liukumisen erilleen, mutta painettaessa siitä se vapauttaa osat toisistaan.



Kuva 23. Ohjauspyörän pikalukko

### 6.3 Ohjauspyörä

Kuljettaja ohjaa ajoneuvoa ohjauspyörällä. Nimi ohjauspyörä on nykyään harhaan johtava, sillä se ei aina ole läheskään pyöreä muodoltaan. F1-autoissa (kuva 24) käytetään niin kutsuttuja monitoimiratteja joissa mittaristo, vaihtomekanismi ja säätönapit vievät huomattavan tilan. Varsinaista ohjauspyörän kehää on vain molemmilla sivuilla kämmenten otepinnan verran.

Pasi Kuusisto



Kuva 24. Kilpa-auton ohjauspyörä /10/

Kilpa-autoissa ohjauspyörä on yleensä halkaisijaltaan normaalia pienempi. Tällä saavutetaan se etu, että ohjausliike on pienempi. Mitä suurempi kehä on, sitä suurempi matka joudutaan liikuttamaan käsiä, että saavutetaan sama kulman muutos kuin pienemmällä kehällä.

Tilasimme ohjauspyörän valmiina, sillä sen itse rakentaminen ei olisi ollut kannattavaa ajallisesti eikä rahallisesti. Valitsimme ratiksi Grant black kart D:n (kuva 25.), jonka kehän halkaisija on  $11 \frac{3}{4}$ ". D tarkoittaa sitä, että ratin kehän yläpuoli on suora, mikä parantaa näkyvyyttä.



Kuva 25. Grant black kart D-ohjauspyörä

### 6.3.1 Pikavaihteet

Moottoripyörässä vaihteita vaihdetaan vasemmalla jalkaterällä vaihdevipua liikuttamalla ylös- tai alaspäin. Projektissamme moottori sijoitettiin kuljettajan selän taakse, joten jalalla vaihtaminen ei ollut mahdollista. Realistisia vaihtoehtoja oli kaksi: mekaanisen vivuston rakentaminen ohjaamosta vaihdelaatikolle sekä nappivaihteet. Päädyimme nopeasti nappivaihteiden kannalle, sillä ohjaamossa ei ollut tilaa sijoittaa vaihdekeppiä järkevästi. Vaihtonapit eivät tarvinneet juurikaan ylimääräistä tilaa, koska ne kiinnitettiin ohjauspyörään erikseen suunniteltuun kiinnitystelineeseen (kuva 26). Oikeanpuoleinen vaihtonappi vaihtaa vaihteita isommalle ja vasemmanpuoleinen pienemmälle.





Kuva 26. Vaihtonappiteline

Vaihtonappia painettaessa siirtyy signaali spiraalijohtoa pitkin releelle. Näin ohjausvirran ei tarvitse olla suuri. Releen saatua signaalin se ohjaa solenoidia, jonka tekemä liike suorittaa vaihteen vaihtamisen.

## **7. LASIKUITUKATE**

### **7.1 Suunnittelu**

Ensimmäinen huomio, katsottaessa formulaamme kiinnittyy runkoa peittävään kätteeseen. Katteen yksi tehtävä onkin luoda formulalle ulkonäköä. Kaksi, hieman teknisempää tehtävää katteilla, on suojata toimilaitteita sekä ohjata ilmaa.

Katteen valmistusmateriaalin valinta oli helppo. Vartenotettavia vaihtoehtoja oli ainoastaa kaksi, hiilikuitu ja lasikuitu. Painoarvotaulukon (taulukko 2.) perusteella valitsimme katemateriaaliksi lasikuidun. Ominaisuuden painoarvo asteikkona käytettiin asteikkoa 1-10. Ominaisuuksien painoarvot määräytyivät seuraavasti. Muotoiltavuuden painoarvoksi tuli 20 %, sillä formulun peräosan muodot muodostuivat mutkikkaiksi. Materiaalin saatavuutta painotettiin 20 %, kuten

Pasi Kuusisto

myös materiaalin tiheyttä. Katteet eivät ole tässä projektissa kantavia osia, joten niiden painoarvoksi tuli 10 %. Kate oli viimeisiä hintavimpia osia, mutta projektin ollessa näinkin pitkällä oli budjettimme vähäisyys suurin syy hinnan painoarvoon taulukossa 30 %.

Aluksi katteet oli tarkoitus teettää ulkopuolisella taholla 3D-mallin (liite 6) mukaan. Hintadustelujen jälkeen kävi selväksi, että katteet oli rakennettava itse, sillä edullisimmatkin hinnat olivat lähellä 6 000 euroa.

Taulukko1. Katemateriaalin valinnan painoarvotaulukko


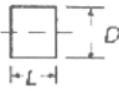
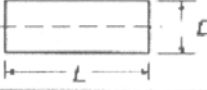

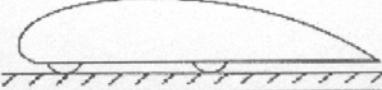

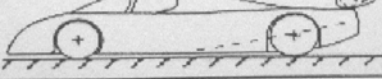
Painotus	Ominaisuus	Hiilikuitu	Lasikuitu
20 %	Muotoiltavuus	8	8
20 %	Saatavuus	6	10
20 %	Paino	8	8
10 %	Lujuus	10	6
30 %	Hinta	2	8
		34	40
Painotettu keskiarvo		57 %	82 %

Huolimatta formulan avomallista, katteiden tuli myös kestää vettä. Lasikuitu pelkästään kestää kyllä vettä, mutta kosteuden sietokykyä lisää vielä katteiden pintakäsittely. Pintakäsittely tehtiin normaaliin tapaan. Katteiden pinnan hiomisen ja kittauksen jälkeen ne maalataan pohjamaalilla. Pohjamaalin kuivuttua maalataan varsinainen pitäväri ja värin pintaan vielä kirkaslakka.

Katteiden kolmas tärkeä tehtävä on suojata kuljettajaa ilmavirralta ja saada aikaan mahdollisimman pieni ilmanvastus. Ajoneuvon aerodynamiikka on aiheena niin laaja, että keskityimme katteiden suunnittelussa noudattamaan ainoastaan karkeita linjauksia asian suhteen. Pyrimme välttämään, suuria pintoja, jotka olisivat

Pasi Kuusisto

ilmavirtausta vasten kohtisuorassa. Vesipisaran muotoista katetta emme kuitenkaan lähteneet rakentamaan, vaikka siinä ilmanvastuskerroin onkin hyvin pieni (kuva 27, kohta 1 ja 5).  $C_L$  = nostekerroin ja  $C_D$  = ilmanvastuskerroin /4, s. 24/.

			$C_L$	$C_D$
1	Circular plate		0	1.17
2	Circular cylinder $L/D < 1$		0	1.15
3	Circular cylinder $L/D > 2$		0	0.82
4	Low drag body of revolution		0	0.04
5	Low drag vehicle near the ground		0.18	0.15
6	Generic automobile		0.32	0.43
7	Prototype race car		-3.00	0.75

Kuva 27. Ilmanvastus- ja nostekertoimia /4, s. 26/.

## 7.2 Valmistus

Katteen muotoja hahmoteltiin hitsaamalla ohuita teräslattoja runkoon. Mittariston taakse hitsattiin latat, jotka samalla sekä tukevat mittaristoa että ohjaavat korin muotoa (kuva 28). Crash boxin eteen rakennettiin metallista kehikko, jolla muotoiltiin keulan geometriaa. Ilmanottoaukot muotoiltiin teräslevystä taivuttamalla, ja ilman ohjaa viimein käyttökohteeseen ilmastointiputki.



Pasi Kuusisto



Kuva 28. Korin muotojen tukiraudat

Muotojen valmistuttua rungon ympäri kiedottiin teollisuuspakkauskelmua kaksi kierrosta. Tässä vaiheessa korin muodot piirtyivät jo selvästi, ja niihin tehtiin vielä muutamia pyörityksiä ja muotoiluja ohuiden alumiinilevyjen avulla. Levyä oli erittäin helppo taivuttaa muotoon, mikä helpotti pyörityksien tekoa. Lopuksi rungon ympäri kiedottiin viimeiset kolme kierrosta kelmua, ja muotti oli valmis (kuva 29).



Kuva 29. Katemuotti

Pasi Kuusisto

Kate valmistettiin laminoimalla kolme kerrosta, lasikuitumattoa ja hartsia muotin päälle (kuva 30). Ensimmäinen kerros laminoitiin  $300 \frac{g}{m^2}$  vahvalla lasikuitumatolla. Seuraaviin kahteen kerrokseen käytimme  $450 \frac{g}{m^2}$  vahvaa mattoa.  $1 m^2$  kokoisen alueen laminointiin kuluu noin 750 g hartsia kovetteineen. Näin ollen katteemme, olettaen että se on homogeenistä, painaa noin  $1800 \frac{g}{m^2}$ . Katteen arvioitu kokonaispinta-ala on  $4 m^2$ , eli se painaa noin 7,2 kg.



Kuva 30. Lasikuitukerrokset laminoitu

Muotissa käytimme kahta eri vahvuista pakkausmuovia. Muovit eivät aivan kestäneet laminoinnista, hartsin ja kovetteen reagoidessa, syntyvää lämpöä. Muovit pehmenivät lämmön vaikutuksesta hieman ja katteiden pinnasta tuli epätasainen. Ilmanottoaukkojen suojana käytetty muovi reagoi voimakkaammin syntyneeseen lämpöön. Niiden päälle tulevat katteet oli laminoitava uudelleen (kuva 31). Leikasimme katteesta pois alkuperäisen osan ilmanottoaukkojen kohdalla. Muotoilimme uudet katteenosat sopiviksi ilmanottoaukkojen kohdalle. Saumat laminoimme, sisä- ja ulkopuolelta, käyttäen lasikuituteippiä ja ohuempaa lasikuitumattoa.

Pasi Kuusisto



Kuva 31. Ilmanottoaukkojen katteiden uudelleen laminointi

Kaikkien kolmen lasikuitukerroksen kuivuttua oli kate irrotettava muotista. Parhaat apuvälineet tässä olivat kulmahiomakone ohuella katkaisulaikalla sekä mattoveitsi muovin leikkaamiseen. Katteen alareuna leikattiin suoraksi, katteen ollessa vielä muotin päällä. Kate leikattiin alkuksi kolmeen osaan (kuva 32), minkä jälkeen keskiosan suorat sivut leikattiin erillisiksi osiksi.



Kuva 32. Kate irrotettuna muotista



### 7.3 Kiinnitys

Keula- ja kuljettajan sivuille tulevat katteen osat kiinnitettiin runkoon ruuveilla. Näitä katteenosia ei tarvitse saada nopeasti irti, koska ne eivät peitä tärkeitä, usein huoltoa vaativia toimilaitteita. Katteen peräosan alla sijaitsee suuri osa automme tekniikasta. Moottoriin ja voimansiirtolaitteistoon on päästävää, usein ja joskus myös hyvin nopeasti käsiksi. Tämän takia peräkatteen kiinnitys toteutettiin helposti ja nopeasti avattavilla, kumisilla ”konepeiton kiinnityslukoilla” (kuva 33). Samoja lukkoja käytettiin myös katteen keskiosan kiinnityksessä. Tämän katteen suojassa sijaitsee pedalbox. Vaihdettaessa kuljettajaa on päästävää helposti säätämään polkimien etäisyys sopivaksi.



Kuva 33. Katteiden pikakiinnityslukot

## 8. YHTEENVETO

Lopputulosta tarkasteltaessa on otettava huomioon muutama siihen oleellisesti vaikuttava asia. Läheskään aina ei ollut mahdollista toteuttaa parasta ratkaisua. Valinta oli tehtävä käytössä olevan budjetin, ja käytettävissä olevan rakennustaidon parhaana yhdistelmänä.

Pasi Kuusisto

Projektin tavoitteen oli suunnitella ja rakentaa yhden hengen formula-tyyppinen auto. Tämä tavoite saavutettiin, mutta aikataulu venyi liikaa. Viivästymiseen vaikutti pääasiassa kaksi tekijää. Kaikki jäsenet kävivät töissä projektin ohella ja aikaa oli vain illat ja viikonloput. Toinen myöhästymistä aiheuttanut tekijä oli muutaman osan, usean kuukauden myöhästymisen sovitusta toimitusajasta.

Tämän raportin osa-alueista olen tyytyväisin kateiden rakentamiseen (kuva 34). Aiempaa kokemusta lasikuidun käsittelystä vastaavassa mittakaavassa ei ollut. Hyvien neuvojen ja projekti ryhmän jäsenten avustuksella, tästä rakennusvaiheesta selvittiin.



Kuva 34. Kate pintakäsittelyä vaille valmis

Parannettavaa jäi polkimien suunnittelussa ja toteutuksessa. Projekti oli kuitenkin niin työläs, että mukaan olisi mahtunut vielä 2-3 opiskelijaa. Tällöin olisi voinut perehtyä huomattavasti syvällisemmin omaan osa-alueeseensa.

Projektimme oli ensimmäinen, Tampereen auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelman linjalla, jossa suunniteltiin ja myös rakennettiin ajoneuvo. Oli hienoa huomata, että projektimme loppuvaiheessa, alempien vuosikurssien opiskelijat alkoivat suunnitella formula-studentluokan kilpa-autoa.

## LÄHDELUETTELO

### Painetut lähteet

- 1 Mikko Mäkelä, Lauri Soininen, Seppo Tuomola, Juhani Öistämö, Tammer tekniikan kaavasto, 2002, Tammertekniikka
- 2 Valtonen Esko, Tekniikan Taulukkokirja, 2005, Gummerus
- 3 Robert Bosch GmbH, BOSCH- autoteknillinen taskukirja, 2002, Gummerus
- 4 Jari Oja, Kilpa-autojen aerodynamiikka. Insinööri työ. Tampereen ammattikorkeakoulu. Koneosasto. Tampere 2000. 83 s. + 5 liitesivua
- 5 TRS Magnum 6-pisteturvavyön asennusohje
- 6 Shin Yo LCD nopeusmittarin asennusohje
- 7 Hannu Outinen, Juhani Koski, Tapio Salmi, Lujuusopin perusteet, 2000 Pressus Oy

### Sähköiset lähteet

- 8 [http://www.akk-motorsport.fi/saannot/liite\\_j.htm](http://www.akk-motorsport.fi/saannot/liite_j.htm) 5.2.2007
- 9 <http://www.fia.com/sport/Regulations/standregs.html> 6.2.2007
- 10 <http://www.grandprixlegends.com/public/pictures.jpg> 7.3.2007

Pasi Kuusisto

## **LIITTEET**

- 1 Projektikuvaus esite
- 2 FIA:n turvavöiden viimeinen käyttöpäivä
- 3 Alustavat katteiden 3D-mallit

# SFR-PROJEKTI

Powered by Honda

*Insinööriöprojekti – Tampereen ammattikorkeakoulu – Auto- ja kuljetustekniikka*

SFR-projektin puitteissa suunnitellaan ja rakennetaan yhden hengen auto ratakäyttöön. Kyseessä on viiden Tampereen ammattikorkeakoulun auto- ja kuljetustekniikan opiskelijan insinööriöprojekti. Projektiin osallistuvat henkilöt ja heidän vastuu-alueensa ovat seuraavat:

Projektivastaava, runko	Vesa Salminen
Sihteeri, kate ja ohjaamo	Pasi Kuusisto
Moottori ja vaihteisto	Joni Joenniemi
Voimansiirto	Janne Lipasti
Alusta ja ohjaus	Jukka Kallio
Valvovat opettajat	Tauno Kulojärvi, Erkki Nuutio



*Tietokoneella luotu auton 3D-malli.*

Projekti alkoi helmikuussa 2006 ja on edennyt kevääseen 2007 mennessä loppusuoralle. Jäljellä ovat rungon, korin ja moottorin viimeistelyt, sekä alustarakenteiden ja voimansiirron loppuun rakentaminen. Tämän jälkeen päästään suorittamaan pintakäsittelyt, loppukokoonpano ja aloittamaan testitoiminta ja projektin tulosten esittely. Projektia on viety eteenpäin Tampereen ammattikorkeakoulun tiloissa.

Kustannuksista suurimman osan ovat muodostaneet erilaisten osien ja materiaalien hankinta. Rahoitusta on kerätty sponsorien ja apurahojen avulla. Rahoitus onkin saatu riittämään kohtuullisen hyvin, joskin alun perin budjetoimatta jääneet kulut ovat osittain vielä kattamatta.

Yhteistyökumppaneille tarjotaan mainostilaa niin auton pinnalta, kuin myös mahdollisuuden mukaan erilaisista esitteistä ja julkaisuista joissa autoa käsitellään. Näkyvyyttä on tarjolla erilaisissa tapahtumissa, kuten ratapäivillä ja harrasteajoneuvotapahtumissa. Yhteistyökumppanit voivat sopimuksen mukaan saada auton esille myös omissa tapahtumissaan. Toistaiseksi yhteistyötä on Tampereen ammattikorkeakoulun lisäksi tehty mm. Hondan maahantuojaan, Moto-Osat -moottoripyöräliikkeen, sekä Tatech-moottorinohjausjärjestelmän kehittäneen Softatechin kanssa.

Hankkeesta on hyötynyt ja tulee hyötymään myös Tampereen ammattikorkeakoulu, etenkin aiheeseen liittyvien koulutusohjelmien kiinnostavuuden lisääntymisen kautta. Ensimmäiseksi konkreettiseksi hyödyksi voidaan laskea tämän projektin innoittamana alkanut Tampereen ammattikorkeakoulun Formula Student -projekti. Oppilaitoksen puolesta SFR-projektia ovat tukeneet mm. auto- ja kuljetustekniikan koulutuspäällikkö Tauno Kulojärvi, yliopettaja Erkki Nuutio, sekä autolaboratorion laboratorioinsinööri Jari Seppälä. Projektia hoitamaan on perustettu rekisteröity yhdistys, Team SFR ry.



*SFR-auto valmistumassa keväällä 2007.*

Auto on takavetoinen, keskimoottorinen ja nelipyöräinen. Moottori on Hondan 954 cm<sup>3</sup> moottoripyörän moottori varustettuna elektronisella vaihtenvaihtojärjestelmällä. Moottoriin on asennettu tietokoneella säädettävä Tatech-moottorinohjausjärjestelmä. Voimansiirto takapyörille tapahtuu ketjun välityksellä. Korimalliltaan auto on avonainen ja korin materiaali on lasikuitu. Runkorakenne on levyillä tuettu putkirunko, jonka materiaali on teräs. Alustarakaisuna käytetään päällekkäisiä kolmiotukivarsia ja coilover-jousitusta.

Projektin aikana on tutkittu mm. runkorakenteen vääntöjäykkyyttä ja kolariturvallisuutta, sekä kiinnitetty erityishuomiota moottorinohjausjärjestelmän toimintaan ja ergonomisiin ratkaisuihin. Kaikkien osa-alueiden kohdalla on pyritty myös ottamaan huomioon vaatimukset niin keveyden, kestävyys, kuin turvallisuuden kannalta.

Vesa Salminen  
p. 050 370 5404  
vesa-matti.salminen@me.tpu.fi

Pasi Kuusisto  
p. 050 330 1379  
pasi.kuusisto@me.tpu.fi

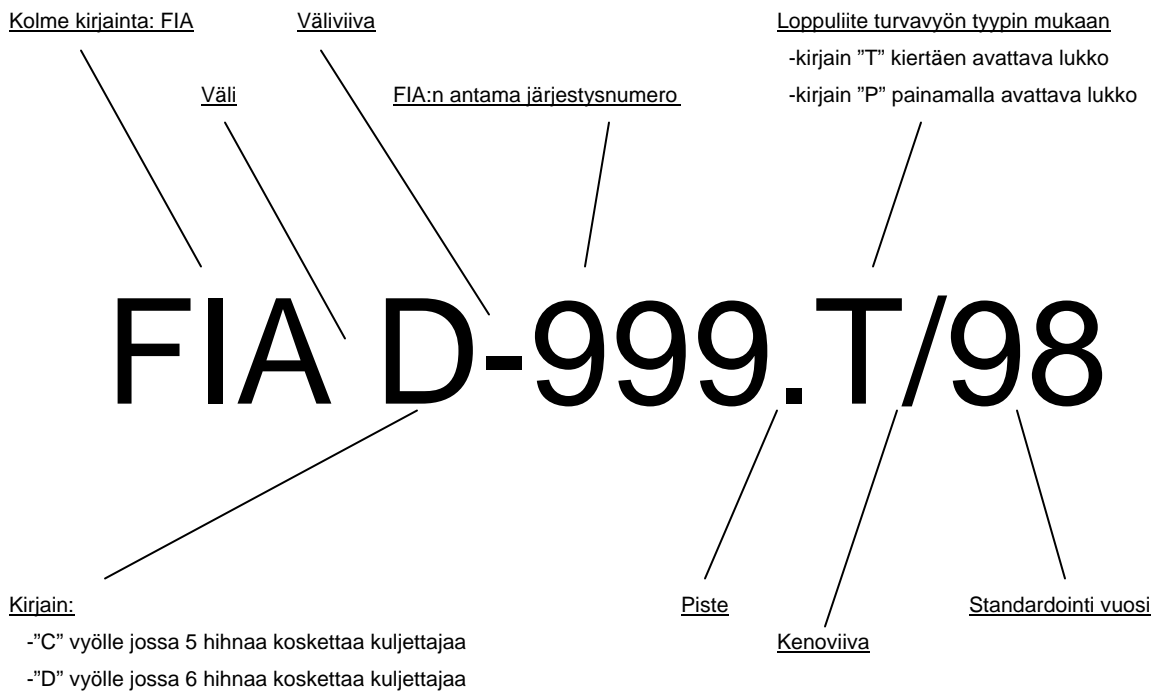
Jukka Kallio  
p. 040 587 2551  
jukka.kallio@me.tpu.fi

Joni Joenniemi  
p. 040 749 4315  
joni.joenniemi@me.tpu.fi

Janne Lipasti  
p. 050 597 6801  
janne.lipasti@me.tpu.fi



## Liite 2. FIA:n turvavöiden viimeinen käyttöpäivä



### Liite 3. Alustavat katteiden 3D-mallit

