

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2022

Mikko Äärilä

Ratakilpa-auton rakentaminen V1600-luokkaan

– Toyota Yaris Mk 1



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

Kesäkuu 2022 | 23 sivua

Mikko Äärilä

Ratakilpa-auton rakentaminen V1600-luokkaan

- Toyota Yaris Mk 1

Opinnäytetyössä tutustutaan, mitä muutoksia sarjatuotantoautoon vaaditaan, jotta siitä saadaan kilpa-auto V1600-rataluokkaan. Opinnäytetyön tavoitteena on havainnollistaa ratakilpa-auton rakentamisprosessia ja lopputuloksena saada kilpailukykyinen auto V1600-rataluokkaan. Auto rakennetaan kolaroidusta, vuosimallia 2003 olevasta Toyota Yariksesta. Kaikki muutokset perustuvat AKK Motorsport ry:n ja V1600-luokan teknisiin määräyksiin.

Auton muutostyöt aloitettiin auton sisustasta ja auton isoimmat muutokset näkyvätkin siellä. Sisusta puretaan kojelautaa lukuunottamatta kokonaan ja asennetaan turvakehikko. Alustan muutokset tehdään sääntöjen mukaisesti parantaen auton ajo-ominaisuuksia radalla vaihtamalla heilahtelunvaimentimet ja jouset. Moottoriin ja auton ulkopuolelle tulevat muutokset ovat pienemmät.

Auton muutostyöt etenivät suunnitelmien mukaisesti. Auto valmistui aikataulun mukaisesti kilpailukuntoon kaudelle 2022. Kilpa-autosta saatiin kilpailukykyinen auto V1600-luokkaan. Auton rakennusprosessi oli kokonaisuudessaan opettavainen ja mielenkiintoinen kokemus.

Asiasanat:

kilpa-auto, määräykset, rakentaminen

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Automotive and Transportation Engineering

June 2022 | 23 pages

Mikko Äärilä

Construction of a Racecar for V1600 class

- Toyota Yaris Mk1

The thesis introduces the changes that are required from a series production car to convert it into a race car in the V1600 track class. The aim of the thesis is to illustrate the construction process of a race car and as a result to obtain a competitive car in the V1600 track class. The car was built from a crashed 2003 Toyota Yaris. All changes are based on AKK Motorsport and V1600 technical regulations.

Alteration work to the car began with the interior of the car, where the most significant changes to the car can be seen. With the exception of the dashboard, the interior was completely dismantled and a safety frame was installed. The chassis changes were made according to the rules, improving the driving characteristics of the car on the track by replacing the shock absorbers and springs. Changes to the engine and outside the car are minor.

Modifications to the car proceeded according to plan. The car was completed on schedule for the season 2022. The race car became a competitive car in the V1600 class. The car building process as a whole was an instructive and interesting experience.

Keywords:

race car, technical regulations, construction

Sisältö

1 Johdanto	6
2 V1600-luokka	7
2.1 V1600-luokka yleisesti	7
2.2 V1600 rata-autoilu	8
2.3 V1600 tekniset määräykset	9
3 Auton muutokset	11
3.1 Toyota Yaris	11
3.2 Turvakehikko	11
3.3 Muut korityöt	17
3.4 Alustan muutokset	18
3.5 Jarrut	20
3.6 Moottori ja moottorinohjaus	20
4 Lopuksi	22
Lähteet	23

Kuvat

Kuva 1. V1600-luokan ratakilpa-autoja (V1600 2022).	8
Kuva 2. Pääkaari, sivukaaret ja tuulilasipilarin vahvistusputki sijoitettuna paikoilleen.	13
Kuva 3. Kattovahvistusputket V-muodossa.	13
Kuva 4. Takatuet, diagonaalituet ja poikittaistuki.	14
Kuva 5. Pääkaaren diagonaalituet ja poikittaistuki.	14
Kuva 6. WRC-putki ja oviputket.	15
Kuva 7. Turvakehikon vahvistukset.	16
Kuva 8. Putkijigi-työkalu.	16
Kuva 9. Sabeltin Taurus-mallinen kilpaistuvin.	17

Kuva 10. Lisäpainot.	18
Kuva 11. BC Racing:n RM-alusta.	19
Kuva 12. Hestec x32 moottorinohjaus.	21

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi V1600-luokan kilpa-auton rakennusprosessia sarjatuotantoautosta ratakilpa-autoksi. Rakennusprosessin kohteena on vuosimallia 2003 oleva Toyota Yaris. Opinnäytetyö käsittelee V1600-kilpaluokkaa sekä luokkaan rakennettavan auton teknisiä määräyksiä käytännön rakennustöiden ohella. Opinnäytetyössä kuvataan muun muassa auton turvakehikon rakennusprosessia, alustan muutoksia sekä jarruihin ja moottoriin tehtäviä muutoksia. Opinnäytetyön tavoitteena on havainnollistaa sarjatuotantoautoon tehtäviä muutostöitä V1600-luokan teknisten määräysten mukaisesti.

2 V1600-luokka

2.1 V1600-luokka yleisesti

AKK Motorsport ry on suomalaisen autourheilun järjestö, jonka tavoitteena on toimia kaikkien kotimaisten autourheiluseurojen yhteisenä liittona. AKK Motorsport ry toimii kansainvälisen autourheilun kattojärjestö Fédération Internationale de l'Automobile:n (FIA) alaisuudessa. AKK Motorsport ry ohjaa ja tukee autourheilun parissa toimivia urheiluseuroja, laatii yhteisiä pelisääntöjä kotimaiseen autourheiluun sekä edistää kansallista liikenneturvallisuustietoisuutta nuorten parissa toimimalla. "V1600" on kilpa-autoluokka joka toimii AKK Motorsport ry:n alaisuudessa. Tässä autoluokassa käytetyt kilpa-autot pohjautuvat vakiotyyppisiin autoihin. (AKK 2022a.)

V1600-luokassa ajetaan kilpaa rallissa, rallisprintissä, rata-autoilussa sekä jääradalla. Rallissa ja radalla ajetaan Suomen mestaruussarjojen osakilpailuja kyseisessä luokassa. V1600-luokka on perustettu vuonna 2005 ja ensimmäinen kilpailu kyseisessä luokassa on ajettu vielä samana vuonna. Luokan perusideana on ollut kehittää tasaväkinen kilpaluokka, jossa kilpailijoille koituvat kustannukset pysyvät kohtuullisina. Luokassa kilpailevien autojen tulee olla vuosimalliltaan 2000-luvun sarjatuotantoautoja sekä iskuilavuudeltaan enintään 1600 cm³. V1600-luokassa automerkkien kirjo on runsas. V1600-luokassa kilpailee muun muassa Toyota, Mini, Volkswagen ja Ford merkkisiä autoja. (V1600 2022.)

V1600-luokan autoissa on noin 120-140 hevosvoimaa ja autoihin on rakennettu kilpailukäyttöön sopiva jousitus, jotka tekevät moderneista autoista erittäin edullisia ja järkeviä kilpa-autoja. Radalla ajetaan yksityyppirenkailla, jotka ostetaan kilpailupaikalta rengasmyyjältä. V1600-luokassa autoihin sallitaan vain hyvin rajattu määrä teknisiä muutoksia, jolloin autojen kehittämisellä, muokaamisella tai varustelulla ei yksittäinen kilpailija voi saada etua muihin nähden. Tuloksellinen testaaminen, peliäly kilpailutilanteissa sekä taito käyttää kaikki auton voimavarat nopeuden eduksi kasvattavat kuljettajaa ja jakavat

mahdollisuuksia menestymiseen. Kun kaikilla kilpailijoilla on sama määrä moottorin suorituskykyä käytettävissä auton massaa kohti, vain osaaminen kilpailussa ratkaisee. (V1600 2022.)

2.2 V1600 rata-autoilu

V1600 on yksi edullisimmista tavoista harrastaa autourheilua. Kyseisessä luokassa auton tekniikkamurheita on vähän ja normaalihuollot ovat autolle riittäviä. Luokan autot ovat tasaväkisiä ja niitä on helppo ajaa (Kuva 1). V1600-luokan rata-autoilu sopii niin nuorelle kuljettajalle kuin jo kokeneemmallekin. V1600-luokan ratasarja on erinomainen mahdollisuus esimerkiksi nuorille karting-kuljettajille jatkaa autourheilua edullisesti ja kehittää omaa osaamistaan edelleen. V1600-luokka tarjoaa mahdollisuuden opetella auton säätämistä monin eri tavoin. (V1600 2022.)



Kuva 1. V1600-luokan ratakilpa-autoja (V1600 2022).

Rata-autoilun V1600-luokassa kilpailaan Suomen mestaruudesta. Osakilpailuja järjestetään vuosittain noin viisi. Kilpailuja järjestetään Suomessa Hämeenlinnan Ahveniston moottoriradalla, Alastaron moottoriradalla, Jurvan Botniarongilla, Vetelin Kemoran moottoriradalla sekä Virtasalmen Motoparkissa. Näiden lisäksi Seinäjoella ajetaan vuosittain Vauhtiajoja. Ratakilpailuihin osallistuvilla kuljettajilla tulee olla voimassa oleva rataleimatutkinto. (V1600 2022.)

2.3 V1600 tekniset määräykset

Tekniset määräykset edellyttävät kaikkiin V1600-autoihin AKK-Motorsportin V1600-passia. Voimassaoleva passi, joka sisältää myös katsastuskortin, tulee olla jokaisella kilpailuun osallistuvalla autolla ennen kilpailun ilmoittautumisajan päättymistä. Passi sisältää teknisiä tietoja autosta, mutta hyväksytyt passi ei takaa auton olevan sääntöjen mukainen, vaan kilpailijalla on velvollisuus todistaa auton säännönmukaisuus. (AKK 2022b, 453.)

AKK on määritellyt V1600-luokkaan tekniset määräykset. Auton tulee säilyä sarjatuotantoauton kaltaisena kaikilta osin, paitsi mitä teknisissä määräyksissä toisin mainitaan. Auton rakennusprojektin aikana tuli ottaa huomioon teknisiä määräyksiä muun muassa auton purkamiseen, moottoriin, alustaan ja turvavarusteluun liittyen. Auton purkamiseen liittyviä teknisiä määräyksiä huomioitiin heti projektin alkuvaiheessa, kun alettiin purkamaan auton sisätilaa. Auton sisätilasta pitää määräysten mukaan poistaa takaistuimet ja -turvavyöt. Tämän jälkeen sisätilan verhoilut poistettiin auton lattiasta, katosta sekä takaluukusta. Kojetaulu jää ennalleen, sillä teknisten määräysten mukaan kojetaulu tulee säilyttää alkuperäisenä. Autossa olleet turvatyyny-laitteet poistettiin kokonaan. Tämän jälkeen kaikki äänieristeet poistettiin teknisten määräysten mukaisesti auton sisätilasta sekä moottorin puolelta, jotta autosta saadaan kevyempi ja paloturvallisempi. (AKK 2022b, 456.)

Lisäksi autosta purettiin alkuperäisiä sekä jälkiasenteisia varusteluita, kuten jälkiasenteinen ajonesto- ja varashälytysjohtosarjoihin. Teknisten määräysten mukaan ilmastointilaitteet kaikkine siihen liittyvine osineen saadaan poistaa, joten autosta poistettiin koko ilmastointilaitte (AKK 2022b, 456). Ovista sekä kojelaudasta poistettiin kaiuttimet.

Seuraavaksi projektin edetessä keskityttiin auton moottoria koskeviin teknisiin määräyksiin. Määräykset, joiden perusteella projekti eteni, koskivat moottorin sytytystä, jäähdytysjärjestelmää, polttoaineen ruiskutusjärjestelmää sekä imu- ja pakojärjestelmää. Näissä osa-alueissa on pakollisia määräyksiä niin alkuperäisten osien poistamisesta kuin säilyttämisestäkin. (AKK 2022b, 454.)

Moottorin muutosten jälkeen projekti eteni auton alustaan ja sitä koskevien määräysten huomioimiseen. Teknisissä määräyksissä on tarkkoja ohjeita, millaiset esimerkiksi pyöränripustusten, jousitusten ja heilahtelunvaimentimien tulee olla. Lisäksi huomiota tuli kiinnittää renkaiden ja vanteiden teknisiin määräyksiin, joiden mukaan suurin sallittu vannehalkaisija on 16 ” ja renkaat ovat muuten vapaat edellyttäen, että ne voidaan asentaa määritetyille vanteille. Enimmäisleveys määräysten mukaan 13-14 ” vanteelle on 6 ”, 15 ” ja 16 ” vanteelle 7 ”. Lisäksi vain yksiosaiset vanteet ovat sallittuja ja vanteen offset-mitta on vapaa. Kilpailussa käytettävien renkaiden tarkempi merkki, koko ja tyyppi voidaan mahdollisesti määritellä ajettavan kilpailun tai sarjan omissa säännöissä. (AKK 2022b, 455.)

Yhtenä huomioitavana teknisten määräysten osa-alueena ovat auton jarrut. Teknisissä määräyksissä on muun muassa käsitelty jarrujärjestelmään kuuluvien jarrupalojen ja -hihnojen vapaasta muokattavuudesta, jarruputkien sallituista muutostöistä sekä jarrujen jäähdytystä koskevia sallittuja muutostöitä, joihin kuuluu esimerkiksi jarrujen jäähdytysputkien asentaminen autoon. Lukkiutumaton jarrujärjestelmä voidaan autosta poistaa. Jos lukkiutumaton jarrujärjestelmä otetaan pois käytöstä, silloin saadaan enintään kaksi jarrupaineensäädintä asentaa autoon.(AKK 2022b, 455–456.)

Turvakehikkoon ja turvavarusteisiin on teknisissä määräyksissä esitetty minimivaatimukset. Näiden vaatimusten perusteella autoon rakennettiin turvakehikko, jossa on vähintään kaksi kappaletta oviputkia auton molemmilla puolilla, V:n mallinen kattoristikko ja kaksi diagonaalitukea. (AKK 2022b, 458.)

3 Auton muutokset

3.1 Toyota Yaris

Rakennusprojektin kohteena oli vuosimallia 2003 oleva Toyota Yaris. Autossa on bensiinikäyttöinen 1,5 litrainen ja neljäsylinterinen moottori, jossa alkuperäinen suorituskyky on 78 kW (106 hv) @ 6000 r/min ja vääntömomentti 143 Nm @ 4200 r/min. Vaihteistona on 5-vaihteinen manuaalivaihteisto. Autossa on levyjarrut sekä edessä että takana. Kyseisessä Yariksessä on edessä pyöräntuentatyyppinä joustintuki ja takana yhdystukiakselisto.

Rakennusprojektin ideana oli tehdä mahdollisimman edullisesti hyvä ja kilpailukykyinen kilpa-auto. Aihio ostettiin kolaroituna. Toyota Yariksellä on ajettu jo aikaisemmin tässä luokassa menestyksekkäästi, joten päädyttiin Yarikseen, kun sellainen löytyi kolaroituna markkinoilta.

3.2 Turvakehikko

Turvakehikko on auton sisälle asennettu putkirakenteinen kehikko, joka on koottu kiinnityspisteistä, putkista ja liitoksista. Turvakehikko asennetaan autoon, ettei auto painu kasaan kaatuessa tai kolaritilanteessa. (AKK 2022b, 342.)

Turvakehikon teko aloitettiin tutustumalla tarkasti sääntöihin ja turvakehikon minimivaatimukseen. Autoni turvakehikko täyttää FIA-luokitukset, sillä se on valmistettu teknisten määräysten mukaisesti. Turvakehikon materiaalivaatimus on tarkka. Turvakehikon putkien pitää olla puhdasta hiiliterästä, joka on saumatonta ja kylmävedettyä. Minimi vetolujuus on 350 N/mm². Pääkaari tulee olla kooltaan 45,0 mm x 2,5 mm (1,75 " x 0,095 ") tai 50,0 mm x 2,0 mm (2,0 " x 0,083 "). (AKK 2022b, 350.)

Pääkaari on autossa poikittainen, lähes pystysuorassa oleva yhdestä putkesta muodostuva turvakaari, joka sijaitsee etuistuinten takana. Pääkaaren keskiviivan pitää olla yhdessä tasossa (AKK 2022, 343). Puolisivukaaret ja

kehikon muut osat pitää olla 38,0 mm x 2,5 mm (1,5 " x 0,095 ") tai 40,0 mm x 2,0 mm (1,6 " x 0,083 ") (AKK 2022b, 350).

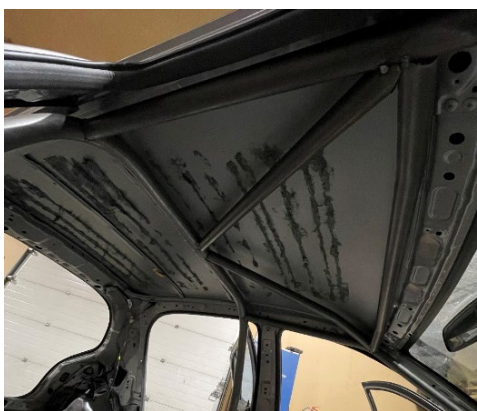
Turvakehikon teko aloitettiin tekemällä vahvikelevyt turvakehikon ja auton korin väliin. Vahvikelevyjen eli metallilevyjen, jotka ovat kiinnitetty auton koriin turvakaaren kiinnityskohdan alle jakamaan paremmin kuormitusta, tulee olla 3 mm vahvuudeltaan olevaa terästä. Levyn koon pitää olla vähintään 120 cm². (AKK 2022b, 343.) Turvakehikko tulee auton koriin kiinni kuudesta kohdasta: pääkaaresta auton keskivaiheille, pitkittäisistä turvakaarista eli sivukaarista eteen ja taakse takatuista.

Taivutettavia turvakehikon putkia olivat pääkaari, sivukaari, WRC-putket eli tuulilasipilarin vahvistukset sekä pään yläpuolelle tulevat tuulilasipilarin vahvistus- ja kattovahvistusputket. Pääkaari taivutettiin ensimmäisenä sekä hitsattiin paikalleen, koska pääkaari määrää kaikkien muiden putkien pituudet sekä taivutuskulmat. Seuraavaksi taivutettiin sivukaaret, joka lähtee pääkaaren yläreunasta kattoa pitkin a-pilarin vierestä kojelaudan läpi lattiaan. Tuulilasin yläreunaan taivutettiin tuulilasipilarin vahvistusputki sivukaarien väliin. Kuvasta 2 näkee, miten pääkaari, sivukaaret ja tuulilasipilarin vahvistusputki sijoittuvat autoon.



Kuva 2. Pääkaari, sivukaaret ja tuulilasipilarin vahvistusputki sijoitettuna paikoilleen.

Sivukaarien ja tuulilasipilarin vahvistusputken kulmista tehtiin kattovahvistusputket. Päädyttiin tekemään kattovahvistusputket V-muotoon kahdesta putkesta. Kattovahvistusputket olisi voinut tehdä myös ristikkomuotoon tai V-muotoon toisinpäin asetettuna. Kattovahvistusputket tehtiin V-muotoon kuvan 3 osoittamalla tavalla, koska näin sijoitettuna kuljettajalle jää eniten tilaa auton sisällä.



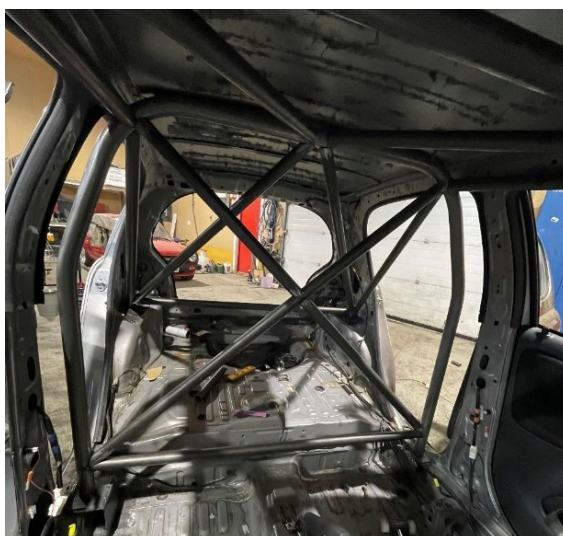
Kuva 3. Kattovahvistusputket V-muodossa.

Näiden putkien taivutusten jälkeen tehtiin pääkaaresta taaksepäin tulevat putket, joita ovat muun muassa diagonaalituki ja takatuet, joita ei tarvitse taivuttaa ollenkaan. Pääkaaren yläkulmasta takapyöränkoteloon saakka tehtiin suorat takatuet ja näiden putkien väliin tuli sivuttaistukiputki. Seuraavaksi tehtiin diagonaalituet eli poikittaissuuntaiset putket, jotka kulkevat pääkaaren keskikohdasta auton kummallekin puolelle takatukien alakiinnityskohtaan. Tämän jälkeen tehtiin poikittaistuki eli poikittaissuuntainen yhtenäinen putki, joka yhdistää takatuet. Takatuet, diagonaalituet sekä poikittaistuki näkyvät kuvassa 4.



Kuva 4. Takatuet, diagonaalituet ja poikittaistuki.

Autojen, jotka on luokiteltu 1.1.2002 jälkeen, turvakehikon pitää sisältää kaksi diagonaalitukea pääkaaressa kuvan 5 mukaisesti. Diagonaalituet pitää olla suorina ilman taivutuksia. (AKK 2022b, 344.) Pääkaareen tehtiin myös poikittaistuki.



Kuva 5. Pääkaaren diagonaalituet ja poikittaistuki.

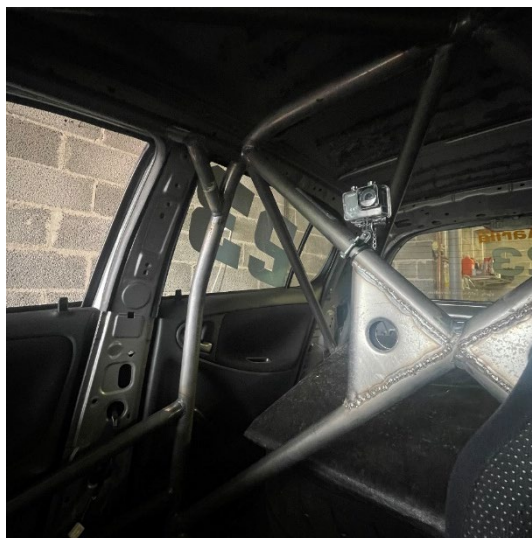
Viimeisenä tehtiin oviputket ja WRC-putket, koska niiden paikoilleen asettamisen jälkeen auton sisälle on huomattavasti vaikeampi kulkea. Autoon tulee asentaa yksi tai useampi pitkittäinen oviputki auton molemmille puolille. Oviputki tulee asentaa niin ylös kuin mahdollista, mutta kuitenkin sen ylin osa

ei saa olla oviaukon kohdalta oviaukon puoltäväliä korkeammalla. (AKK 2022b, 344.) Oviputket tehtiin suorasta putkesta kaksi putkea päällekkäin pääkaaren ja sivukaaren väliin. WRC-putki taivutettiin, jotta kuljettajalle jää ratin ja WRC-putken väliin tilaa. WRC-tuki saa olla taivutettu vain siten, että sivusta katsottuna se on suora eikä taivutuskulma ole yli 20 astetta (AKK 2022b, 344). WRC-putki tulee a-pilarin yläreunan kohdalta sivukaaresta ylemmän oviputken kiinnityskohtaan kuvan 6 mukaisesti.



Kuva 6. WRC-putki ja oviputket.

Turvakaaret vaativat myös vahvistuksia, jotka näkyvät kuvassa 7. Vahvistukset tulee tehdä joko levystä tai putkesta. Materiaalivahvuus vahvistuksessa on oltava vähintään 1 mm. (AKK 2022b, 345.) Pakolliset kohdat olivat pääkaaren ristikko sekä sivu- ja pääkaaren kulma. Pääkaaren diagonaalitukiin tehtiin taivutettu kulmavahvike 1 mm paksuisesta teräslevystä. Sivu- ja pääkaaren kulman vahvistus tehtiin turvakaariputkesta.



Kuva 7. Turvakehikon vahvistukset.

Kaikki turvakehikon liitokset kiinnitettiin vahvikelevyihin hitsaamalla. Korin puolelle tuli samanlaiset levyt, jotka hitsattiin koriin kiinni. Turvakehikon vahvikelevy ja korin puolen vahvikelevy kiinnitettiin toisiinsa pulttiliitoksella. Turvakehikon teossa käytin putkijigiä apuvälineenä (Kuva 8). Putkijigi-työkalulla saadaan turvakehikon putket sovitettua toisiinsa tarkasti. Turvakaaret hitsattiin TIG-hitsauskoneella.



Kuva 8. Putkijigi-työkalu.

3.3 Muut korityöt

Sisustaan tulee myös muita turvavarusteita turvakehikon lisäksi. Istuimeksi valikoitui Sabeltin valmistama Taurus-mallinen kilpaistuin päätuella (Kuva 9). Istuin valikoitui sen keveyden vuoksi, Sabelt-istuin on valmistettu lasikuidusta (Sabelt 2022). Istuin kiinnitettiin RRS-valmistajan penkkiinnikkeillä alkuperäisen istuimen kiinnityskohtiin.



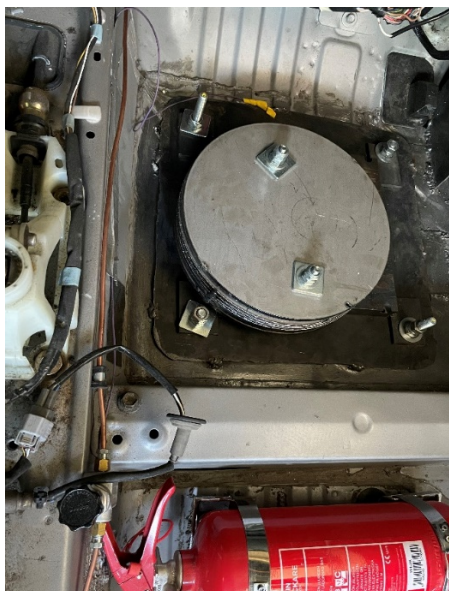
Kuva 9. Sabeltin Taurus-mallinen kilpaistuin.

Myös turvavyöt tulivat RRS-valmistajalta. Turvavöiksi valikoituivat 6-pistevyöt Hans-niskatuen yhteensopivuudella. 6-pistevöille tehtiin neljä kiinnityspistettä koriin ja kaksi vyötä kiinnitettiin turvakehikkoon. Autoon tulee laittaa myös vaahtosammutin auton koriin kiinnitettynä.

Auton koriin liittyvien muiden muutosten tekemisen jälkeen pitää huomioida auton massa kuljettajan kanssa. Auton massa määräytyy alkuperäisen valmistajan ilmoittaman moottorin tehokukeman mukaan. Auton moottorin tilavuuden ollessa enintään 1500 cm³, kuten Yariksen, auton minimimassa lasketaan 500 kg + 6,8 kg jokaista alkuperäistä moottorin kilowattia kohden. Jotta auton minimimassaan päästään, autoon saadaan asentaa useampi lisäpaino. Painont pitää olla kiinteitä ja yhtenäisiä. Lisäpainot tulee kiinnittää

lattialle näkyviin vähintään halkaisijaltaan 10 mm pulteilla, jonka lujuus vähintään 8.8 ja niihin on tehtävä sinetöintimahdollisuus. Lisäpainot voivat sijaita ohjaamon ja tavaratilan lattialla. Auton lattia pitää vahvistaa kiinnityskohdasta lattian molemmille puolille ainakin 3 mm:n teräslevyllä, jonka pinta-ala on vähintään 40 cm². (AKK 2022b, 453–454.)

Auton massa kuljettajan kanssa on 995 kg, joten autoon piti lisätä 35 kg lisää painoa. Painon lisääminen toteutettiin vahvistamalla ensin auton lattia teräslevyllä ja sen jälkeen laitettiin neljatoista 2,5 kg:n painoista teräksistä lisäpainoa. Lisäpainot laitettiin apukuskin penkin paikalla (Kuva 10).



Kuva 10. Lisäpainot.

3.4 Alustan muutokset

Alustan muutokset ovat rajatut. Heilahtelunvaimentimet sekä jouset saa vaihtaa teknisten määräysten mukaisesti. Heilahtelunvaimentimen sekä jousien kiinnityspaikat on säilytettävä alkuperäisinä. Autoon tuli BC Racing:n valmistama alustasarja. BC Racing valittiin hinta-laatu suhteen, varaosien ja jousien saatavuuden sekä hyvien säätömahdollisuuksien vuoksi. Valikoimasta valittiin RM-mallin heilahtelunvaimentimet (Kuva 11). Auton alustan niveliä

voidaan vaihtaa jäykemmiksi, mutta tässä projektissa niin ei tehty rajallisen budjetin vuoksi.



Kuva 11. BC Racing:n RM-alusta.

RM-mallin etuheilahtimenvaimennin on upsidedown-mallinen, jonka ansiosta sen rakenne on tukevampi. RM-mallin muita hyviä puolia ovat pienempi jousittamaton massa ja heilahtelunvaimentimen öljyn sijoituspaikka, jonka vuoksi öljy ei ole niin herkkä lämpemään jarrujen vaikutuksesta.

Etuheilahtelunvaimentimissa on korkeudensäätö sekä jousen esijännityksen säätö eli heilahtelunvaimennin on coilover-tyyppinen. Heilahtelunvaimentimen yläpäät ovat säädettävät, joten camber-kulmaa voidaan myös säätää.

Takaheilahtelunvaimentimesta löytyy korkeuden säätö. Kaikissa vaimentimissa on paluuvaimennukselle 30-portainen säätö (BC Racing Finland 2022).

Heilahtelunvaimentimet tilattiin räätälöityinä eli männänvarren pituuden osalta lyhennettyinä.

Alusta ja pyöränkulmat säädettiin ennen radalla ajoa. Säännöissä auton korkeus on määritelty siten, että jos samanpuolen renkaat tyhjennetään niin auton mikään osa ei saa vielä koskettaa maata. Auto pyritään säätämään mahdollisimman alas, koska siitä on ainakin kolme etua. Ensimmäinen on, että painon siirtymä pyörien välillä eri ajotilanteissa vähenee, jolloin kokonaispito paranee. Matalampi auto reagoi nopeammin ohjausliikkeisiin. Korin kallistus vähenee alemmalla painopisteellä, mikä johtaa siihen, että pyörät kallistuvat vähemmän.

Auton alusta pyritään pitämään niin löysänä kuin mahdollista parhaan pidon saamiseksi. Alustan pitää olla sen verran jäykkä, että auto ei kallistu liikaa kaarteessa ajaessa. Löysällä alustalla saadaan parempi pito, mutta ajaminen on todella vaikeaa, kuten taas jäykemmällä pito on heikompi, mutta auto kulkee paremmin.

Yariksessa on takana jäykkä taka-akseli, joten takana pyöränkulmia ei voida säätää. Edessä säädettiin Camber-kulmaa -2,5 astetta. Etuakselin kokonaisuauraus säädettiin 2 mm harittamaan.

3.5 Jarrut

Jarruissa pitää säilyttää jarrulevyjen koko alkuperäisenä sekä jarrusatulat. Jarrupalat ovat vapaasti vaihdettavissa. Etujarrupalat vaihdettiin Ferodon valmistamiin kilpa-autoiluun tarkoitettuihin DS2500-jarrupaloihin. Nämä jarrupalat valikoituivat sillä perusteella, että ne kestävät hyvin lämpöä. Niiden keskimääräinen kitkakerroin on 0,41 käyttölämpötila-alueella 0 ° - 500 °C (Ferodo Racing 2022). Jarruletkut vaihdettiin kaikki teräspunosletkuihin, sillä tekniset määräykset sallivat tämän. ABS-jarrut otettiin pois käytöstä ja takajarrupiiriin asennettiin jarrupaineensäädin. Alkuperäinen jarrutehostin jätettiin käyttöön.

Autosta poistettiin etusumuvalot, jotta jarruille saadaan tehtyä jäähdytysputket. Teknisten määräysten mukaan puskurista poistettujen valojen jäämät aukot voidaan käyttää ilman johtamiseen (AKK 2022b, 456). Jäähdytysputken avulla jarruille saadaan ohjattua viileää ilmaa jarrujen viilentämiseksi.

3.6 Moottori ja moottorinohjaus

Auton moottori huollettiin pääosin. Sylinterinkanteen vaihdettiin uudet vakioventtiilit sekä venttiilijouset, koska moottorin suurinta käyntinopeutta haluttiin kasvattaa. Kierrosnopeutta kasvattamalla saadaan vaihteen vaihdossa kierrokset pysymään korkeammalla, joka edesauttaa kiihtyvyyttä. Moottorin

kampiakselin ja kiertokankien laakerit sekä männänrenkaat vaihdettiin moottorin kunnan tarkastuksen yhteydessä.

Auton pakoputken saa rakentaa pakosarjan jälkeen ensimmäisestä liitoksesta taaksepäin uudestaan. Säännön mukaan autossa pitää olla alkuperäinen katalysaattori tai FIA-hyväksytty kilpakatalysaattori. (AKK 2022b, 454.) Autosta poistettiin viimeinen äänenvaimennin ja alkuperäinen katalysaattori siirrettiin poistetun vaimentimen tilalle. Auton pakoputkesta tuleva melu, pakoputken läheisyydestä mitattuna, pitää olla alle 110 dB/A (AKK 2022b, 503).

Auton moottorinohjaus on vapaa eli moottorinohjauksen saa vaihtaa kokonaan. Johtosarja on kuitenkin säilytettävä alkuperäisenä, eikä antureita saa poistaa tai lisätä. Auto pitää saada alkuperäisellä moottorinohjauksella käymään. (AKK 2022b, 454.)

Moottorinohjaukseksi valittiin suomalainen Special Tuning Harinen Oy:n valmistama Hestec x32 (Kuva 12). Kyseinen moottorinohjaus valikoitui sen kotimaisuuden sekä laadukkaan asiakaspalvelun perusteella. Tärkeä ominaisuus moottorinohjauksessa on muun muassa online säätö. (Hestec 2018.) Harinen toimitti myös merkkikohtaisen adapterin, jolla saatiin suoraan alkuperäiset liittimet tähän adapteriin, josta johdot menevät Hestec:iin.



Kuva 12. Hestec x32 moottorinohjaus.

4 Lopuksi

Auton muutostyöt etenivät suunnitelmien mukaisesti. Auto valmistui aikataulun mukaisesti kilpailukuntoon kaudelle 2022. Kilpa-autosta saatiin kilpailukykyinen auto V1600-luokkaan. Autosta saadaan vielä nopeampi säätämällä auton alustaa. Auton säätäminen on pitkäjänteinen prosessi, joka vaatii auton testaamista radalla aina säätöjen välillä.

Auton rakennusprosessi oli kokonaisuudessaan opettavainen ja mielenkiintoinen kokemus. Opinnäytetyöprosessi opetti paljon kilpa-auton rakentamisesta. Työssä käytettyihin lähdemateriaaleihin tutustuminen, käytännön muutostyöt ja käytön aikaiset kokemukset muutostyön jälkeen antoivat opinnäytetyöprosessin edetessä itselleni paljon uutta tietoa ratakilpa-auton rakentamisesta.

Lähteet

AKK 2022a. AKK-Motorsport ry. Viitattu 20.5.2022.

<https://www.autourheilu.fi/akk/akk-motorsport-ry/>

AKK 2022b. Säännöt. Viitattu 1.6.2022.

https://www.autourheilu.fi/site/assets/files/1930/30878977_akk_11_tekniset_2022_18022022-2.pdf

BC Racing Finland 2022. BC Racing RM alustasarja C-08. Viitattu 4.6.2022.

<https://bcracing.fi/fi/product/bc-racing-rm-alustasarja-c-08/10466>

Ferodo Racing 2022. Brake pads. Viitattu 4.6.2022.

<https://www.ferodoracing.com/ecat/code-compound/car-racing/brake-pads/FCP1392H>

Hestec 2018. HESTEC X32 - 32bit moottorinohjainyksikkö. Viitattu 4.6.2022.

<http://www.hestec.fi/hestec/tuotteet/hestecx32/>

Sabelt 2022. Automotive seating. Viitattu 4.6.2022.

<https://www.sabelt.com/automotive-seating/>

V1600 2022. V1600 rata-autoilu. Viitattu 20.5.2022.

<https://www.v1600.com>