

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Autotekniikka

2012

Teemu Levo

PROTOTYPE-LUOKAN OFF ROAD -AUTON SUUNNITTELU JA VALMISTUS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikka | Autotekniikka

2012 | Sivumäärä 26 liitteet 5

Ohjaaja Reijo Asp

Teemu Levo

PROTOTYPE-LUOKAN OFF ROAD -AUTON SUUNNITTELU JA VALMISTUS

Opinnäytetyön tehtävänä oli dokumentoida Prototype-luokan Off road -auton suunnittelu- ja valmistustyö ja osallistua aktiivisesti kaikkiin rakennusvaiheisiin. Vastuualueena oli koko sähköjärjestelmän modifiointi ja asennus sekä toiminnan varmistaminen.

Suunnitteluperusteet tukeutuvat Autourheilun kansallisen keskusliitto ry:n (AKK-Motorsport) sääntöihin. Luokkia on kaikkiaan kuusi ja jokaisella näistä luokista on omat ohjeensa sekä säännöt. Prototype-luokka on yksi vapaimmista rakennusmuodoista sääntöjen osalta. Vain turvavarusteet ja -laitteet on tiukasti määrätty. Valmistustyö tehtiin suunnittelun ohessa. Aina yhden osa-alueen suunnittelemisen ja valmistamisen jälkeen siirryttiin seuraavaan osa-alueeseen.

Lopputuloksena tehtiin kilpailukykyinen auto tulevia kisoja varten. Onnistuneiden ratkaisuiden ansiosta tämän työn valmistumisen aikana sovittiin jo seuraavan rakentamisesta samalla valmistusjoukolla, ja tästä kokoonpanosta siirretään huomattava määrä ratkaisuja tulevaan autoon. Onnistuminen tärkeillä alueilla, kuten mitoissa ja tilankäytössä, antavat lisää mahdollisuuksia hyviin suorituksiin kisoissa.

ASIASANAT:

Prototype, AKK-Motorsport, Off Road, Portaaliakseli, Airshock

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive- and Transportaion Engineering | Automotive Engineering

2012 | Total number of pages 26 attachment 5

Instructor Reijo Asp

Teemu Levo

PLANNING AND BUILDING OF A PROTOTYPE CLASS OFF-ROAD CAR

The objectives of this thesis were to document the planning and building of a Prototype class Off-road car and participate actively in all manufacturing phases. The main focus in the manufacturing was on the modification and mounting of the entire electrical system ensuring the operation of all systems. The planning was based on the rules of National Motor Sport Association of Finland (AKK-Motorsport). The Prototype class is a form of building which is the least dependable on the rules within the framework of AKK. Only the safety frame and safety equipment have strict requirements.

The building was completed simultaneously with the planning. After planning and manufacturing one set the next phase was begun. When manufacturing the car no compromises were made, and therefore the manufacturing was delayed significantly. The original goal for the car was 2011 Euro Trial, but currently season 2012 will see a new and competitive car to win championships.

The end result was a competitive car for future races. Partly because of this work, the team has decided to build another similar type of car using measures and space of this work.

KEYWORDS:

Prototype, AKK-Motorsport, Off Road, Portal axel, Airshock

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	2
2 SUUNNITTELUPERUSTEET	3
2.1 Prototyypen erityispiirteet ja kilpailusääntöjä	3
2.2 Vetotavat yleisesti	5
2.3 Tekniikka	7
3 VALMISTUSVAIHEIDEN SUUNNITTELU	10
4 AUTON OSIEN HANKINTA	12
5 AUTON VALMISTUS	14
5.1 Akselistot ja jarrut	14
5.2 Runkorakenne	16
5.3 Moottori-vaihteisto	17
5.4 Osien sijoittelu	19
5.5 Tukivarsisto ja jousitus	19
5.6 Ohjaushydrauliikka sekä toiminta	21
5.7 Sähköt ja hydrauliikka	22
5.8 Viimeistely	23
6 YHTEENVETO	24
LÄHTEET	26

LIITTEET

Liite 1. Prototype-säännöt

KUVAT

Kuva 1. Putkirungon rautalankamalli.

Kuva 2. Portaaliakselit.

Kuva 3. Moottorivaihteistopaketti.

Kuva 4. Portaalit asennuspenkissä.

Kuva 5. Siirretty akseliputki.

Kuva 6. Levyjarrut.

Kuva 7. Runkokehikko lisäputkilla.

Kuva 8. Tasauspyörästön hitsaus.

Kuva 9. V6-moottorin ja hydrauliiikkapumpun asettelu.

Kuva 10. Tukivarren ja vaihteiston kiinnitys.

Kuva 11. Taka-akselin kolmiotuet ja ohjaussylierit.

Kuva 12. Etuakselin tukivarret ja ohjaussylieri.

Kuva 13. Takapään Airshock-kiinnitys.

Kuva 14. Etupään Airshockin-tuenta.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä kuvataan Prototype-luokan Off road -auton valmistustyötä, joka tehdään Autourheilun kansallisen keskusliitto ry:n sääntöjen (liite 1) mukaan ja josta on tarkoitus tehdä ilman kompromisseja kilpailukykyinen. Työssä käytetyt rajat ovat ajan mittaan hyväksi todettuja sekä toimivia. Auton rakentamista suunnitellaan muiden vastaavanlaisten kilpa-autojen rakennetta ja ongelmia tutkimalla. Auton pituus, leveys sekä korkeus harkitaan tarkasti. Suunniteltujen mittojen muutos aiheuttaisi autolle suurta epävakautta kilpailutilanteessa. Kaikki nämä rajat on mahdollista toteuttaa hyvällä suunnittelulla, valmistustyössä pitäydytään ennalta sovituissa rajoissa. Myös kaikkien osien valmistustarkkuudet kyetään toteuttamaan helposti.

Työn toimeksiantaja on kiinteistöhuoltoyrityksen toimitusjohtaja Reima Kirsiaho. Hänellä on kokemusta erilaisista kilpa-autoilun muodoista jo 1970-luvulta lähtien. Tavoitteena on rakentaa Suomen mestaruuteen kykenevä kilpa-auto. Prototype-luokan tekniset määräykset sallivat vapaan rakentelun pois lukien turvavarusteet. Auton rakennus on aloitettu toukokuussa vuonna 2011, auton arvioitu valmistumisaika on vuonna 2012.

Opinnäytetyö käsittää suunnittelussa ja valmistuksessa käytettyjä toiminta- sekä valmistustapoja. Perehdytään eri vetotapojen teknisiin eroihin ja selvitetään tekniikan vaatimat muutokset ja perusparannukset. Työn suunnittelussa olivat mukana Reima Kirsiaho, Jyrki Lähde, Teemu Levo ja Tomas Nyholm.

2 SUUNNITTELUPERUSTEET

2.1 Prototyphen erityispiirteet ja kilpailusääntöjä

Prototype-luokassa ajetaan maastossa tai erikseen tehdyllä radalla. Tarkoituksena on läpäistä rata annetussa ajassa, mahdollisimman pienillä virhepisteillä. Yleensä radat käsittävät lähdön, kolmesta viiteen porttiparia sekä maalin. Maaston korkeuserot vaihtelevat 0-60 metriin. Yleisesti käytössä on neljän minuutin aikaraja, pitkillä radoilla poikkeuksellisesti järjestäjä voi nostaa aikarajaa viiteen minuuttiin tai lyhyillä radoilla alentaa rajaa kolmeen minuuttiin. Virheitä kertyy rikotuista reittimerkeistä, peruuttamisesta, aikarajan ylittämisestä ja virheellisestä ajosta. Radan reunoilla menee lippusiima, jonka katkaisemalla peli loppuu heti. Voittaja ratkeaa pienimmällä virhepisteellä, tarkemmin löytyy AKK:n sääntökirjasta Off road-luokan kilpailusäännöistä kohdasta 4.1.3.

Prototype-luokan ajoneuvolla tulee olla AKK-Motorsportin myöntämä katsastuskortti, josta ilmenee ajoneuvon kilpailukelpoisuus. Tähän korttiin merkitään kaikki katsastuksissa ilmenevät epäkohdat, ja ne on korjattava ennen seuraavaa kilpailua tai jos mahdollista, niin ajoneuvolle määrätään uusi katsastusaika ja viat on korjattava siihen mennessä. Kuljettajalla ja apukuljettajalla on myös oltava voimassa oleva kilpailulisenssi. Sen voi myös hankkia kilpailupaikalta niin sanottuna kertalisenssinä.

Kilpailutapahtumat ovat yleisöystävällistä katsottavaa. Parhailaan pystyy seuraamaan kolmea neljää rataa samaan aikaan, ja kalusto on näyttävää. Ajo radalla on kuskeille haasteellista ja aiheuttaa usein yleisölle hienoja, tosin joskus säikähdyksiäkin aiheuttavia tilanteita.

Autoa valmistettaessa käytetään ohjeistuksena AKK:n sääntöjä, pienillä runkolisäyksillä. Kyseessä on täysin putkirunkoinen malli, ja sen rungosta on tarkat tiedot AKK:n sääntökirjassa kohdassa 2.2.13., 3.6., sekä siitä eteenpäin koko Prototype-luokan ohjeistus sekä liite J, josta löytyy erikoissäännöt. Runko mää-

räytyy ainoastaan putkien osalta tarkkaan, ja siinäkin ainevahvuuden sekä saumattomuuden osalta, muuten rakentelu on melko vapaata.

Luokkajakona lajissa on viiteen eri ryhmään kuuluvaa kalustoa. Original-luokassa sekä standard-luokassa, joissa ajetaan tieliikennekelpoisilla ja katsastetuilla autoilla, rungon ja korirakenteen on oltava alkuperäistä vastaava, teknikaltaan alkuperäistekniikka ilman suuria muutoksia sallittu. Auton täytyy olla vastaavassa kunnossa kuin se on ollut maahantuotuna.

Harrastestandard-luokassa auton runkoa voidaan muokata auttavasti ja turva-kaariputket ovat pakolliset. Harrastestandard-luokan autojen tulee pääosin olla tieliikennekelpoisia poikkeuksena kilpailukilvälliset autot. Kilpailukilvällisten autojen kuitenkin tulee täyttää lajikohtaiset määräykset katsastuksessa sekä niiltä osin tieliikennesäännöt kuin vaaditaan.

Modified-luokan autojen koria saa muokata ikkunalinjan alareunasta ylöspäin haluamallaan tavalla. Turvakaaret ovat pakolliset. Tämän luokan kilpa-autoja ei tieliikenteessä saa käyttää. Auton tulee muistuttaa alkuperäistä ajoneuvoa vähintään ulkoisten mittojen, akseleiden sijoituksen sekä tunnistettavan merkin osalta.

Promodified-luokassa ajoneuvo on tunnistettava sarjavalmistaiseksi ajoneuvoksi vaikka koria saa vapaasti muokata. Auton on myös oltava nelivetoinen ja kaksiakselinen.

Prototype-luokan kilpailukalusto on rungoltaan ja koriltaan täysin vapaa eikä sen tarvitse muistuttaa mitään aikaisempaa automallia. Tekniikan valintaan saa käyttää kaikkea mahdollista jo valmistuksessa olevaa tai täysin itse suunniteltua ja valmistettua. Ainoat tarkat määräykset kohdistuvat turvalaitteisiin ja yleiseen turvallisuuteen. Kaluston tulee olla varustettu kahdella akselilla, nelivedolla ja neljällä ilmakumipyörällä.

AKK:n sääntöjen mukaan kori- ja runkorakenne määritellään tarkasti. ”Korin rakenne tulee olla täydellinen rakenne joka ei sisällä epäilyttäviä elementtejä. Siinä ei saa olla teräviä reunoja ja sen on muodostettava riittävä suoja matkus-

tajille. Kaikki moottorin ja voimansiirron pyörivät osat on suojattava ohjaamosta. Moottori, öljynlauhdutin ja jäähdytin on eristettävä paloseinällä ohjaamosta, sen on estettävä teknisten nesteiden pääsyn ohjaamoon.” (AKK-Motorsport 2012, Off road 3.6, liite J)

”Ajoneuvon muuttaminen on kielletty, ellei sitä erikseen ole sallittu ja vain sallitut muutokset ovat mahdollisia. Ajoneuvojen tulee olla kaksiakselisia, nelivetoisia ja neljällä ilmakumirenkaalla varustettuja. Mönkijät ja muut nelikot on kiellettyjä. Vaarallisiksi todetut ajoneuvot voidaan sulkea kilpailusta. Vain diesel ja bensiini ovat sallittuja polttoaineita.” (AKK-Motorsport 2012, Off road 3.6, liite J.)

2.2 Vetotavat yleisesti

Etuvetoinen auto

Etuvetoinen auto tarkoittaa etumoottorista ja etupyörävetoista autoa, jossa moottori on etuakselin edessä siirtäen voiman etuakselille. Tällainen kokoonpano on nykyään tyypillisin sen kompaktin koon vuoksi, koska moottori ja vetävät pyörät ovat samassa päässä autoa. Tällöin ei ole tarvetta tehdä keskitunnelia matkustamon läpi, jotta saataisiin kardaniakseli sijoitettua auton alle moottorin ja vetävän akselin väliin.

FF -autoja pidetään yleisesti ylivoimaisina FR-autoihin verrattuna, kun ohjaavat akselit ovat myös vetopyörät ja ajetaan teillä, joiden päällysteet ovat lumisia, mutaisia tai märkää päällystettä. Tehokkaat autot harvoin käyttävät FF-tyylistä ratkaisua, koska painonsiirtymä kiihdytyksissä vähentää etupyörien painoa ja näin ollen pitokykyä, asettaen rajan siirrettävän vääntömomentin hyödyksi käyttämiseen.

Yleisimmät konstruktiot ovat

- FF: Front engine, Front drive (etumoottori, etuveto)
- FR: Front engine, Rear drive (etumoottori, takaveto)
- 4WD,AWD,4X4 Four-wheel drive (neliveto)

Poikittain asennettu moottorivaihteistopaketti on yleisin etuvetoisissa autoissa käytetty malli, lukuun ottamatta muutamia poikkeuksia. Etuvetotekniikan asennusmalli aiheuttaa myös rajoituksia moottorin kokoon ja yleisesti nykyisten autojen moottoritilojen ahtauteen. Tästä johtuen moottorikoot ovat yleensä 4-sylinterisiä suorja tai 6-sylinterisiä v-malliin asennettuja moottoreita.

Etuvetoinen auto antaa enemmän sisätilaa, sillä voimansiirto on yksi kokonainen oma yksikkönsä moottoritilassa eikä ole tarvetta ottaa sisätilaa käyttöön vetoakseleita tai takatasauspyörästä varten ja lisätä näin tilaa matkustajille ja tavaroille.

Suora yhteys moottorin ja vaihteiston välillä vähentää massoja sekä mekaanisia hitausmomenteja voimansiirrossa verrattuna takavetoiseen autoon aiheuttaen näin myös polttoainesäästöä. Etuvetoisessa autossa voimansiirron massa on vetoakseleiden yläpuolella, mikä parantaa pitoa liukkaissa olosuhteissa (Bohner ym. 2001, 382).

Takavetoinen auto

Takavetoinen auto voi käsittää seuraavat kokoonpanot: etumoottorinen ja takavetoinen, takamoottorinen ja takavetoinen sekä keskimoottorinen ja takavetoinen. Takavedon etu verrattuna etuvetoiseen on hyvä pito kuivalla kelillä ja pitävällä pinnalla. Takavetoisen etuihin kuuluu myös hyvä painonjakauma. Peräkärryn vedossa takaveto on etuvetoa parempi sekä raskaalla tavaratilan kuormalla. Etuvetoisessa autossa edellä mainitut tilanteet keventävät vetävien pyörien massaa ja heikentävät pitokykyä. Takavedon huonoina puolina on ääritilanteissa tapahtuva käyttäytyminen, joten perusratkaisultaan etu- ja nelivetoinen auto on turvallisempi (Bohner ym. 2001, 381).

Nelivetoinen auto

Nelivetoisessa autossa on voimansiirto, joka sallii kaikkien neljän pyörän vastaanottaa vääntömomenttia moottorilta samanaikaisesti. Kaikkien neljän pyörän mahdollistaminen voimansiirtoon antaa paremman pitokyvyn monilla erilaisilla pinnoilla verrattuna normaaliin kaksivetoiseen autoon. Painojakauman siirtymi-

nen kiihdytettäessä tai jarrutettaessa ei vaikuta yhtä voimakkaasti nelivetoiseen kuin kaksivetoiseen autoon.

Nelivetoinen auto on Prototype-luokassa ja yleisesti Off road-ajossa ehdoton. Kilpailtaessa pinnoilla joiden kaltevuudet ja korkeus erot ovat hankalia edes kävellä, vaatii autolta nelivetoa, kunnon jousitusta sekä hyvää pitoa renkailta. Nelivetoisuus lisättynä nelipyöräohjauksella, saadaan ajosuoritusten tarkkuutta parannettua (Bohner ym. 2001, 382,429-431).

2.3 Tekniikka

Kori- ja runkorakenne

Kori on putkirunkomallia. Runkoputkien väliin tulee suojalevyjä estämään kivien, kuran ja suoran veden pääsy ohjaamoon. Lattia valmistetaan paksusta kulutuskestävästä raudasta, koska pohjaan tulee kohdistumaan suuria pistekuormia auton roikkuessa kivien ja kantojen päällä. Ohjaamon ja moottorin väliin tehdään tulipelti suojaamaan mahdollisilta nestepaloilta sekä vaihteiston päälle räjähdessusuoja ohjaamon suojaksi mahdollista vaihteiston rikkoutumista varten. Lisäksi tehdään suojalattia ohjaamon suojaksi, kardaanien rikkoutumisen ja pakoputkistojen kuumuden vuoksi. Turvakaariin käytettävä putki on tarkkaan määrätty säännöissä. Putkimateriaalin tulee olla vähintään 45 X 2,5 mm pääkaarien osalta sekä 38 X 2,5 mm muissa putkissa, näillä mitoilla putken on oltava saumatonta. Jos käytetään saumallista putkea, muuttuvat mitat pääkaariputken osalta 50 X 2,0 mm ja muissa putkissa 42 X 3,2 mm.

Moottori ja voimansiirto

Moottori valikoitui tehon tarpeensa mukaan. Haimme minimissään 150 hevosvoimaa tuottavaa moottoria ja samalla vääntömomentin oli oltava riittävä. Polttoaineena oli oltava bensiini, jotta tarvittava määrä moottorin kierroksia oli saatavilla. Dieselmoottorien tuottamat tehot on myös saatavilla vaadittuun teholuokkaan, mutta ne eivät tuota riittävän suurta kierrosherkkyyttä eikä kierrosnopeutta kuin bensiinimoottori.

Vaihteistoksi määräytyy automaattivaihteisto, koska automaattivaihteisto on pehmeämpi ja kytkimen käyttö jää pois. Automaattivaihteistolla saadaan aikaiseksi tasainen liike ilman mahdollisia nykäisyjä. Samalla saadaan auton huolto-tarvetta pienennettyä mahdollisten kytkinrikkojen jäädessä pois. Automaattilaatikko tekee kilpailutilanteessa hankalien ja vaativien paikkojen suorittamisesta huomattavassa määrin helpompaa kuin kytkinkäyttöisen vaihteiston käyttö. Vaikka välityssuhteet ovat perusteiltaan samat automaattilaatikossa kuin käsivalintaisessakin vaihteistossa, aiheuttaa automaattilaatikko momentinmuuntimensa ansiosta hitaassa nopeudessa parempaa momentinsiirtokykyä kuin käsivalintainen vaihteisto.

Akselistot ja jousitus

Akselistoiksi ei muita vaihtoehtoja edes mietitty kuin portaaleja. Ne antavat parhaan mahdollisuuden suoriutua kilpailuista jo pelkästään antamansa lisämaavaran johdosta. Samoin suunnittelemaamme kokonaisuus ei tarvitse alennuslaatikkoa portaalien toimiessa tavallaan alentavana voimansiirron osana. Portaaliakselissa tasauspyörästä ja vetoakseliputket ovat sijoitettuna pyörän keskilinjan yläpuolelle ja portaalivaihteiston avulla saadaan voima siirrettyä vetoakselista pyörän keskinavalle. Portaaliakselit ovat pääosin käytössä Mercedes Unimog-ajoneuvossa ja raskaissa maastoon tarkoitetuissa ajoneuvoissa. Akselistot ovat kokonaan alkuperäisesti tehdasvalmisteisia ja jouduimme näitä muokkaamaan osittain.

Tavoitteena on sovittaa kolmiotukivarret sekä eteen että taakse, mutta tilantarpeen tehdessä ratkaisusta hankalan joudumme muuttamaan etupäähän kaksi pitkittäistä tukivartta ja yhden kolmiotukivarren.

Jousituksessa vaihtoehtoja on useita. Kierrejousituksella saisimme muutettua autoa kaikille maastomuodoille sopivaksi tarpeen vaatiessa. Kierrejousitus kuitenkin vaatii rinnalleen oman iskunvaimenninjärjestelmän ja tilat tällaiseen eivät ole mahdolliset. Vääntäjouset puolestaan mahtuisivat tilan puolesta, mutta toteutus muuten on hankalaa ja riittävien kiinnityspisteiden teko muuttuisi varsin haastavaksi. Päädyimme Airshock-jousitus/vaimennukseen tilan, käyttömuka-

vuuden sekä asennushelppouden johdosta. Näin suunniteltu jousto- ja vaimenuskyky on mahdollista muuttaa eri maastotilanteisiin kaasun ja öljyn määrää muokkaamalla.

3 VALMISTUSVAIHEIDEN SUUNNITTELU

Auton valmistusta suunniteltiin muita vastaavia kilpa-autoja tutkimalla. Suunnittelun vaativin osa oli siinä, että autoon ei saanut tulla yhtään suunnittelumuutosta, vaan kaiken piti mahtua sovittujen mittojen sisään. Autolle päätettiin enimmäisulkomitat, joita ovat leveys 1 840 mm, pituus 3 200 mm ja akseliväli 2 520 mm, mitoista ei poikettaisi missään nimessä. Mitoista poikkeaminen aiheuttaisi epämiellyttäviä tilanteita kilpailutilanteissa. Muuttuessaan akseliväli aiheuttaisi pienentyessään keulan tai takaosan kautta ympäripyörähdysten turhankin helposti, puolestaan kasvatettaessa akseliväliä esteiden ylitys vaikeutuisi huomattavasti. Leveyttä lisättäessä kilpailussa portin läpäisy tuottaisi hankaluutta, porttivälin ollessa kiinteä kolme metriä. Läpäistyn portin jälkeen on kuitenkin ajettava seuraavalle jakson portille, ja kun leveys ja pituus ovat kohdallaan, voidaan käyttää parempia ajolinjoja kuin mitä leveät ja pitkät kilpa-autot. Jo 10 senttimetrin muutos auton mittoihin hankaloittaa käyttöä huomattavasti.

Mahdollisuudet tietokonepohjaisen ohjelmiston käyttöön oli vähäiset. Ainoastaan muutamia yksityiskohtaisia osia voitiin tietoteknisesti muokata suunniteluohjelmistoilla. Tietoja koneiden ja akseleiden valmistajilta ei saanut tuotantoteknisistä syistä, joten suurin osa osista piti suunnitella rautalankakehikon (Kuva 1) avulla, jotta nähtiin heti, että mitään ei jää lopullisesta kokoonpanosta puuttumaan. Mallin avulla saimme helposti selville ohjaamon koon sekä moottorin sijoituspaikan auton linjoihin nähden. Näin tehtynä kaikki osat saadaan mahtumaan omille paikoilleen. Samalla penkin avulla nähtiin kuljettajien tilat sekä lisälaitteiden sijoittelupaikat.

Kori suunniteltiin aluksi 10 mm rautatangosta luonnolliseen kokoon. Tätä mallia käyttäen lopulliset kaariputket väännettiin ja hitsattiin kasaan. Kaariputkien valmistumisen jälkeen tehtiin korin pohjapelti paksuudeltaan 4 millimetriä vahvaa kulutuksen kestävästä terästä ja siihen kiinnitettiin korin lisäksi akseliston vaatimat pitkittäistuet sekä moottorin ja vaihteiston vaatimat kiinnityspisteet.



Kuva 1 Putkirungon rautalankamalli.

Kaikki muut osat on tehty tähän autoon oman suunnittelun tuloksena. Ainoat valmiit osat käsittivät portaaliakselit sekä moottorivaihteisto-paketin, tosin niitäkin on muokattu oleellisesti.

Työn suunnittelussa olivat mukana Reima Kirsiaho, Jyrki Lähde, Teemu Levo ja Tomas Nyholm. Suunnitteluvaiheessa jaettiin myös työalueet jokaiselle. Jyrki Lähde teki kaikki hitsaukset ja osan kori-/laitteistosuunnittelusta, hän myös muokkasi vaihteiston tasauspyörästön osalta. Reima Kirsiaho hankki tarvittavat tarvikkeet, toimi osien muokkauksessa ja valmistuksen päärakentajana. Tomas Nyholm toi arvokasta tietoa auton suunnitteluun, hän onkin tehnyt jo useamman vastaavanlaisen auton. Viimeisin häneltä valmistunut on myös Euroopan mestariauto, joten suunnittelu oli hyvin vakaalla pohjalla. Itselleni jäi kokonaisuudessaan sijoittaa jäljelle jääviin tyhjiin tiloihin kaikki tarvittava sähkö ja hydraulikka. Tein myös muutostyöt moottorin osalta. Osia työstettiin Off road -tallilla sekä jonkin verran Multi-Lift Oy:ssä sekä Turun ammattikorkeakoulussa.

4 AUTON OSIEN HANKINTA

Ensimmäisenä autoon hankittiin portaaliakselit (kuva 2). Portaaliakselit löydettiin Hollannista, ne ovat kuuluneet aikaisemmin Unimog-merkkiseen ajoneuvoon. Käyttötarkoitustamme ajatellen nämä akselit ovat kestävimmit ja helpommat muokata.



Kuva 2. Portaaliakselit.

Akseli lisää auton maavaraa ja parantaa sen maastoajo-ominaisuuksia. Portaaliakselissa akseliputki ja tasauspyörästä ovat sijoitettuna pyörän keskipisteen yläpuolelle. Portaaliakselissa on myös peränvälityksen lisäksi vielä itse portaalissa 1:8.1 alennus, joka mahdollistaa hyvin pienien pyörimisnopeuksien ja suurien momenttien siirtymisen.

Moottori-vaihteistoyhdistelmä (kuva 3) saatiin Keski-Suomesta ostetusta Opel Vectra-merkkisestä autosta. Moottorina toimii 2.5l V6-moottori, joka kehittää 170 hevosvoimaa. Moottorin tyyppi x25xe ja vaihteiston tyyppi Aisin AT22. Vaihteistona on moottoriin kuuluva automaattivaihteisto. Kyseinen ajoneuvo on va-

rustettu etuvetotekniikalla ja tarvitsimme kilpa-autoon nelivetotekniikan, joten sijoitimme etuvetotekniikan pitkittäin keskelle autoa. Tällä tavoin sijoitettu moottorivaihteistoyhdistelmä on pieni ja kevyt sekä yksinkertainen puuttuvan alenuskvaihteiston ansiosta. Aikaisempi vasen vetonivel on nykyiseen kokoonpanoon muutettu etukardaaniksi ja oikea vetonivel muutettu takakardaaniksi. Vanhoista vetonivelistä käytettiin ainoastaan laatikon sisään menevät rihloitusvarret. Varsiin hitsattiin kardaanin kiinnitystä varten omat laipat ja kardaanit valmistettiin Toyota Land Cruiser -merkkisen ajoneuvon etukardaanista.



Kuva 3. Moottorivaihteistopaketti.

Autoon hankittiin osia tarpeen mukaan valmistuksen edetessä. Jousitus/iskunvaimenninpaketti sekä renkaat tilattiin Yhdysvalloista. Ne ovat kokoa 39.5”X13.50”-17”. Maksimissaan renkaat saisivat olla 1250 mm korkeat, jolloin ne vastaavat 49” renkaita, mutta auton rajoista johtuen tähän kokoonpanoon ei isompia saanut sopimaan. Kaikkien kääntökulmien ja joustojen liikkeistä johtuen isommat pyörät olisivat rajoittaneet liikkeitä liikaa.

Hydrauliikkapumppu teetettiin tätä autoa varten suomalaisessa yrityksessä. Pumppu on tyypiltään Orbitrol. Suurin osa kaikista autoon tulevista muista pienemmistä osakokonaisuuksista tehtiin itse ja niiden valmistamiseen käytetyt mallit jätettiin tallin hyllyyn odottamaan uutta käyttöä joko tähän autoon tai seuraavaan projektiin.

5 AUTON VALMISTUS

5.1 Akselistot ja jarrut

Käytetyt portaaliakselit ovat etuakseleita. Mukana tuli myös taka-akseli, mutta sitä käytetään ainoastaan varaosina. Taka-akseliksi tuleva etuakseli jouduttiin purkamaan ja portaaliboksit vaihtamaan puolelta toiselle, koska muutoin hammasrattaiden kulmat olisivat olleet väärät. Portaalit kiinnitettiin asennuspenkkiin oikeille paikoilleen ja ympärille alettiin valmistaa autoa. (kuva 4.)



Kuva 4. Portaalit asennuspenkissä.

Portaaliakselit lähetettiin sorvaamoon, jossa etuakselin runkoputki siirrettiin vastaamaan taka-akselin runkoputkea. (kuva 5.) Samalla vanhoista akseleista vaihdettiin kaikki kuluvat osat. Kardaaniinnitykset jouduttiin muokkaamaan käyttötarkoitusta varten, ja vanhoja kardaaniputken tunneleita ei voitu käyttää liiallisen tilan tarpeen tähden. Akseleissa oli alkujaan rumpujarrujärjestelmä, joka muutettiin levyjarrulliseksi. (kuva 6.)



Kuva 5. Siirretty akseliputki.

Jarrusatulat löytyivät valmiina Yhdysvalloista ja ovat Wilwood-merkkiset. Levyt tehtiin plasmaleikkurilla ja sorvaamalla. Kiinnitykset pyörään ja napaan saatiin aikaiseksi tekemällä sovitepalat. Myös vanteen sovitus jouduttiin tekemään erillisen sovitusrenkaan avulla (kuva 6).



Kuva 6. Levyjarrut.

Jarrusatulan kiinnikkeet oli väännettävä ja muokattava kokonaan sopivista rautapaloista, koska mitään vastaavaa ei valmiina saanut. Tämän tyyliin akselitorakenteeseen ei edes akseliston valmistajalla ollut levyjarru mahdollisuutta, minkä vuoksi osat ovat kokonaan omaa suunnittelua sekä valmistusta. Ainoa vaihtoehto tehdä tällaisia kiinnikkeitä tässä tapauksessa oli valmistaa ensik-

si pahvimalli ja muokata se sopivaksi. Saatuaamme pahvimallin valmiiksi siirrettiin sen muoto rautalevylle ja levy työstettiin sopivaksi. Muokattu levy sijoitettiin asennuskohtaansa ja sopivat kiinnikkeet suunniteltiin paikalla kohdalleen. Lopuksi asennettiin kaikki osakokonaisuuteen kuuluvat osat ja tarkastettiin osien toimivuus.

5.2 Runkorakenne

Koko korirakenne käsittää samalla auton ohjaamon mitat. Turvallisuutta ei voi liikaa korostaa saati suojauksia liikaa tehdä, joten olemme lisänneet tarpeelliseksi katsomamme määrän lisäputkia koko autoon, kuitenkin niin ettei näkyvyyttä ole estetty tarpeettomasti (Kuva 7). Ohjaamoaa saa tehdä sekä yksi- että kaksipaikkaiseksi. Tästä tehtiin kaksipaikkainen, jotta kaikkia järjestelmiä ei tarvitse tehdä kuskin käsiteltäviksi. Kilpailutilanteessa apukuski näkee paremmin oman kylkensä ja pystyy näin informoimaan kuljettajaa mahdollisista esteistä ja ajolinjoista, jotka on sovittu ennen radalle menoa.



Kuva 7. Runkokehikko lisäputkilla.

5.3 Moottori-vaihteisto

Jotta moottori-vaihteistopaketi tulisi mahdollisimman kevyt ja pieni, ei alenusaalattikka sovitettu mukaan ollenkaan. Etuvetotekniikka asennettiin pitkittäin ja etu- sekä takakardaanien väliin laitettiin vedonkatkaisimet. Koko moottori käytiin läpi ja kunnostettiin tulevaa käyttöä silmällä pitäen. Pääasiallisesti kuluvat osat uusittiin ja lisälaitteiden aikaisemmin vaatimat apuhihnapyörät muokattiin nykyiseen käyttöön sopiviksi. Koska tämän tyyppisessä autossa ei ilmastointia eikä ohjaustehostinta voitu hyödyntää, jouduimme rakentamaan lataukselle sekä vesipumpulle oman hihnavetojärjestelmän. Hydraulikkapumpua varten koneistettiin kampiakselin hihnapyörän jatkeeksi oma lisähihnapyörä, josta saatiin voima siirrettyä hydraulikkapumpulle.

Vaihteiston osalta jouduttiin tasauspyörästä hitsaamaan (Kuva 8) umpeen ja turbiini muokkaamaan siten, että vakiolaatikko ottaa kiinni 700 kierroksella ja muutoksen jälkeen vaihteisto ottaa kokonaan kiinni vasta 2000 kierroksen jälkeen, jotta saadaan voima ulos ilman viivettä kun sitä tarvitaan.



Kuva 8. Tasauspyörästä hitsaus.

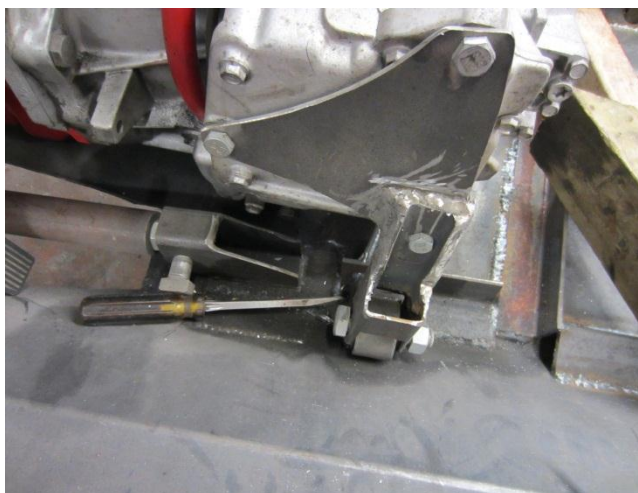
Akseliston vaatiman liikkumiskyvyn säilyttämiseksi sekä painopisteen saaminen optimaaliseksi oli moottori sijoitettava keskelle autoa (Kuva 9). Tämä vie tilaa kuljettajalta ja apukuljettajalta, mutta auton suorituskyky pysyy riittävänä. Varinaisen ohjaamon lattian alle tehtiin takakardaanille oma kulkutunneli. Kardaa-

niin jouduttiin lisäämään kannatinlaakeri, jotta linjaus taka-akselille saatiin riittävän suoraksi.



Kuva 9. V6-moottorin ja hydraulikkapumpun asettelu.

Ennen tarvittavien suojiin valmistusta, moottorin ja vaihteiston kiinnityspisteet rakennettiin pohjalevyn ja aikaisemmin käytettyjen kiinnityspisteiden paikalle (kuva 10).



Kuva 10. Tukivarren ja vaihteiston kiinnitys.

Moottorin ja vaihteiston päälle tehtiin tulipelti, jotta ohjaamo saatiin suojattua mahdollisilta nesteroiskeilta sekä konerikon aiheuttamilta sirpalevahingoilta.

5.4 Osien sijoittelu

Auton käyttö tulee olemaan varsin rajattua, joten tarvittavien säiliöiden suuruus ei ole ratkaiseva. Polttoainetankki sekä hydraulikkasäiliö sijoitettiin taka-akseliston yläpuolelle ohjaamon taakse turvakehikon sisään mahdollisimman suojaiseen kohtaan, niiden rinnalle asennettiin myös kompressori ja painesäiliö tuomaan ilmaa vetopyörästön lukoille sekä vaihteistoöljynlauhdutin. Tilavuudet jäävät noin 20 litraan. Jäähdytin ja hydraulikka pumppu sijoitettiin keulaan. Varsinaisen ohjaamon lattian alle tehtiin toinen lattia ja näiden pintojen väliin sijoitettiin kardaanit, hydraulikkaputket sekä pakoputkisto. Eteen sijoitettavat moottorin ja vaihteiston jäähdyttimet jouduttiin sijoittamaan vaakatasoon suoraan konepeiton alapuolelle, johtuen jousituksesta sekä hydraulikka pumpun isosta koosta. Samalla moottorin ilmanotto jouduttiin tuomaan konepeiton läpi suoraan ylös.

5.5 Tukivarsisto ja jousitus

Tukivarsisto valmistettiin vaunuporan teristä, johtuen niiden kovuudesta ja sitkeydestä. Taakse tehtiin kaksi käänteistä kolmiotukivartta. Ne sijoitettiin toisiinsa nähden samaan linjaan keskilinjaan nähden. Alempi kolmiotukivarsi kiinnitettiin akselirunkoputken päädyistä keskelle 25 senttimetrin päähän ja akseliputken alapintaan pohjapanssarin keskilinjaan. Ylempi kolmiotukivarsi sijoitettiin taka-akselin tasauspyörästön kotelon päälle keskelle ja runkoon kiinnitys tapahtui akselin kiinnityspisteitä vastaan samalle kohdalle. Näin saatiin riittävä liikkumatiila akselistolle sekä esteetön toiminta taka-akselin kääntyvyydelle (kuva 11).



Kuva 11. Taka-akselin kolmiotuet ja ohjaussylinteri.

Etutukivarsisto tehtiin yhdellä kolmiotukivarrella ja kahdella pitkittäisellä tukivarrella. Etuakseliston kiinnitystä ei voinut toteuttaa kuten taka-akselia moottorin sijoittelun johdosta. Kolmiotukivarsi kiinnitettiin runkoon kahdesta kohtaa lähelle auton reunaa ja akseliston kiinnityspiste sijoitettiin tasauspyörästä kotelon päälle (kuva 12).



Kuva 12. Etuakselin tukivarret ja ohjaussylinteri.

Jousituksesta ja iskunvaimennuksesta vastaa 16 tuuman AirShock-järjestelmä. AirShock on typpikaasulla ja öljyllä säädettävä iskunvaimentimen mallinen sekä toiminnaltaan vastaava ja sen avulla voidaan jättää perinteisemmät lehti- ja kierrejousi ratkaisut pois. Jousituksen suoraa ulosjoustoa joudutaan rajoittamaan neljä tuumaa. Ristiriipunta tilanteessa voidaan käyttää kaikki jousituksen ulos-

jousto hyödyksi. Maavaraksi saatiin alimmillaan 60 cm ja korkeimmalla korkeudella 90 cm. Esimerkkinä oikea etupyörä on kiipeämässä 1.2 metrin esteen päälle, niin kaikki kolme muuta pyörää on vielä kosketuksissa maahan. Takapäässä Airshockin-kiinnitykset kaariputkiin jouduttiin vahvistamaan (kuva 13) ja etupäässä tehtiin kokonaan omat lisätuennat sekä kiinnityspisteet (kuva 14).



Kuva 13 Takapään Airshock-kiinnitys Kuva 14 Etupään Airshockin-tuenta.

5.6 Ohjaushydrauliikka sekä toiminta

Ohjaus muutettiin täyshydrauliseksi, jolloin saatiin helpommin sijoitettua molempien akselien ohjauslaitteet. Tilaa perinteisille hammastankojärjestelmille ei kokoonpanossa ole ja hydrauliikan ansiosta voidaan ohjauspyörän käskyt siirtää ohjaussylintereille huomattavasti vähemmän tilaa vievin ratkaisuin. Järjestelmässä ei ole kiinteää yhteyttä ohjaukseen vaan pyöräkulmien muuttaminen tapahtuu ohjausventtiileiden (Orbitrol) avulla.

Orbitrol-ohjausvaihte käsittää neljä erillistä hydrauliikkaletkun paikkaa. Nämä paikat käsittävät seuraavat toiminnot: kierto sisään hydrauliikkapumpulta, kierto ulos hydrauliikkasäiliölle, oikea ohjaussylintereille ja vasen ohjaussylintereille. Etu- sekä taka-akselille asennettiin molempiin kaksi kappaletta kaksitoimisia ohjaussylintereitä. Hydraulinen ohjausvaihte kääntää hydrauliikkaöljyn suunnan haluttuun suuntaan aiheuttaen haluttujen pyörien kääntymisen halutulla tavalla. Taka-akselille meneviin ohjaushydrauliikkaputkiin sijoitettiin paineensäätöventtiili-

lit, jotta ohjaus saataisiin maltilliseksi korkeilla kierroksilla. Etuakseli ohjautuu ohjauspyörästä kääntämällä, taka-akselin toimintaa säädetään erillisillä sähkömagneettisilla katkaisimilla sekä vaihdevipuun liitetyllä sauvaohjaimella.

5.7 Sähköt ja hydraulikka

Auton mitoista johtuen sähköille ei turhaa tilaa jäänyt, joten alkuperäistä johdotusta voitiin käyttää vain avustavasti. Alkuperäisestä mittaristosta poistettiin ajo-tietokone, mutta varoitusvalojärjestelmä jätettiin toimintaan. Järjestelmästä poistettiin kaikki turvalaitteisiin liittyvä, kuten turvatyyny ja voiden esikiristimet. Alkuperäinen johtosarja liitettiin moottoriin sekä vaihteistoon ja toimintakunto tarkistettiin ennen muutoksia. Kunnan tarkistuksen ja toiminnan varmistumisen jälkeen aloitettiin muutostyö. Kaikki turha riisuttiin järjestelmästä pois kuten ilmastoinnin ja sisäyksiköiden liitännäiset. Moottorin ja vaihteiston ohjausjärjestelmien tiedonkeruu ja säätöyksiköt asennettiin apukuljettajan jalkatilan yläosaan, suojaiseen mahdollisimman kuivana pysyvään paikkaan. Kaikkia johtosarjan johtoja muokattiin runsaasti.

Vaihteiston räjähdesuojan päälle sijoitettiin kaikki mittaristot ja katkaisimet. Kuljettajan sekä apukuljettajan penkkien väliin tehtiin muotoiltu laatikko, jonka sisään pyrittiin asentamaan suurin osa sähköistä. Alkuperäinen johtosarja lyheni yli kahdella metrillä kauttaaltaan. Kun tarpeelliset johdot olivat asennettu alkuperäisestä sarjasta, aloimme lisätä uutta tilalle sen mukaan mitä laitteita oli tullut lisää. Hydraulikkapumppu ja ohjauslaitteet tarvitsivat omat mittaristot, anturit sekä painekatkaisimet. Polttoainepuolelle tuli uudet anturitunnistimet, pumppujohdotus sekä painetunnistimet. Lisävesikiertopumppuja laitettiin kaksi, näin saatiin vesikierto riittävän suureksi tyhjäkäynnillä ja lämpö siirrettyä lauhduttimelle paremmin.

Moottorinohjausta muokattiin ulkoisesti hyväksi käyttämällä entisen ohjaustehostimen kuormitustunnistimen sekä ilmastoinnin käyttötunnistimen muokkamista moottorin kierrosten ja samalla väännön nostamiseen erillisillä katkaisijoilla ajotilanteen vaatiman tehon tarpeen lisäämiseksi. Vaihteiston sähköistykseen

tehtiin vaihteiston pakkolukituskatkaisin määrättyjä vaihteita varten, sekä tarvittavan vääntömomentin nousua ajatellen moottorin kierroslukua nostava ohituskatkaisin.

5.8 Viimeistely

Kaikkien järjestelmien toimiessa ja auto koeajettuna alkaa lopullinen uurastus ennen varsinaista kilpailukäyttöä. Koko auto puretaan kappaleiksi ja osat maalataan tiimin väreihin. Sisäverhoilut ja koristeet asennetaan paikoilleen, huvi-elektroniikka liitetään ohjaamon laitteisiin. Tekniikkaan tehdään täysi huolto eli vaihdetaan kaikki nesteet, suodattimet ja mahdollisesti testeissä rikkoontuneet osat. Maalausten ja testiajossa rikkoontuneiden osien vaihdon jälkeen auto kasataan lopulliseen ulkonäköönsä.

6 YHTEENVETO

Toimeksiantaja oli asettanut tavoitteeksi suunnitella ja valmistaa sellaisen Prototype-luokan kilpa-auton Off roadiin, jolla voitaisiin saavuttaa menestystä. Tehtäväni oli suunnitella, toteuttaa ja dokumentoida sähköihin sekä hydraulikkaan liittyvät asiat. Suunnittelun pohjana olivat Prototype-luokan säännöt sekä tekniset määräykset.

Suunnittelu alkoi, kun käytettävä tekniikka oli päätetty. Osaavaa tietoa saatiin aikaisemmalta Euroopan mestarilta ja muilta lajin harrastajilta. Toimeksiantajan vankka kokemus lajista ja sen eri muodoista vaikutti rakennusvaiheiden valmistamiseen. Teoreettisesti suunniteltujen osien sopivuus lopulliseen kokoonpanoon aiheutti usein jopa suuria muutoksia osien runkorakenteeseen.

Runkorakenteiden valmistuttua siirryttiin pohjapeltien tekoon, johon tuli kiinni suoraan kaikki mahdollinen akseleita lukuun ottamatta. Ohjaamo muokattiin rungon, korin ja räjähdepeltien väliseen tilaan. Tilaa ei mainittavasti jäänyt kuskeille, mutta koska ajomatkat ovat lyhyitä ja kisat aikarajattuja, ei siitä aiheutunut haittaa käyttöä ajatellen.

Normaalisti tällaisen ajoneuvon suunnittelu ja rakentaminen vie kaksi vuotta aikaa, jo pelkästään siitä syystä, että harrastusta hoidetaan päivätöiden ohella silloin, kun aikaa on. Vuoden 2011 keväällä aloitettu suunnittelu ja valmistustyö saatettiin loppuun 2012 keväällä. Tämän työn aikana ei ole tullut uusia sääntömuutoksia, joten valmistuminen ei ole viivästynyt niiden vuoksi.

Lopullisen auton hintaa ei määritellä, koska harrastuskalustolle hinnan määrittäminen tuottaa aina hankaluuksia. Valmiin kilpa-auton hinnalla saisi helposti hankittua ylemmän luokan käyttöauton.

Kaikki auton valmistuksen aikana mukana olleet ovat pitäneet tämän auton rakentamista kiinnostavana ja innostavana. Kun autoa jatkossa testataan ja säädetään, tulee varmasti vielä muutoksia, koska Prototype-auto ei ole koskaan

valmis. Vaikka kaikki toimii ja laitteet ovat hyvät, tulee aina lisää parempia osia ja toimintatapojen toteutuksia rakenteiden kestävyuden parantamiseksi.

Mielestäni onnistuimme saamaan halutunlaisen kokonaisuuden ja saavuttamaan tavoitteemme toimivan auton valmistamisessa. Pystyimme kehittämään aikaisempia muiden Prototypen autoja tutkimalla hyvin tiiviin ja ilman suunnittelumuutoksia olevan kilpa-auton. Tulevaisuus ja menestyminen kansainvälisissä kisoissa näyttävät, miten hyvin olemme työssä lopulta onnistuneet.

LÄHTEET

AKK-Motorsport ry 2012. Viitattu 14.2.2012

<http://www.autourheilu.fi/attachements/2011-11-01T11-03-28175.pdf>

AKK-Motorsport ry 2012 Liite J: Viitattu 14.2.2012

<http://www.autourheilu.fi/attachements/2011-12-13T14-32-43175.pdf>

Bohner , M; Fischer, R; Gscheidle, R & Keil, W & Leyer, S & Saier, W & Schlögl, B & Schmidt, H & Siegmayer, P & Wimmer, A & Zwickel, H. 2001. Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik. Salzweg:Tutte Druckerei GmbH

3.6 Ryhmä P (prototype)

3.6.1 Yleisesti

Ajoneuvon muuttaminen on kielletty, ellei sitä erikseen ole sallittu ja vain sallitut muutokset ovat mahdollisia.

Ajoneuvojen tulee olla kaksi akselisia, nelivetoisia ja neljällä Imakumirenkaalla varustettuja. Mönkijät ja muut nelikot ovat kiellettyjä. Vaarallisiksi todetut ajoneuvot voidaan sulkea kilpailusta. Vain diesel ja bensiini ovat sallittuja polttoaineita. Näiden lisäksi ovat seuraavat säännöt voimassa:

3.6.2 Runko/kori

3.6.2.1 Runko/alusta/akseliväli

Vapaa

3.6.2.2 Kori

Vapaa, Korin tulee olla täydellinen rakenne joka ei sisällä epäilyttäviä elementtejä. Siinä ei saa olla teräviä reunoja ja sen on muodostettava riittävä suoja matkustajille. Kaikki moottorin ja voimansiirron pyörivät osat on suojattava ohjaamosta. Moottori, öljynlauhdutin ja jäähdytin on eristettävä paloseinällä ohjaamosta, sen on estettävä teknisten nesteiden pääsyn ohjaamoon. Ohjaamossa on oltava lattia, vähintään 2mm alumiinista tai 1m pellistä.

3.6.2.3 Mitat/ulkomuoto

Vapaa.

3.6.2.4 Tuulilasi/tuulilasinkehys/peilit

Tuulilasin kehysineen ja kiinnikkeineen saa poistaa.

Kaikki mahdolliset peilit ovat sallittuja.

Jos autossa on laseja niiden tulee olla lexan tai polycaronaattia.

Myös auton alkuperäiset lasit hyväksytään jolloin tuulilasin oltava laminoitu ja sivu/taka lasit karkaistua.

3.6.2.5 Korin korottaminen

Korin korottaminen on sallittua, korotukset on tehtävä tukevasti.

3.6.2.6 Puskurit

Vapaa.

3.6.2.7 Lattia/tulipelti/vaihteistotunneli

Vähintään 2mm alumiini- tai 1mm peltilattia tulee olla asennettu, mikäli alkuperäinen lattia on poistettu. Tulipelti oltava.

3.6.2.8 Ohjaamo

Autossa tulee olla suojaavat pellit estämässä moottorista, lauhduttimista, jäähdyttimestä tai näiden putkista roiskuvia nesteitä tai paloa ohjaamoon.

3.6.2.9 Koriin kiinnitetyt osat

Vähintään puoli-ovet on oltava. Määritelmä puoli-oville:
Oviaukko tulee peittää siten että se estää jalkojen joutumisen auton ulkopuolelle kaadossa. Oven tulee yltää vähintään ajoneuvon vyötärölinjalle. Lisäksi oven tulee yltää vähintään kuormaamattoman istuimen istuinosan korkeimman kohdan tasalle. Ovi voi olla tehty esimerkiksi pellistä, puusta jne. Ovi voi olla avattava.

3.6.2.10 Nesteputket

Korin ulkopuolella kulkevat nesteputket (öljy, jarruneste, polttoaine) tulee suojata vauriolta. Korin sisäpuolella kulkevat putket tulee suojata tulipalo riskiltä. Alkuperäiset linjastot hyväksytään sellaisenaan.

3.6.2.11 Panssarit

Panssarointi on vapaa.

3.6.3 Pyörätuenta

3.6.3.1 Jouset

Jousitus on oltava, kiinteät akselit on kielletty.

3.6.3.2 Jousen riipukkeet

Vapaa.

3.6.3.3 Iskunvaimennus

Vapaa.

3.6.3.4 Jousituksen tasonsäätö

Vapaa.

3.6.3.5 Akselin tuet/kallistuksenvakaaja

Vapaa.

3.6.4 Ohjauslaitteet

3.6.4.1 Ohjauslaitteet

Vapaa, runko ohjaus ei ole sallittu.

3.6.5 Jarrut

3.6.5.1 Jarrut

Jarrujen rakenne on vapaa (esim. vaihtaminen levyjarruihin).

Jarrujen voimanjako akselilla tulee olla sama.

Jarrujen tulee olla hyvin toimivat. Ohjausjarrut ovat

2012

230

sallittu. Jarruletkut ja putket tulee olla tukevasti kiinnitetyt

ja suojatut. Vähintään yksi jarrulaite jokaista pyörää

kohden.

3.6.5.2 Seisontajarru

Toimiva seisontajarru on oltava. Kardaani-jarru kardaanisissa

hyväksytään. Seisontajarrun käyttölaite voi olla

mekaaninen tai hydraulinen ja sen on oltava lukittava.

Seisontajarrun on oltava erillinen järjestelmä joka on

mekaanisesti riippumaton käyttöjarruista ja sen on vaikutettava

yhteen akseliin. Vaihteistossa oleva lukitsin, ei

ole riittävä seisontajarru.

3.6.5.3 Ohjausjarru

Ohjausjarru on sallittu.

3.6.6 Pyörät

3.6.6.1 Renkaat

Ilmakumirenkaat. Nastat ja ketjut sekä paripyörät ovat kielletty. Kuormittamaton maksimi halkaisija 1250mm.

3.5.6.2 Vanteet

Vanteet ovat vapaat. Raidevälin leventäjät ovat sallittuja.

3.5.6.3 Lokasuojat

Vapaa.

3.6.7 Moottori

3.6.7.1 Moottori

Moottori on vapaa.

3.6.7.2 Polttoainelaitteet

Vapaa. Järjestelmä on varustettava jousella, joka pakottaa tyhjäkäynnille, mikäli kaasua ei paineta.

3.6.7.3 Jäähdytysjärjestelmä

Vapaa, mutta jäähdytin ei saa sijaita ohjaamossa. Mikäli jäähdytin on sijoitettu kuljettajien taakse, tulee se olla katettu suoja Pellillä joka estää kuumien nesteiden pääsyn ohjaamoon kaikissa asennoissa, myös kaadoissa.

Kaikki putket ja letkut tulee olla tukevasti kiinnitettyjä sekä mikäli ne kulkevat ohjaamon läpi, suojattu siten ettei niihin pääse polttamaan itseään tai niiden rikkoontuessa niistä suihkuava neste ei pääse polttamaan.

3.6.7.4 Polttoainetankki/polttoaineputket

Polttoainetankki on vapaa, mutta sen tulee olla tukevasti kiinnitetty suojattuun paikkaan. Polttoainetankki on eristettävä ohjaamosta tulenkestävällä suojalla.

Polttoainetankin tulee olla tiivis myös kaadoissa, kilpailukäyttöön tarkoitettu tankki suositeltava.

3.6.7.5 Pakokaasulaitteet

Pakoputkiston tulee päättyä akseleiden puolivälin takapuolelle.

Putkisto ei saa ylittää korin uloimpia reunoja, niiden kuitenkin tulee ulottua vähintään 100mm sisään uloimmasta reunasta joko sivulla tai takana.

3.6.8 Voimansiirto

3.6.8.1 Vaihteisto

Vapaa, ei kuitenkaan hydrauliveto. Automaattivaihteiset autot tulee suojata siten että ne auton käynnistäminen on mahdollista vain asennoissa vapaa (N) ja/tai seisonta (P).

3.6.8.2 Akselit/perävälitykset

Vapaa.

3.6.8.3 Tasauspyörästäön lukko

Tasauspyörästäöjen lukot ovat etu- ja taka-akseleilla sekä jakolaatikossa vapaat.

3.6.8.4 Akseleiden poiskytkentä/vetojärjestelmä

Vapaa.

3.6.9 Sähkölaitteet

3.6.9.1 Akku

Akun tulee olla tukevasti kiinnitettynä, plusnapa tulee suojata mahdollisilta kosketuksilta metalliosiin, kaapelit suojattava vauriolta, muutoin vapaa.

3.6.9.2 Valot

Vapaa.

3.6.9.3 Sähköiset apuvälineet

Elektronisten apuvälineiden kuten radioiden, kameroiden tai tunnistimien käyttäminen on kielletty.