

Tatu Laapotti

CROSSKART-AUTON RUNGON FIA-SERTIFIINTI

CROSSKART-AUTON RUNGON FIA-SERTIFIointi

Tatu Laapotti
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Konetekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikka, auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Tatu Laapotti

Opinnäytetyön nimi: Crosskart-auton rungon FIA-sertifointi.

Työn ohjaaja: Janne Ilomäki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2023

Sivumäärä: 52 + 2 liitettä

Opinnäytetyön aiheena oli Crosskart-rungon suunnittelu ja FIA-sertifointi. Tilaajana opinnäytetyölle toimi rantsilalainen moottoriurheilutoimija Mtec Formula Technology. Tavoitteena oli suunnitella ja sertifoida tilaajalle runko, jolla voi osallistua sekä FIA- ja NEZ-sarjoihin. Lopulta tavoitteeksi muutettiin valmius FIA-sertifointiin, alustankiinnityspisteiden laajuuden vuoksi. Opinnäytetyölle tuli tarve Mtecillä koska, heillä ei ole saatavilla tarvittavia 3d-suunnitteluohjelmia, osaamista käyttää näitä ohjelmia, sekä he tarvitsivat lisäresursseja säännöstöjen läpikäyntiin, tulkintaan sekä rungon suunnittelutyöhön.

Työn toteutus jakautui neljään vaiheeseen: 1) Taustatyö. Tutkimme yhdessä Tatu Stenbackan ja tilaajan kanssa FIA- ja NEZ-säännöt läpi tarkoituksena selvittää, onko FIA-sertifioitulla rungolla mahdollista kilpailla NEZ-sarjassa. Kun tästä varmistuttiin, koostimme ja käänsimme runkoa koskevat osat säännöstöstä omaan käyttöömme. 2) 3D-suunnittelu. Suunnittelimme rungon mahdollisimman pitkälle käyttäen Solidworks-ohjelmaa. 3) Mallirungon valmistaminen, ja sen avulla suunnittelun jatkaminen. Päästyämme vaiheeseen, jossa ainoastaan 3D-suunnittelulla ei pystynyt etenemään, aloitimme mallirungon valmistamisen, ja sen avulla jatkoimme rungon suunnittelun osalta loppuun. 4) Sertifioinnin valmistelu. Selvitimme AKK:n kautta protokollan sertifointia varten, ja valmistelimme tarvittavat dokumentit ja runkopiirustukset tilaajaa varten.

Opinnäytetyössä päästiin tavoitteeseen mikä pian aloituksen jälkeen muutettiin alkuperäisestä. Mtecillä on nyt valmiudet FIA-sertifoida suunniteltu runko, kunhan alustarakenne on saatu päätettyä. Alustarakenteen päättäminen on työmäärältään niin iso, että tässä olisi hyvä opinnäytetyön aihe kolmannellekin opiskelijalle tämän projektin tiimoilta.

Asiasanat: moottoriurheilu, kilpa-auto, FIA, putkirunko, 3d-suunnittelu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical Engineering, Option of Automotive Engineering

Author: Tatu Laapotti

Title of thesis: Designing and FIA-certifying a Crosskart chassis

Supervisor: Janne Ilomäki

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023

Number of pages: 52 + 2 appendices

The topic of the thesis was the design and FIA certification of a Crosskart chassis. The client for the thesis was Mtec Formula Technology, a motorsports company based in Rantsila. The goal was to design and certify a chassis for the client that could be used in both FIA and NEZ series. Eventually, the goal was changed to the readiness for FIA certification due to the extent of the suspension mounting points. Mtec needed the thesis because they didn't have the necessary 3D design software, expertise to use the software, and needed additional resources to go through the regulations, interpretation of the regulations, and chassis design work.

The project was divided into four phases: 1) Background research. Together with Tatu Stenbacka and the client, we studied the FIA and NEZ regulations to determine whether a FIA-certified chassis could compete in the NEZ series. Once this was confirmed, we compiled and translated the parts of the regulations that concerned the chassis for our own use. 2) 3D design. We designed the chassis as far as possible using Solidworks software. 3) Prototype chassis manufacturing and continued design work. When we reached a point where 3D design alone was not sufficient, we began manufacturing a prototype chassis and continued the chassis design work with it. 4) Certification preparation. We obtained the protocol for certification through AKK and prepared the necessary documents and chassis drawings for the client.

The thesis achieved the goal that was soon changed from the original goal. Mtec now has the ability to certify the designed chassis for FIA, once the suspension mounting points has been decided. The decision on the suspension structure is so large in terms of workload that it would make a good thesis topic for a third student related to this project.

Keywords: motorsport, racecar, FIA, tubular frame, 3D desing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	CROSSKART	9
2.1	Suomessa saatavilla olevat XTREM-luokan autot.....	9
2.2	Mtec Tiger	10
3	FIA-TEKNISET VAATIMUKSET RUNGON OSALTA	13
3.1	Auton maksimitat ja minimipaino	13
3.2	Rungosta yleisesti	14
3.3	Perusrakenne 1	14
3.4	Perusrakenne 2	16
3.5	Tarkemmat vaatimukset rungon perusrakenne 2 osalta	17
3.5.1	Pääturvakaari.....	17
3.5.2	Sivuturvakaari	18
3.5.3	Poikittaiset osat.....	18
3.5.4	Pitkittäiset osat.....	19
3.5.5	Poikkituet	19
3.5.6	Ovipalkit.....	20
3.5.7	Tuulilasin pilarivahvikkeet	20
3.5.8	Poikittainen osa etuturvakehikossa.....	21
3.5.9	Poljinkotelon runko.....	21
3.5.10	Putkien mitat ja materiaali	22
3.5.11	Ohjaamo	23
3.5.12	Ohjaamon sivuttaiset aukot.....	23
3.5.13	Penkin kiinnityspisteet.....	23
3.5.14	Turvavyön kiinnitys	24
4	NEZ-TEKNISET VAATIMUKSET RUNGON OSALTA.....	27
5	RUNGON SUUNNITTELU.....	29
5.1.1	Penkin kiinnityspisteet.....	40
5.1.2	Alustan kiinnityspisteet.....	40
5.1.3	Moottorin kiinnityspisteet.....	40
6	FIA-SERTIFIOINTI.....	41

6.1	Protokolla	41
6.2	Runkopiirrustukset.....	41
7	YHTEENVETO	50
	LÄHTEET	52
	LIITTEET	53

SANASTO

AKK	Autourheilun Kansallinen Keskusliitto, FIA:n alainen Suomessa toimiva autourheilujärjestö
FIA	Federation Internationale de l'Automobile. eli kansainvälinen auto-liitto
JIG	Jigi on räätälöity työkalu, jota käytetään ohjaamaan osien tai muiden työkalujen sijaintia ja/tai liikettä. Jigin päätehtävä on tuoda toistuvuutta, tarkkuutta sekä helpottaa tuotteen valmistamista
NEZ	Nordic-European-Zone tai North-European-Zone, Pohjois-Euroopan alue; tässä tekstissä tarkoitetaan Pohjois-Euroopan Crosskart-mestaruussarjaa
SCC	Safe Cage Certificate, turvakaarisertifikaatti

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella yhdessä Mtec Formula Technologyn ja Tatu Stenbackan kanssa FIA:n Cross Car- ja Cross Car Junior-luokkien tekniset vaatimukset täyttävä runko crosskart-autolle, sekä saada tälle rungolle FIA-sertifiointi. Tatu Stenbacka keskittyy omassa opinnäytetyössään rungon suunnitteluun sekä valmistettavuuden parantamiseen. Suomessa kyseisellä rungolla voidaan osallistua Xtrem Junior- ja Xtrem-luokkien suomenmestaruussarjaan ja Pohjois-Euroopassa NEZ-mestaruussarjaan.

Mtec Formula Technology on Rantsilassa vuodesta 2009 asti toiminut moottoriurheilun toimija. Mtec tunnetaan parhaiten Formula Ford valmistajana, ja nykyisin toimintaa on laajennettu muihinkin moottoriurheiluluokkiin ja -lajeihin, uusimpana aluevaltauksena Crosskart-autojen valmistus. (9.)

Opinnäytetyölle tuli tarve Mtecillä koska, heillä ei ole saatavilla tarvittavia 3d-suunnitteluohjelmia, osaamista käyttää näitä ohjelmia, sekä he tarvitsivat lisäresursseja säännösten läpikäyntiin, tulkintaan sekä rungon suunnittelutyöhön.

Mtec valmistaa tällä hetkellä vain pienempää runkoa Mini-, 85- ja 125-sarjoihin, ja idea isompiin sarjoihin sopivasta rungosta on jo hetken aikaa elänyt, ja nykyisten Mtec-autojen omistajilla on ollut kiinnostus isompaan kotimaiseen runkoon. FIA-sertifiointi mahdollistaa auton myynnin myös muualle kuin Suomeen tai Pohjois-Eurooppaan.

Ensimmäiseksi perehdytään siihen, mitä Crosskart-autot ja sarjat ovat, ja sen jälkeen NEZ- ja FIA-tekniisiin vaatimuksiin. Näiden perusteella aloitetaan isompiin sarjoihin tarkoitetun rungon suunnittelu SolidWorks-ohjelmilla ja valmistetaan oikeata runkoa ohuemmasta materiaalista mallirunko, johon voidaan helpommin suunnitella esimerkiksi akselistot ja pyöräntuenta sekä varmistaa esimerkiksi ohjaamon riittävä tilavuus.

Kun mallirunko on saatu suunniteltua valmiiksi, tässä opinnäytetyössä keskitytään FIA:n sertifiointiprosessiin, Tatu Stenbackan opinnäytetyössä rungon valmistamisen kustannuksiin ja niiden vähentämiseen sekä valmistettavuuden helpottamiseen.

2 CROSSKART

Crosskart on kartingia vastaava laji, mutta sitä ajetaan asfaltin lisäksi myös soralla, lumella ja jäällä. Crosskart-auton runko on yleensä putkirunkoinen ja moottorina toimii moottoripyörän moottori. Taulukossa 1 on esitetty eri crosskart-sarjojen moottorit. Suomessa on ajettu crosskart-sarjoja vuodesta 2012 lähtien. (1.)

TAULUKKO 1. Eri crosskart sarjojen moottorit (1; 2. s. 28; 5. s10)

Sarja	Moottorin tyyppi	Moottorin koko	Lisätiedot
Crosskart Mini	Raket 120 karting moottori (2-tahti) TAI max 270cc (4-tahti)	120cc tai max 270cc	Moottoreita ei saa virittää ja maksiminopeus 60kmh
Crosskart 85	2-tahtinen motocrossmoottoripyörän moottori.	85cc	Merkki vapaa, moottoria ei saa virittää. Maksiminopeus 80kmh.
Crosskart 125	2-tahtinen motocrossmoottoripyörän tai karting moottori.	125cc	Merkki ja viritysaste vapaita. Kaasuttimen enimmäiskoko 39 mm
Xtrem junior	4-tahtinen moottoripyörän moottori	600cc	Kierrosluku rajoitettu 9300rpm.
Xtrem	4-tahtinen moottoripyörän moottori	600cc tai 750cc	Myös XC-luokan moottorit ovat sallittuja, sisältäen 850cc Yamaha MT09
XC	4-tahtinen moottoripyörän moottori	600cc tai 850cc	Ainoastaan seuraavat moottorit ovat sallittuja:
XC Jr.	4-tahtinen moottoripyörän moottori	600cc tai 850cc	Suzuki GSXR 600 (2011–2017) Yamaha R6 (2012–2020) Yamaha MT09 (2016–2020)

2.1 Suomessa saatavilla olevat XTREM-luokan autot

Suomessa uusia Xtrem-luokkien crosskartteja maahantuo Speedweekend. Saatavilla on kolme mallia: Speedcar Xtrem (kuva 1), Speedcar Xtrem Junior ja Speedcar Wonder 750 (kuva 2). Xtremissä ja Xtrem juniorissa on sama runko, mutta eri moottori ja ne täyttävät NEZ-tekniset vaatimuk-

set. Wonder täyttää FIA-tekniset vaatimukset rungon osalta, mutta 750cc moottori ei ole FIA-hyväksytty. Näiden lisäksi Suomen sarjoissa on muutamia muiden valmistajien autoja, mutta näille ei ole omaa maahantuoja. (2;3;4.)



KUVA 1. Speedcar Xtrem (4)



KUVA 2. Speedcar Wonder (4)

2.2 Mtec Tiger

Mtec Tiger (kuva 3) on suomalaisvalmisteinen crosskart-auto. Auton on suunnitellut Mäkelä Racing Team, ja runko valmistetaan Rantsilassa ja koneistusosat sekä lasikuitutyöt teetetään Suomessa. Ainoastaan taka-akseli ja jarruosat tilataan ulkomailta. (7.)



KUVA 3. Mtec Tiger (7)

Tigerilla voi ajaa luokissa Mini, 85 sekä 125, eli käytännössä 6-vuotiaasta 16-vuotiaaksi vaihtamalla moottoria. Ensimmäinen prototyyppi valmistui syksyllä 2017 85cc-luokkaan. Auto voitti heti ensimmäisen sarjan mihin osallistui, eli vuoden 2018 talvimestaruuden. Vuonna 2021 Niko Kinnunen voitti 85cc sarjan suomenmestaruuden. (7.) (8.)

Tiger on yksi markkinoiden kevyimmistä crosskarteista. 125cc TM moottorilla varustettu Tiger painaa kisavalmiina alle 190 kg. Runkoon on lisätty turvallisuusominaisuuksia, joita NEZ teknisissä vaatimuksissa ei ole. Rungon yläosan kaksi yhtenäistä runkoputkea yhdistävät rungon etuosan rungon pääkaareen, joka suojaa kuljettajaa. Täten iskuvoima jakautuu mahdollisessa törmäyksessä paremmin. Ovet aukeavat sivuille päin poiketen kilpailijoista ja varmistavat turvallisen poistumisen, vaikka auto olisi katollaan tai kyljellään. Turvavyöt ovat kiinnitetty tukevasti runkoputkeen. (7.)

Tigerin katteet on valmistettu ohuesta lasikuidusta painon säästämiseksi. Sivupuskurit ovat katteiden ulkopuolella, joten puskurit ottavat sivutörmäyksessä iskun vastaan, suojaten sekä kuljettajaa että katteita ja jakavat iskuvoiman päärunkoon. Puskurit ovat helposti vaihdettavissa törmäyksen jälkeen. (7.)



KUVA 4. Tiger sivupuskurit (7)

Etupyöräntuenta on täysin uudistettu aiempiin crosskartteihin verrattuna ja säätömahdollisuuksia on lisätty. Tukivarsissa on uniball-nivelet, joten kaikki pyöräkulmat ovat säädettävissä kuten kuljettaja haluaa. Camberin säätö on mahdollista tehdä helposti ja nopeasti ilman, että auraukset muuttuvat. (7.)

Taka-akseli on 50 mm:n halkaisijalla oleva mikroauton akseli, joka on kevyt ja kestävä. Ratin etäisyys ja korkeus ovat säädettäviä kuskille sopivaksi sen mukaan mitä kuljettaja kasvaa. Takasiipi on täysin säädettävä ja tarvittaessa mahdollista irrottaa painon säästämiseksi. (7.)

3 FIA-TEKNISET VAATIMUKSET RUNGON OSALTA

FIA:n Cross Car (XC) ja Cross Car Junior (XC Jr.) sarjojen tekniset vaatimukset löytyvät "APPENDIX J – ARTICLE 279B"-dokumentista. Dokumentin uusin versio opinnäytetyön hetkellä on julkaistu 23.1.2023.

3.1 Auton maksimitat ja minimipaino

Auton raideleveys ja akseliväli ovat vapaita lukuun ottamatta taulukossa 2 esitettyjä mittoja. Kaikki mittaukset tehdään tasaisella pinnalla auton ollessa paikallaan. (2. s. 3.)

TAULUKKO 2. Cross Car-auton maksimitat (2. s. 3)

Kokonaispituus	2 600 mm
Kokonaisleveys	1 600 mm (pois lukien roiskeläpät)
Korkeus	1 400 mm (pois lukien moottorin jäähdytin ja ilmanotto)

Mikään auton osa ei saa osua maahan, kun toisen puolen renkaat ovat tyhjä. Tämä testi suoritetaan tasaisella pinnalla kilpailuvalmiudessa. (2. s. 3.)

TAULUKKO 3. Auton minimipaino, kuljettaja sisällä ja sillä hetkellä jäljellä olevat nesteet sisällä. (2. s. 4)

XC – Cross Car	425 kg
XC Jr – Cross Car Junior	410 kg

Auton minimipainon on oltava ilman kuljettajaa mutta nesteiden kanssa on 345 kg. Missään kilpailun vaiheessa ajoneuvo ei saa alittaa näitä rajoja. (2. s. 4.)

Auton minimipainon saa saavuttaa yhdellä tai useammalla lisäpainolaatikolla, jotka ovat vahvoja ja yhtenäisiä, ne ovat kiinnitetty runkoon työkaluilla, ne voidaan helposti sinetöidä, ne ovat ohjaamon sisällä lattia tasossa ja katsastajien nähtävissä. Kiinnityksen on kestettävä 25 g:n hidastuvuus. (2. s. 4.)

3.2 Rungosta yleisesti

Turvarunko on pakollinen, sen on noudettava kaikissa tapauksissa teknisiä vaatimuksia ja sen on oltava tyyppihyväksytty tai kansallisen yhteistyöjärjestön (Suomessa AKK) sertifioima. Rungossa on oltava tunnistusmerkinnät valmistajan toimesta. Tunnistusmerkinnässä on oltava valmistajan nimi, tyyppihyväksyntä numero tai sertifiointinumero, ja sarjanumero. (2. s. 13.)

Rungon perusrakenteelle on annettu kaksi vaihtoehtoa. Kaikki turvakehikon rakenteet päärunгон takapuolella voidaan tehdä irrotettavista osista. Kiinnityspisteitä päärunkoon pitää olla vähintään neljä ja enintään kuusi. Irrotettavien nivelten täytyy olla FIA tyyppihyväksytyjä. Niitä ei saa hitsata sen jälkeen, kun ne on kasattu. Pulttien ja ruuvien minimilaatu on 10.9 (ISO) ja minimikoko on M10. (2. s. 12, s. 17.)

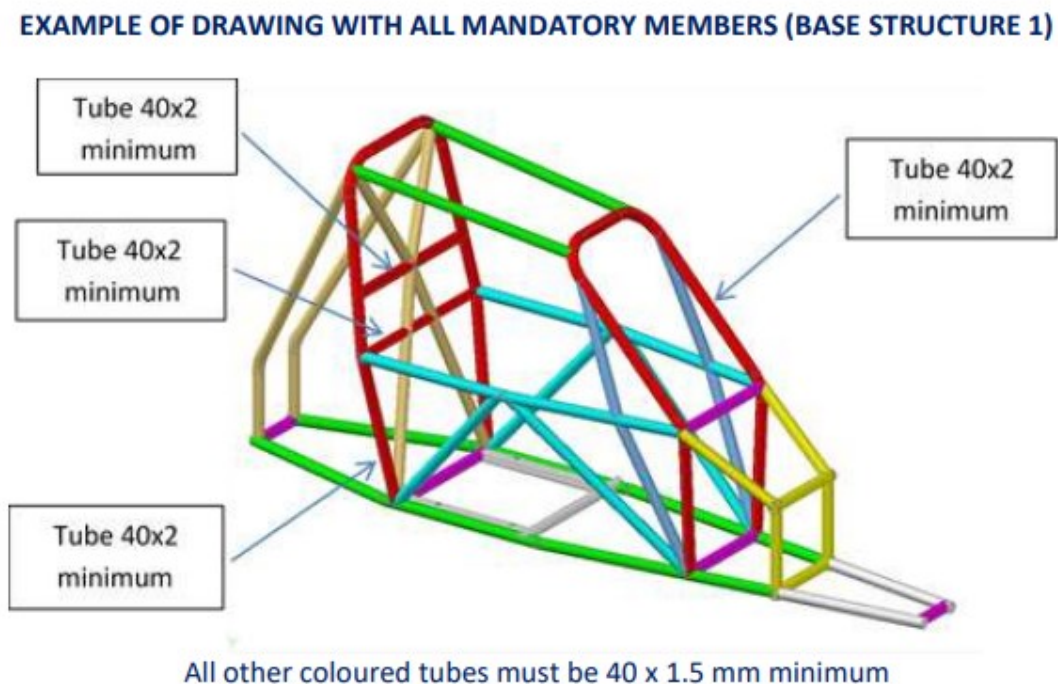
Seuraavien osioiden kuvissa on kuvattu perusrakennetta 1, jos osat ovat molemmissa perusrakenteissa yhteiset.

3.3 Perusrakenne 1

- Yksi pääturvakehikko
 - Poikittainen ja lähes-pystysuora (maksimikulma $\pm 10^\circ$ pystysuorasta) yhdestä putkesta tehty kaari auton poikki kuljettajan penkin takana. Putkea saa taivuttaa vain yhdessä tasossa.
- Yksi etuturvakehikko
 - Samankaltainen kuin pääturvakehikko, mutta sijaitsee kuljettajan penkin edessä tuulilasin tasolla.

- Kaksi pitkittäistä tukea, jotka liittävät pää- ja etuturvakehikot.
- Kaksi takatukea kahdella lähes-pystysuoralla lisäpalalla
 - (maksimi kulma $\pm 10^\circ$ pystysuorasta) saman paksuista ja laatuista putkea, joka menee lattiatasolle ja auton takaosaan.
- Kaksi pitkittäistä sivuosaa
 - Liittävät takatuen lisäpalat, pääturvakehikon ja eturvakehikon, loppuu poljinkotelon eteen.
- Neljä poikittaista osaa
 - Liittävät takatukien lisäpalat, pääturvakehikon ja eturvakehikon ja pitkittäistensivuosien alaosat.
- Kaksi poikittaista osaa, jotka liittävät pääturvakehikon molemmat puolet.
 - Yksi ovipalkkien korkeudella ja toinen turvavöiden kiinnittämiseen.
- Poljinkotelon runko.
- Ovipalkit.
- Poikittainen osa.
- Tuulilasin pilarivahvike.
- Poikittainen osa etuturvakehikossa.

Perusrakenne 1 on kuvattu alla kuvassa 5. (2. s. 16.)

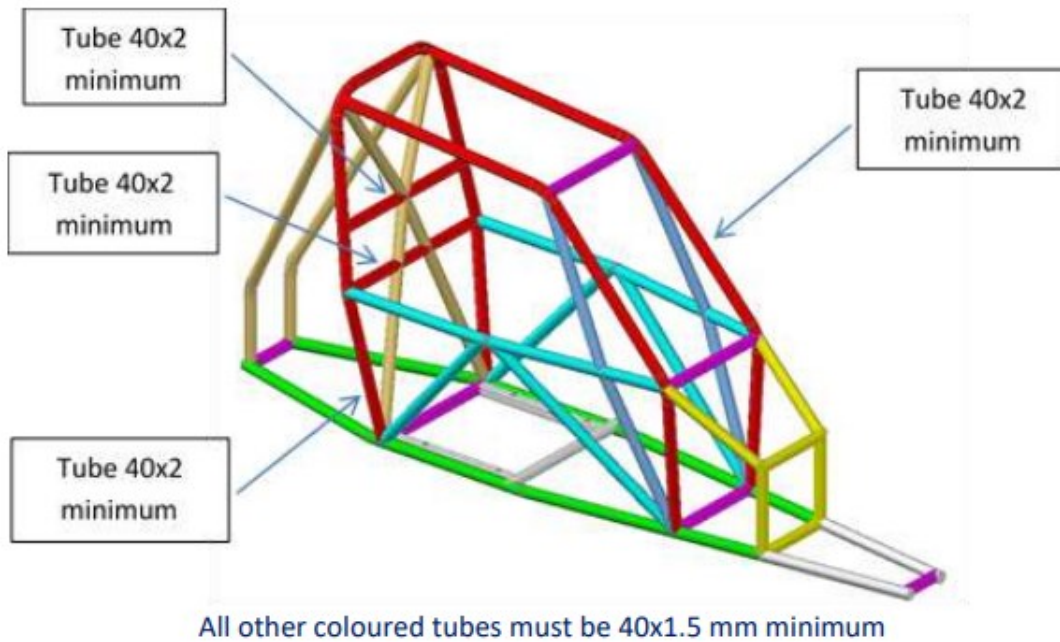


3.4 Perusrakenne 2

- Pääturvakehikko.
- Kaksi sivuttaista puoliturvakaarta.
- Yksi poikittainen osa
 - liittää puoliturvakaarien yläosat.
- Kaksi takatukea kahdella lähes-pystysuoralla lisäpalalla
 - (maksimikulma +/-10°pystysuorasta) saman paksuista ja laatuista putkea, joka menee lattiatasolle ja auton takaosaan.
- Kaksi pitkittäistä sivuosaa
 - Liittävät takatukien lisäpalat, pääturvakehikon ja puoliturvakaaret, loppuu poljinkotelon eteen.
- Neljä poikittaista osaa
 - Liittävät takatukien lisäpalat, pääturvakehikon ja eturvakehikon ja pitkittäistensivuosien alaosat.
- Kaksi poikittaista osaa, jotka liittävät pääturvakehikon molemmat puolet.
 - Yksi ovipalkkien korkeudella ja toinen turvavöiden kiinnittämiseen.
- Poljinkotelon runko.
- Ovipalkit.
- Poikittainen osa.
- Tuulilasin pilarivahvike.
- Poikittainen osa etuturvakehikossa.

Perusrakenne 2 on kuvattu alla kuvassa 6. (2. s. 27.)

EXAMPLE OF DRAWING WITH ALL MANDATORY MEMBERS (BASE STRUCTURE 2)

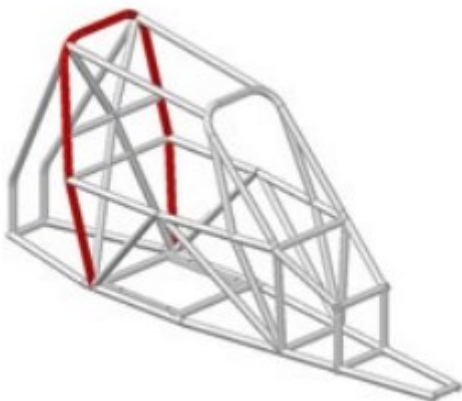


KUVA 6. Perusrakenne 2 esimerkki piirros (2. s. 17.)

3.5 Tarkemmat vaatimukset rungon perusrakenne 2 osalta

3.5.1 Pääturvakaari

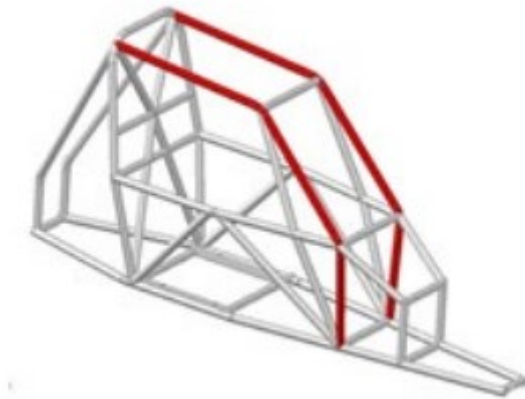
Pääturvakaari (kuva 7) on poikittainen ja lähes pystysuora (maksimikulma $\pm 10^\circ$ pystysuoraan), yksiosainen putkesta rakennettu kaari kuljettajan penkin takana. Putken akselin on oltava yhdellä tasolla. (2. s. 13.)



KUVA 7. Pääturvakaari (2. s. 14)

3.5.2 Sivuturvakaari

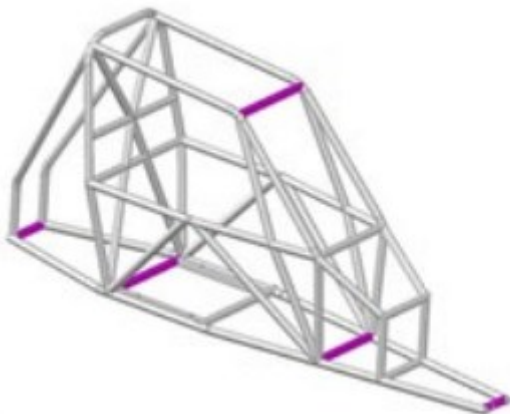
Sivuturvakaari (kuva 8) on lähes pitkittäinen ja lähes pystysuuntainen putkesta rakennettu kaari ajoneuvon vasemmalla tai oikealla puolella. (2. s. 13.)



KUVA 8. Sivuturvakaari (2. s. 14)

3.5.3 Poikittaiset osat

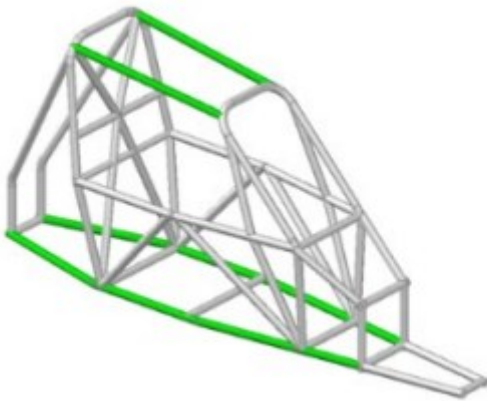
a) Lähes poikittainen yksiosainen putki (kuva 9), joka yhdistää sivuturvakaarien yläosat. b) Lähes poikittaiset yksiosaiset putket (kuva 9), jotka yhdistävät etuturvakaaren, pääturvakaaren, takatukien ja alempien pitkittäisten tukien alaosat. (2. s. 14.)



KUVA 9. Poikittaiset osat (2. s. 14)

3.5.4 Pitkittäiset osat

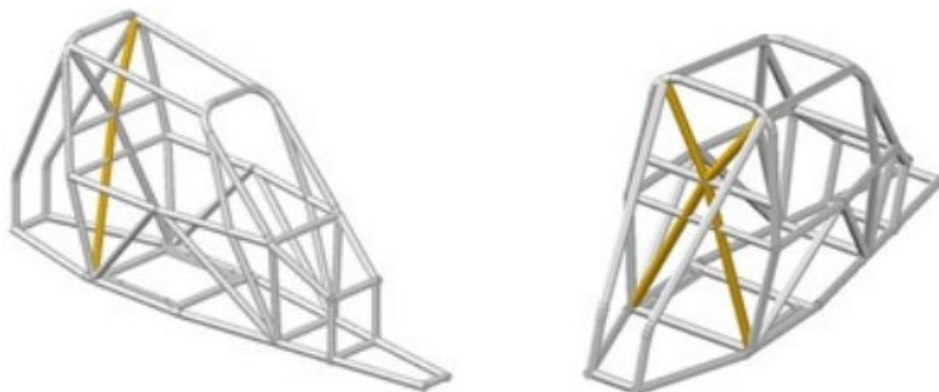
Lähes pitkittäiset yksiosaiset putket (kuva 10), jotka yhdistävät takatukien, pääturvakaaren, sivuturvakaarien ja etuturvakaaren, sekä päättyy poljinkotelon eteen. Suurin sallittu kulma X-akseliin nähden X/Y-tasossa on $\pm 45^\circ$. (2. s. 14.)



KUVA 10. Pitkittäiset osat (2. s. 14)

3.5.5 Poikkituet

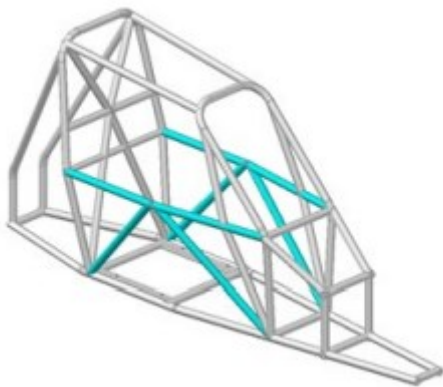
Poikittainen putki (kuva 11.) toisen pääturvakaaren yläkulman ja alemman kiinnityskohdan vastakkaisella puolella välissä. Rungossa on oltava kaksi poikkitukea. Poikkitukien on oltava suorat. (2. s. 14; s. 18.)



KUVA 11. Poikkituet (2. s. 15, s. 18)

3.5.6 Ovipalkit

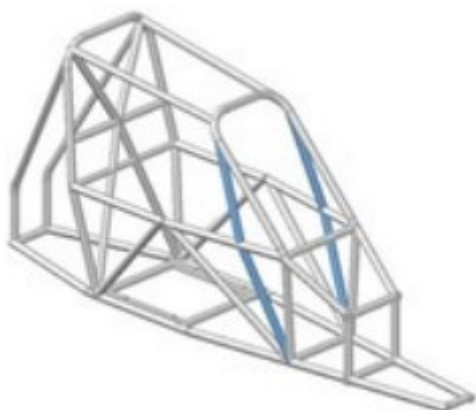
Rungossa on oltava kaksi pitkittäistä putkea kuvan 12 mukaisesti. Näiden on oltava identtiset molemmalla puolella. Sivutuen on oltava mahdollisimman korkealla, mutta sen ylempi kiinnityskohta ei saa olla yli puolivälissä sivuttaista ohjaamoaukkoa. Putkien kiinnitys on oltava suoraan pitkittäisten sivutukien, korkeintaan 100 mm päässä etuturvakaaren ja pääturvakaaren ja pitkittäisen osan liittymäkohdista. Ovipalkin on liityttävä tuulilasin pilarivahvikkeeseen. Jos ovipalkki ja tuulilasin pilarivahvike eivät ole samalla tasolla, pilarivahvike voidaan valmistaa levyteräksestä. (2. s. 18.)



KUVA 12. Ovipalkit (2. s. 18)

3.5.7 Tuulilasin pilarivahvikkeet

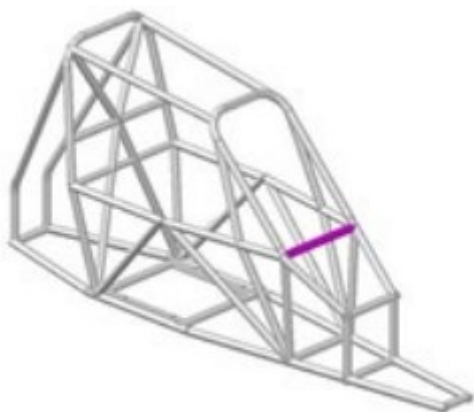
Tuulilasin pilarivahvike (kuva 13) on oltava molemmilla puolilla runkoa. Sitä voidaan taivuttaa sillä ehdolla, kun sitä katsotaan sivuprofiilista (maksimi kulma 30° pystysuoraan) ja tämän taivutuksen kulma ei ylitä 20°. Sen yläpään tulee olla alle 100 mm päässä etuturvakaaren ja pitkittäisen osan välillä. Sen alaosan tulee olla samassa kohdassa kuin etuturvakaaren etualaosa. Jos tämä vahvike leikkaa ovipalkin, se on jaettava useampaan osaan. (2. s. 18.)



KUVA 13. Tuulilasin pilarivahvikkeet (2. s. 18)

3.5.8 Poikittainen osa etuturvakehikossa

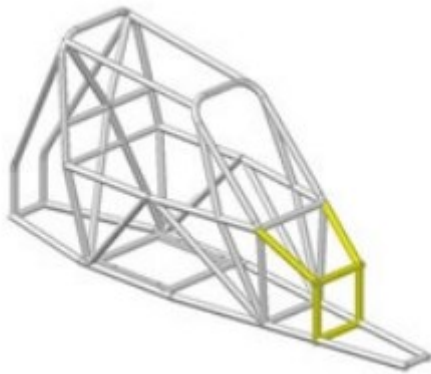
Poikittainen osa etuturvakehikossa (kuva 14) ei saa tunkeutua kuljettajalle varattuun tilaan. Sen on oltava niin korkealla kuin mahdollista, mutta sen alalaita ei saa olla ohjausakselin alapuolella. (2. s. 19.)



KUVA 14. Poikittainen osa etuturvakehikossa (2. s. 19)

3.5.9 Poljinkotelon runko

Putkimainen runko, joka suojaa poljinkotelo (kuva 15). Poljinkotelon akselin on sijaittava etuakselin takana tai tasalla. Lisäksi kuljettajan jalkojen on pysyttävä tämän linjan takapuolella. Jalkatilan minimileveys on oltava 250 mm ja pysyttävä tässä leveydessä 250 mm korkeuteen asti. (2. s. 19–20.)



KUVA 15. Poljinkotelo (2. s. 19)

3.5.10 Putkien mitat ja materiaali

TAULUKKO 4. Putkien mitat ja materiaali. (2. s. 19)

Minimi materiaalin laatu	Minimi vetolujuus	Minimi mitat (mm)	Käyttökohde
Kylmävedettyä saumatonta ja seostamatonta hiiliterästä (tai muu, katso alta), joka sisältää enintään 0.3 % hiiltä.	350 N/mm ²	40x2 mm	Pääturvakaari, sivuturvakaari, poikkituet.
		40x1.5 mm	Muut osat rungossa (ellei muuta ole määritelty).

Huomio: Seostamattomassa teräksessä lisäaineiden enimmäispitoisuus on 1,7 % mangaanille ja 0.6 % muille aineille. Seostetulle teräkselle lisäaineiden enimmäispitoisuudet; C = 0.29 %; Si = 0.4 %; Mn = 0.9 %; Cr = 1.2 %; Mo = 0.3 %. (2. s. 19–20.)

Terästä valitessa on otettava huomioon hyvät venymäominaisuudet ja riittävä hitsattavuus. Putki on taivutettava kylmänä ja taivutuksen keskilinjan taivutussäde on oltava vähintään kolme kertaa

putken halkaisija. Mikäli putki menee soikeaksi taivutuksen aikana, pienen ja suuren halkaisijan suhteen on oltava 0,9 tai suurempi. Putken pinnan on oltava tasainen ja ilman halkeamia taivutuksen kohdalla. (2. s. 19–20.)

3.5.11 Ohjaamo

Ohjaamon leveys on oltava vähintään 600 mm. Ohjaamon leveys mitataan 500 mm alueelta lähtien penkin takaosasta ja puolivälistä ohjaamon korkeutta. Penkin sijainnin leveyden on oltava vähintään 450 mm mitattuna penkin koko syvyydeltä. (2. s. 20.)

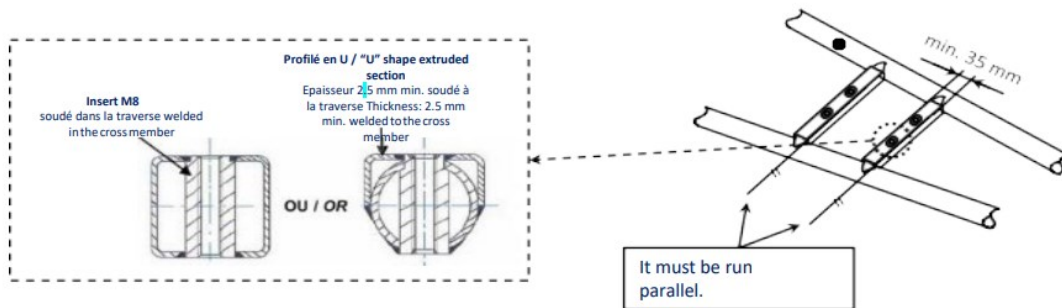
Minimikorkeus turvakehikolle on 1050 mm. Minimikorkeus on oltava 300 mm eteenpäin pääturvakaaren alimmasta kohdasta sekä sivuturvakaarien poikittaisen osan välisellä matkalla. Turvakaarien on oltava riittävän korkeita, että kuljettajan kypärän ja turvakaarien väliin jää vähintään 50 mm tila, kun kuljettaja istuu penkissä normaalisti vyöt kiinnitettynä. (2. s. 20.)

3.5.12 Ohjaamon sivuttaiset aukot

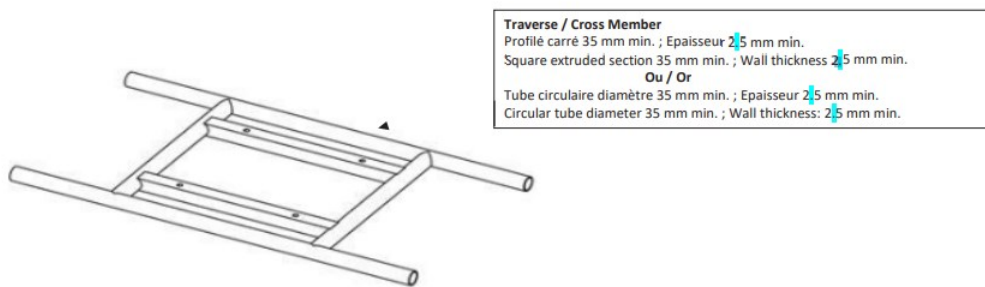
Ajoneuvossa on oltava sivuttaiset aukot molemmilla puolilla ohjaamoa, jotta kuljettaja voi poistua. Ohjaamon on oltava suunniteltu siten, että kuljettaja voi poistua normaalista sijainnistaan autosta vähintään 7 sekunnissa. Tätä testiä varten kuljettajalla on oltava päällensä kaikki vaaditut turvavarusteet, turvavyöt on oltava kiinnitetty, ohjauspyörän on oltava paikallaan ja ovien on oltava kiinni. Ovet on valmistettava metalliverkosta, jonka reikäkoko on maksimissaan 25 mm x 25 mm ja metallin vahvuuden on oltava 1–2 mm. Ylälaidasta ovien on oltava yhdistetty runkoon kahdella sarnalla ja pika-avaus mekanismilla sen alaosasta, johon pääsee käsiksi myös sisäpuolelta. (2. s. 21.)

3.5.13 Penkin kiinnityspisteet

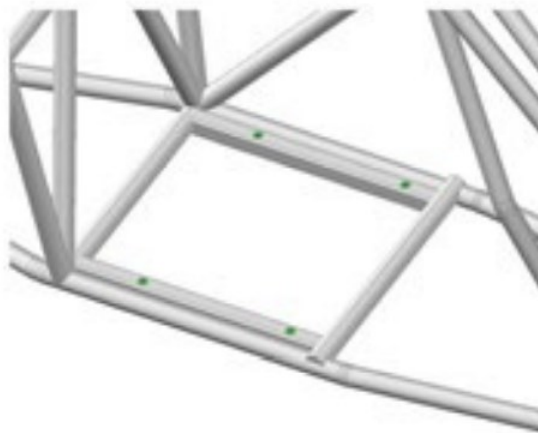
Penkin kiinnityspisteet on kiinnitettävä runkoon hitsaamalla ristikkäin tai pitkittäin. Penkin kiinnityspiste on toteutettava vaihtoehtojen C tai D mukaisesti, jotka on esitelty kuvassa 16. (2. s. 23.)



Construction "C"



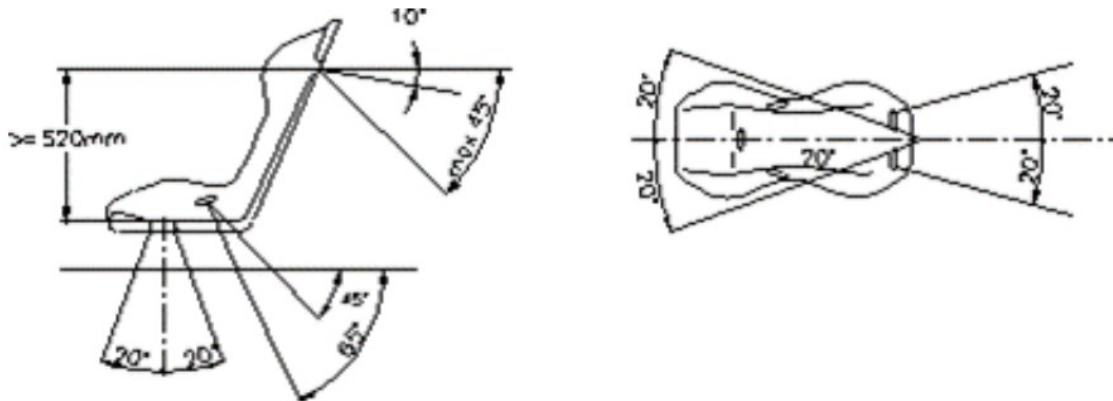
Construction "D"



KUVA 16. Penkin kiinnitys (2. s. 23)

3.5.14 Turvavyön kiinnitys

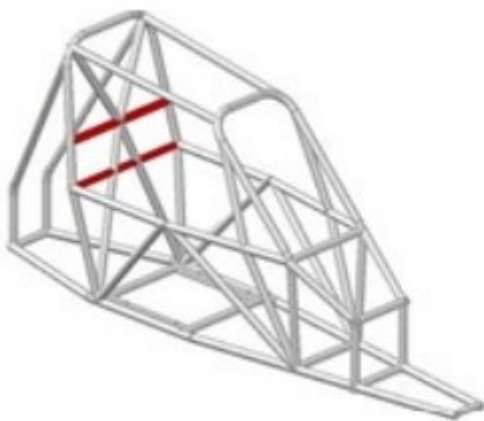
Turvavyöt eivät saa olla kiinnitettynä penkkiin tai penkin kiinnikkeisiin. Turvavyö on asennettava runkoon. Suositellut geometriset sijainnit kiinnityksille on esitetty kuvassa 17. (2. s. 24.)



KUVA 17. Turvavyön asennuksen geometriset sijainnit (2. s. 24)

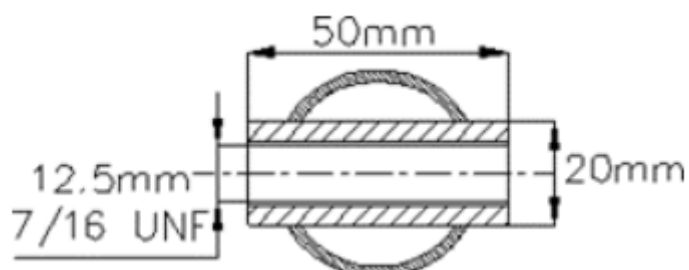
Turvavöiden alaosan on suuntauduttava taaksepäin siten, että ne eivät muodosta yli 45° asteen kulmaa vaakatasoon nähden turvavöiden ylemmistä aukoista, suositus on kuitenkin, että tämä kulma ei ylitä 10°. Turvavöiden enimmäiskulma istuimen keskilinjaan nähden on 20° (Olkahihnat voidaan asentaa ristikkäin symmetrisesti). (2. s. 24.)

Olkahihnat on kiinnitettävä pääturvakaaren vahvikkeeseen (kuva 18) silmukalla. Vahvikkeen putken oltava vähintään 40 mm x 2 mm, sekä sen on oltava valmistettu kylmävedetystä saumattomasta hiiliteräksestä, jonka vetolujuus on vähintään 350 N/mm². Vahvikkeen korkeuden on oltava sellainen, että olkahihnat taaksepäin ovat 10-45° kulmassa turvavöiden ylempiin aukkoihin nähden. (2. s. 24–25.)



KUVA 18. Pääturvakaaren vahvikkeet (2. s. 25)

Turvavöiden muiden kiinnityksien on oltava joko silmukat tai pultit, ja jälkimmäisessä tapauksessa jokaiseen kiinnityskohtaan on asennettava kierreholkki (kuva 19). Näiden holkkien on oltava sijoitettu vahvikeputkeen ja turvavyöt on kiinnitettävä M12 8.8 tai 7/16 UNF pulteilla. Jokaisen kiinnikkeen on kestävä 15 kN voima. (2. s. 25.)



KUVA 19. Kierreholkki (2. s. 25)

4 NEZ-TEKNISET VAATIMUKSET RUNGON OSALTA

NEZ Xtrem ja Xtrem Junior sarjojen tekniset vaatimukset löytyvät ”2022 NEZ Technical Regulations Xtrem” ja ”2022 NEZ Technical Regulations Xtrem Junior” dokumenteista. Rungon osalta vaatimukset ovat molempiin sarjoihin samat, joten tässä opinnäytetyössä on käytetty lähteenä ”2022 NEZ Technical Regulations Xtrem”-dokumenttia. Taulukoissa 5 ja 6 esitetty autojen minimipainot luokittain sekä maksimimitat.

TAULUKKO 5. Auton minimipaino. (5. s. 14; 8. s 14.)

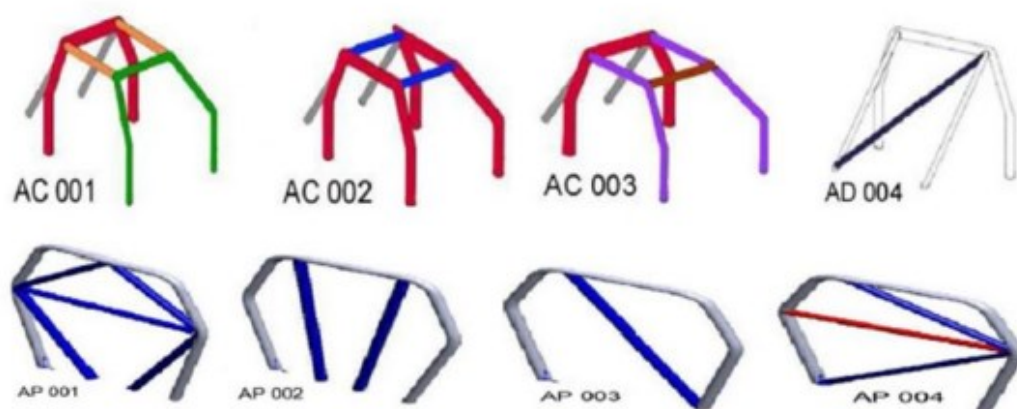
Moottorin koko	Minimipaino
Xtrem junior	380 kg
Xtrem 600cc / 850cc	400 kg
Xtrem 750cc	430 kg

TAULUKKO 6. Auton maksimimitat. (5. s. 14)

Kokonaispituus	2600 mm ilman äänenvaimenninta
Kokonaisleveys	1600 mm (mitataan vanteiden ulkoreunasta)

Rungon valmistamiseen käytetyn teräksen vähimmäismitan käytettäessä putkea on oltava ulkoalokaisijaltaan 30 mm ja materiaalin paksuudelta 2 mm. Neliön tai suorakaiteen muotoisissa osissa, lyhyempien sivujen tulee olla vähintään 30 mm ja materiaalin paksuus 2 mm. Rungon etuosassa poikittaisten tai suorien putkien on oltava vähintään 20 x 2 mm. Turvakaareissa käytetyn putken on oltava kylmävedettyä terästä, jonka mitta on 40 x 2 mm ja sen vetolujuus on oltava vähintään 350

Nm/mm². Turvakaaren on liitettävä runkoon vähintään kuudesta pisteestä ja siinä on oltava poikittainen tuki. Tämä on tehtävä kuvassa 20 esitetyillä tavoilla. Kuvassa AC001, AC002 ja AC003 ovat turvakaaria ja AD004, AAP001, AP002, AP003 ja AP004 ovat poikittaisia tukia, joiden mitta on vähintään 30 x 2 mm. Kuvassa AP004 punaisella merkitty putki on oltava 40 x 2 mm. Kaikki rungon ja turvakaaren liittymispisteet on vahvistettava. Turvakaareen ei saa porata. Kaikki vaadittujen poikkiputkien lisäksi tehdyt vahvikkeet tai parannukset ovat oltava vähintään 20 x 2 mm putkesta tehtyjä. Penkin taakse voidaan asentaa putki turvavöiden kiinnittämistä varten. (5. s. 7–8.)

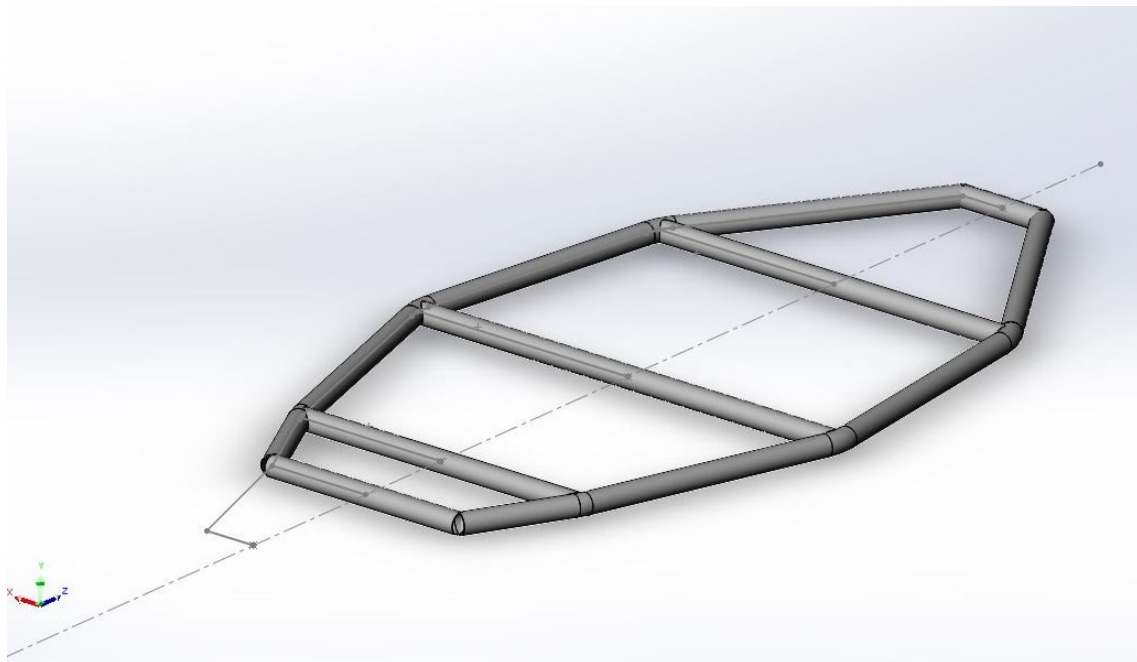


KUVA 20. NEZ-turvakaari (5. s. 8)

5 RUNGON SUUNNITTELU

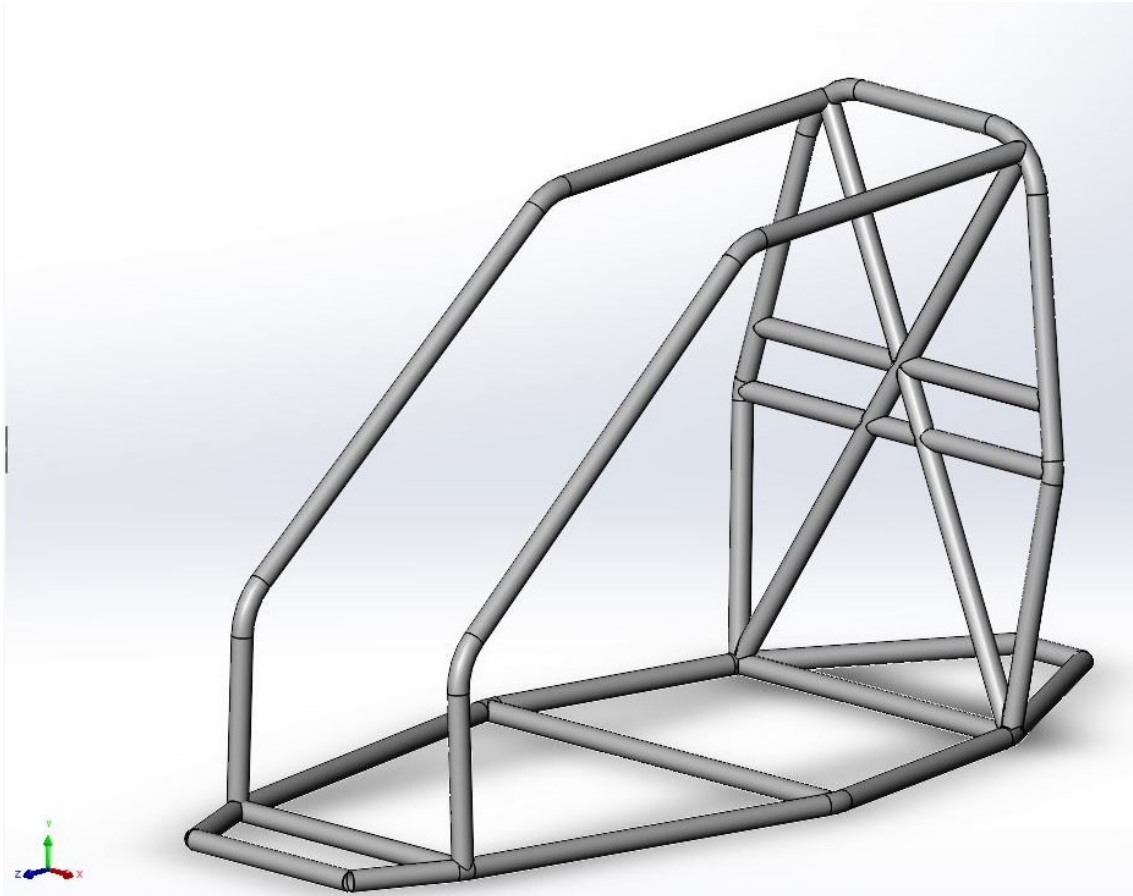
Rungon perusrakenteen päättämisestä vastasi Tatu Stenbacka omassa opinnäytetyössään, joten valmistettavuuden takia päädyttiin FIA:n vaihtoehtoon 2. FIA:n perusrakenne 2 täyttää myös NEZ säännöksen AC003 ja AP003. Tatu Stenbackan opinnäytetyössä myös kerrotaan tarkemmin rungon suunnittelusta, käytetyistä ohjelmista ja toimintatavoista.

Rungon suunnittelu aloitettiin päättämällä koordinaatiston nollakohta. Päätettiin että nollakohdaksi tulee rungon keskiviiva, lattiataso ja pääturvakaaren risteämiskohta, koska myös rungon rakentaminen aloitetaan lattiatasosta ja pääturvakaaresta. Aloitimme myös rungon piirtämisen samasta kohdasta, eli aluksi piirsimme lattiatason pitkittäiset ja poikittaiset osat. Pituudeksi määriteltiin auton sallittu maksimi pituus, ja leveyden lähtökohdaksi otimme sellaisen mitan, joka näyttää mittasuhteessa loogiselta verrattuna FIA:n mallikuviin, sekä että istuin mahtuu runkoon. (kuva 21)



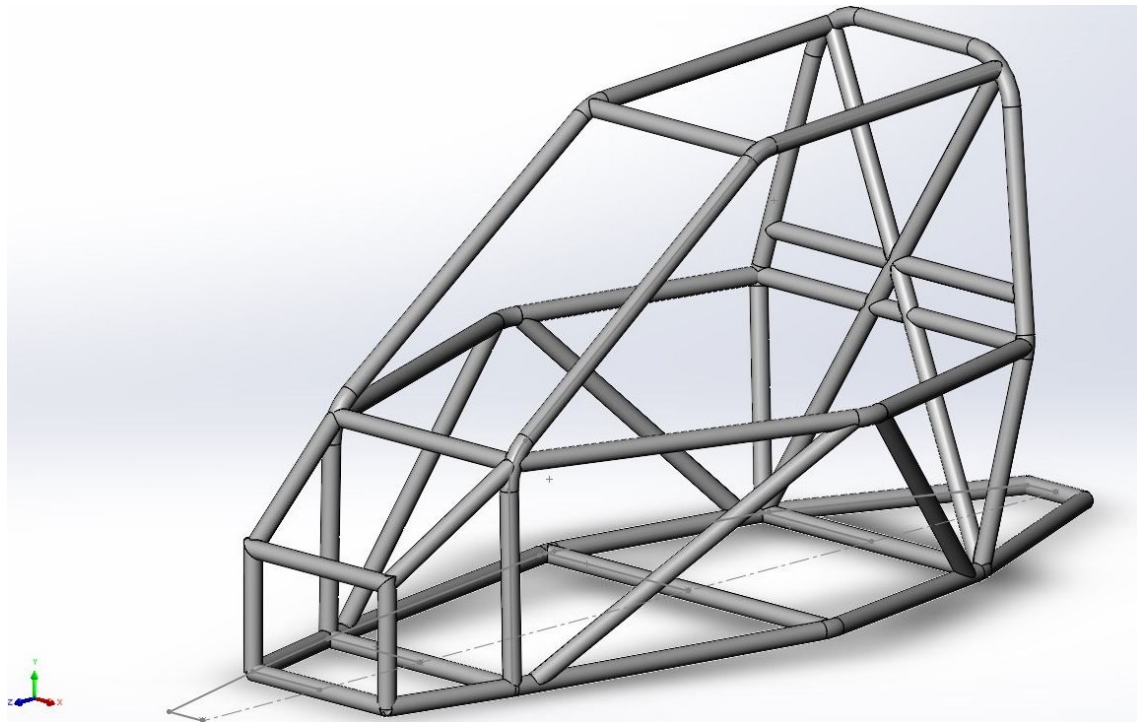
KUVA 21. Lattiatason pitkittäiset ja poikittaiset osat.

Tämän jälkeen piirsimme pääturvakaaren sekä sivuturvakaaret. Pääturvakaareen oli myös tässä vaiheessa helppo lisätä poikkituet ja turvavöiden kiinnitysvahvikkeet. Turvavöiden kiinnitysvahvikkeiden paikka tarkentuu myöhemmässä vaiheessa. (kuva 22)



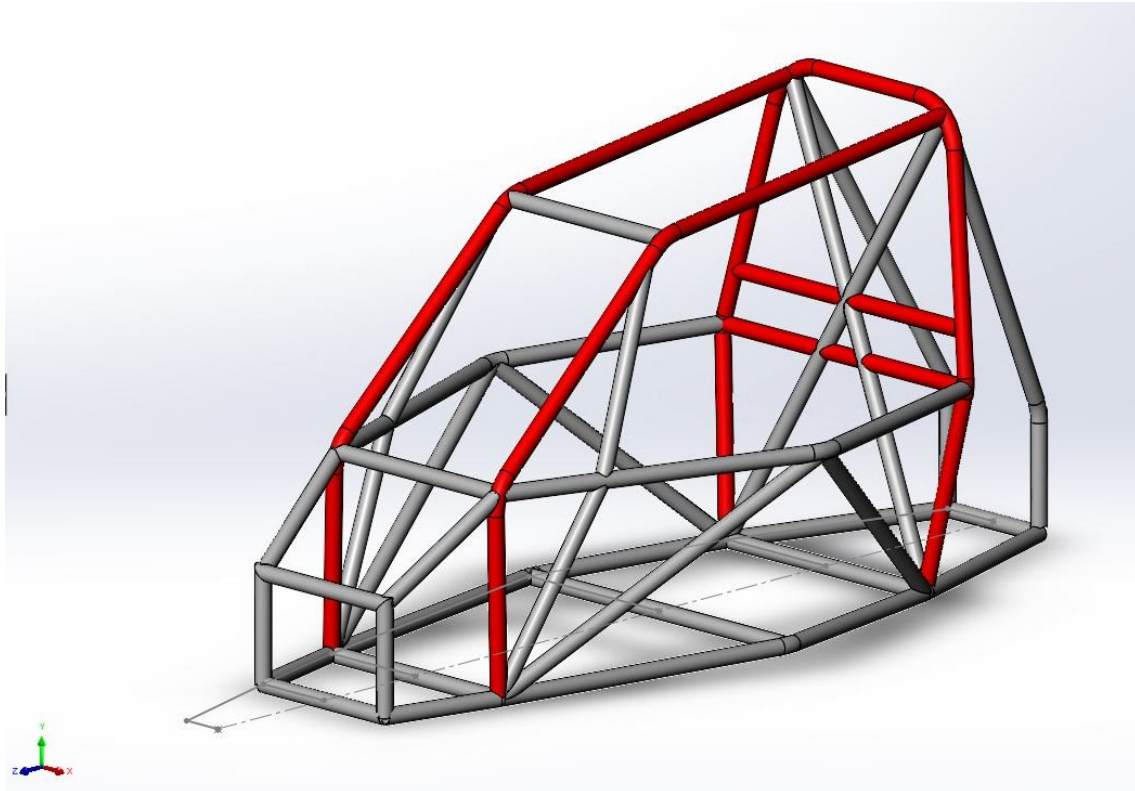
KUVA 22. Pääturvakaari, sivuturvakaaret, poikkituet sekä turvavyön kiinnitysvahvikkeet

Seuraavaksi piirrettiin ovipalkit sekä poljinrunko (kuva 23).



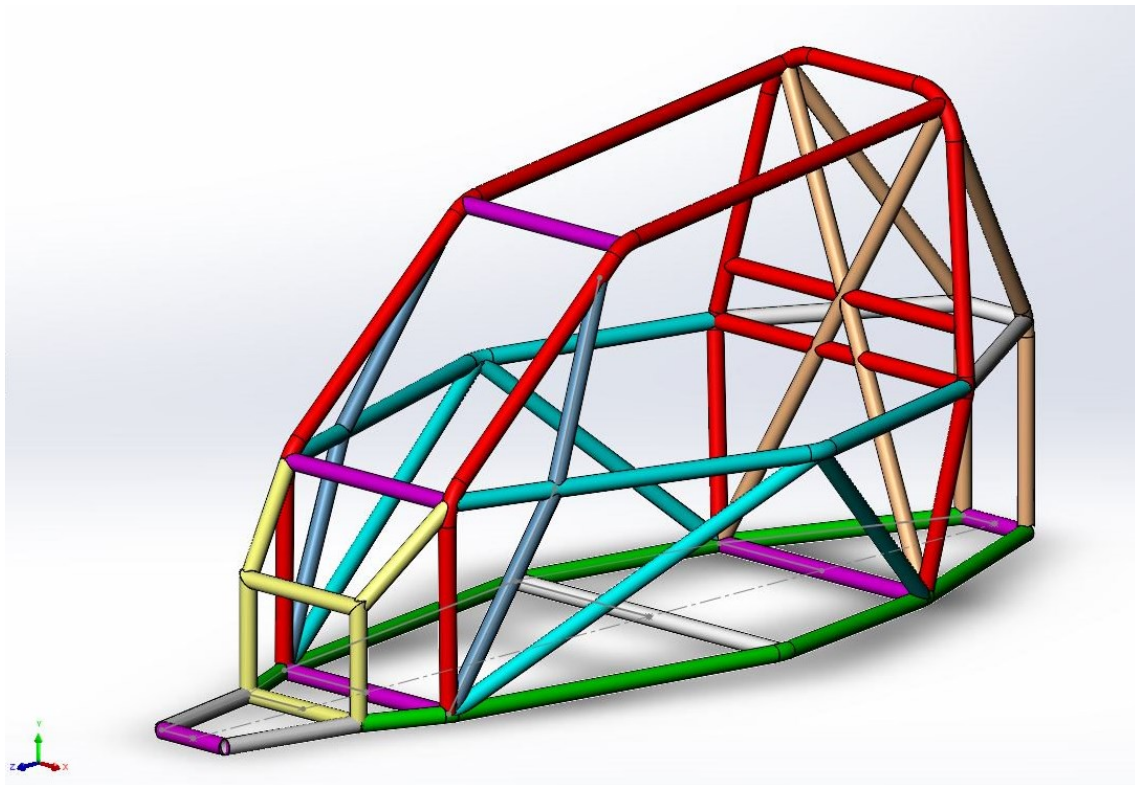
KUVA 23. Ovipalkit ja poljinrunko

Seuraavaksi piirrettiin takatuet ja tuulilasin pilarivahvikkeet sekä samalla värjäsimme 40x2 mm putket punaisiksi, kuten FIA:n säännöissä, jotta piirtovaiheessa ei vahingossa käytetä väärän paksuista putkea (kuva 24).



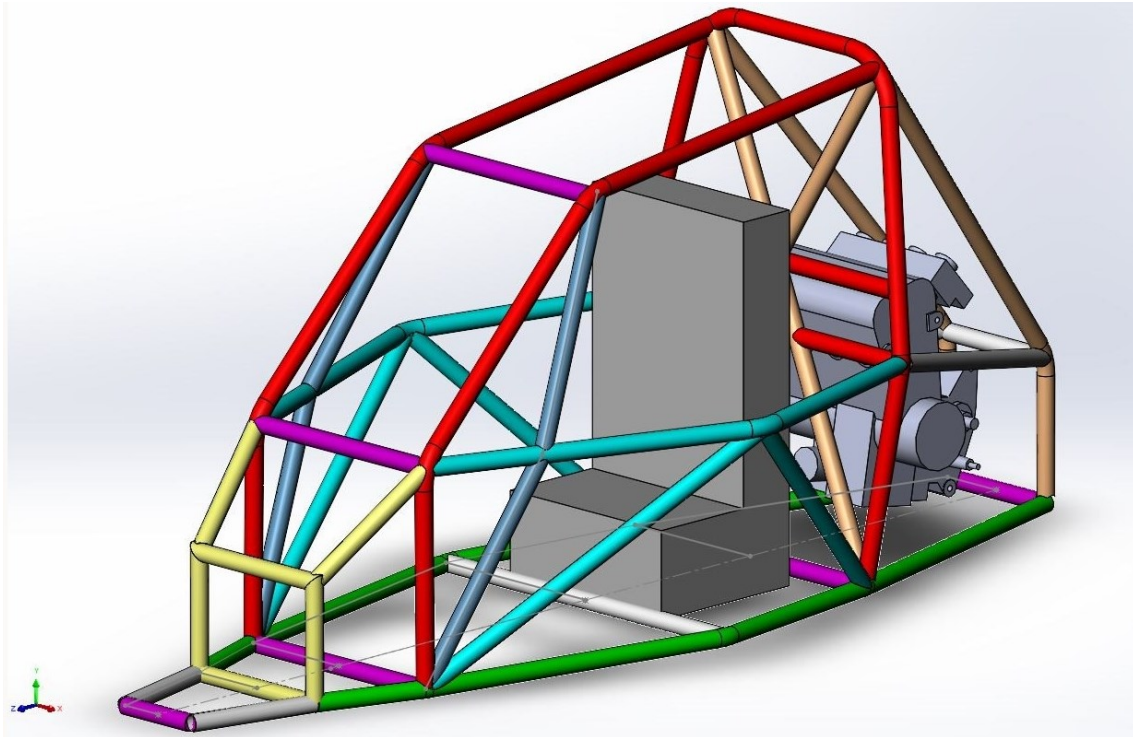
KUVA 24. Takatuet ja tuulilasin pilarivahvikkeet

Tässä vaiheessa on siis piirretty kaikki FIA:n sääntöjen vaatimat putket runkoon minimikoossa, oikealla määrällä taivutuksia sekä oikeissa kulmissa. Putket värjättiin samoiksi kuten FIA säännöissä, ja päädyimme nimeämään tämän versioksi 0.1 (kuva 25).



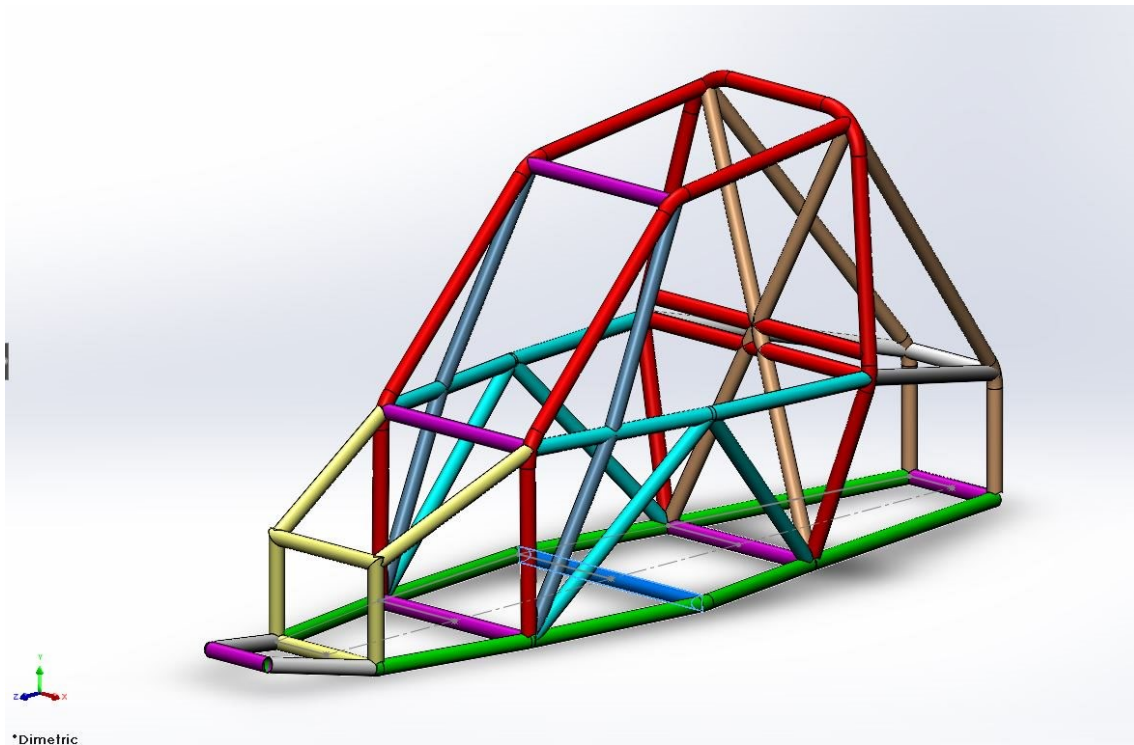
KUVA 25. V 0.1

Seuraavaksi etsimme valmiin 3d mallin moottorille, ja mitat istuimelle. Siirsimme 3d mallin moottorista omaan piirustukseemme ja teimme karkean mallin penkin mitoista. Näiden avulla tarkistimme, että ohjaamossa on riittävästi tilaa penkille ja kuljettajalle, sekä moottoritilassa moottorille ja voimansiirrolle. Takatukia ja moottoritilan lattiaa muokattiin (kuva 26).



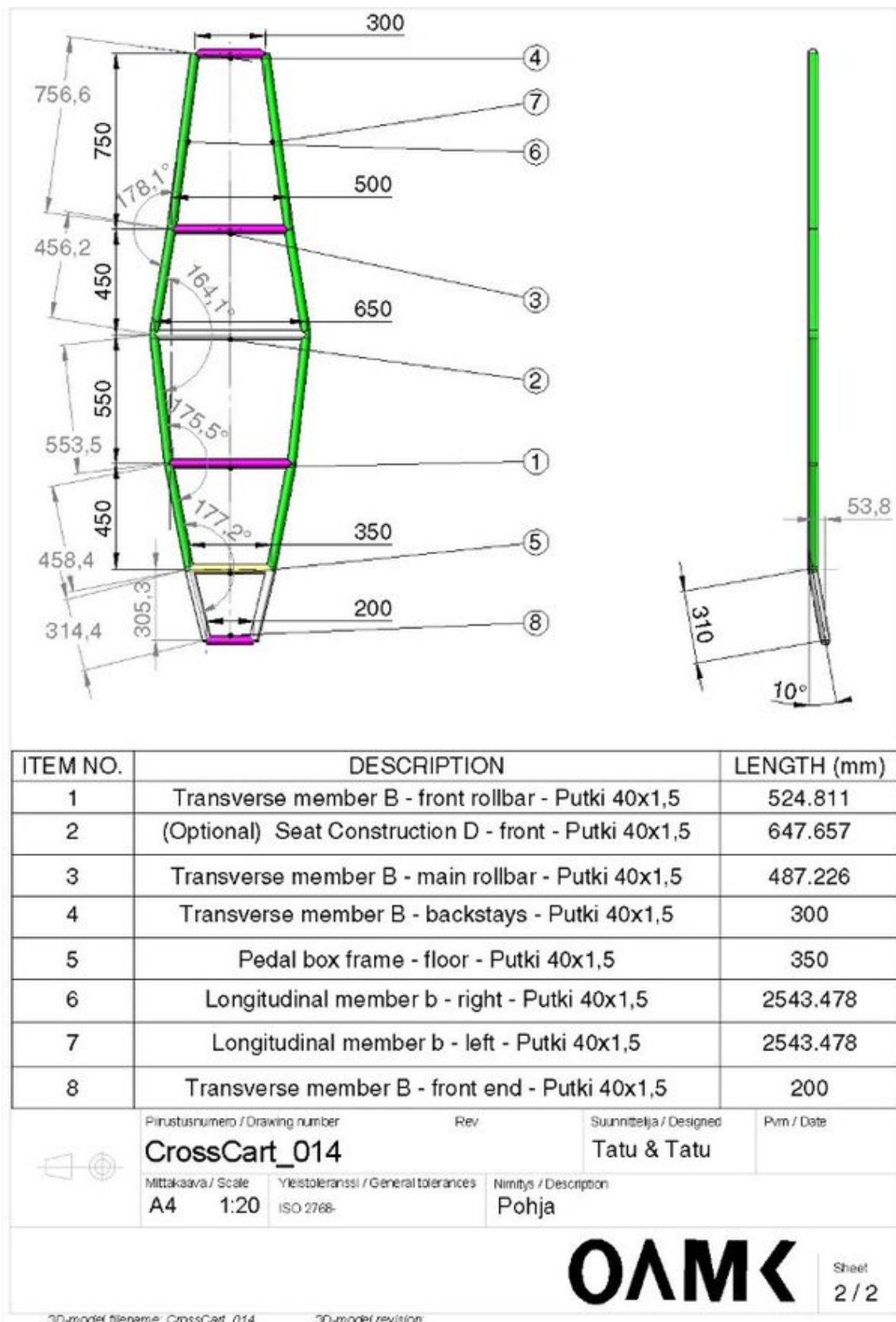
KUVA 26. V 0.11

Versioissa 0.12 ja 0.13 muutettiin ohjaamon ja poljinkotelon mittoja. Runkoa kavennettiin, ohjaamo lyhennettiin ja poljinkotelo pidennettiin. Rungon leveyden määrittämiseksi Miikka Mäkelä antoi arvioin, perustuen Formula Fordin, Speedcar Extremen sekä Mtec Tigerin ohjaamojen perusteella. Versiossa 0.14 etummaista poikittaista osaa lattiassa nostettiin, koska auton alusta tulee olemaan hyvin pehmeä, jolloin rajussa jarrutuksessa tämä olisi voinut osua maahan (kuva 27).



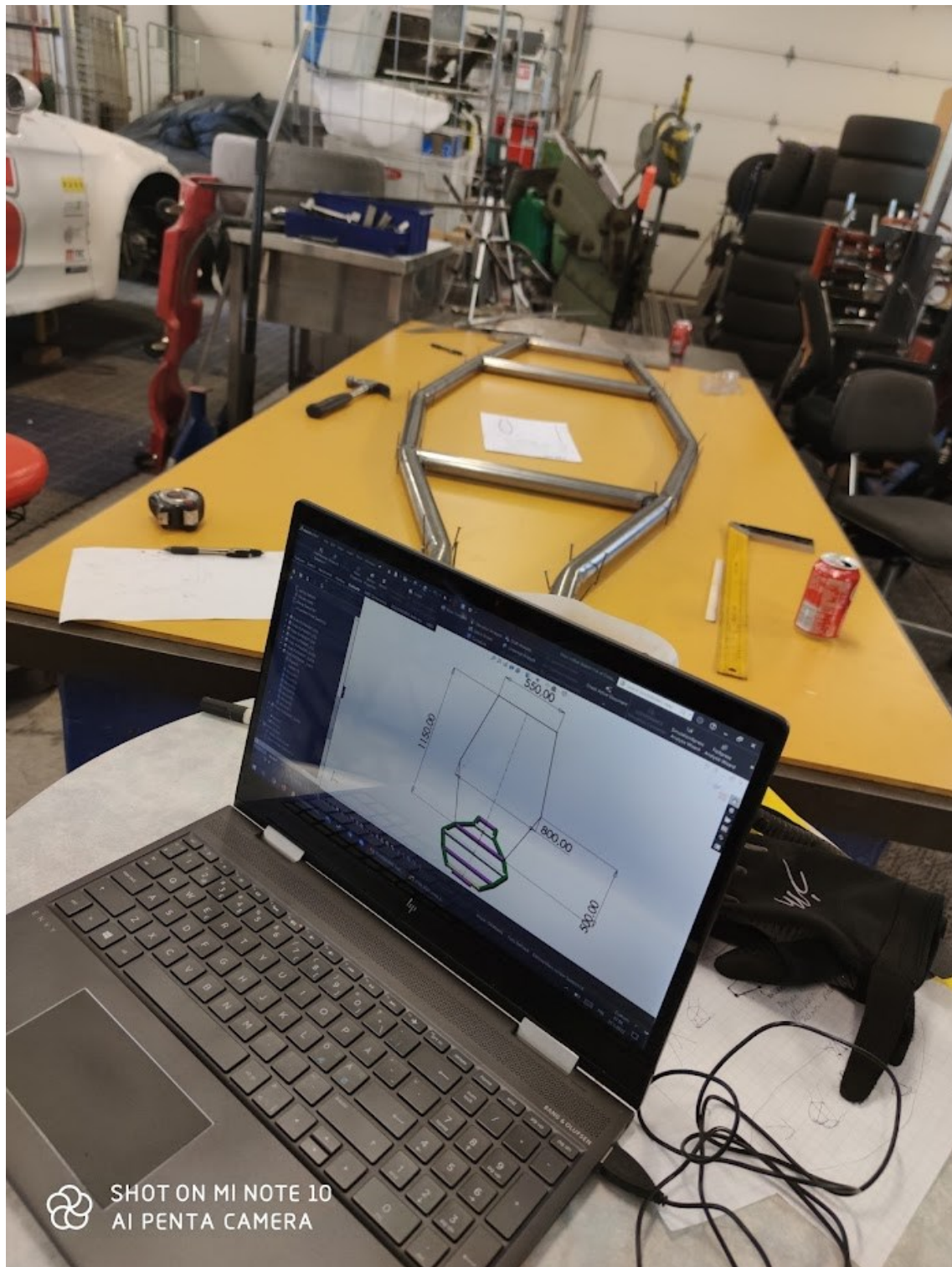
KUVA 27. V 0.14

Tässä vaiheessa totesimme, että tarvitsemme kokeellisia mittauksia mittojen päättämiseen, joten aloitimme mallirungon teon. Mallirunko valmistetaan 0.5x40 mm huonekaluputkesta leikkaamalla, taivuttamalla ja hitsaamalla. Samalla myös valmistetaan jig-pyötä jossa runkoja myös valmistettaisiin. Rakentaminen aloitettiin lattiatasosta kuvan 28 piirustusten mukaisesti.



KUVA 28. Lattiatason valmistuspiirros

Kun lattiataso saatiin valmiiksi, aloitimme pääturvakaaren valmistamisen. Kuvassa 29 näkyy valmis lattiataso sekä tietokoneella avoinna piirustus pääturvakaarta varten.



KUVA 29. Lattia taso valmis, pääturvakaaren mitat koneella

Seuraavaksi valmistettiin sivuturvakaaret ja ovipalkkien yläosat. FIA-hyväksytty penkki asennettiin ohjaamoon (kuva 30). Näin päästiin kokeilemaan, kuinka kuljettaja mahtuu ohjaamoon ja kuinka kuljettaja pääsee sisälle ja ulos ohjaamosta.



KUVA 30. Sivuturvakaaret ja ovipalkit

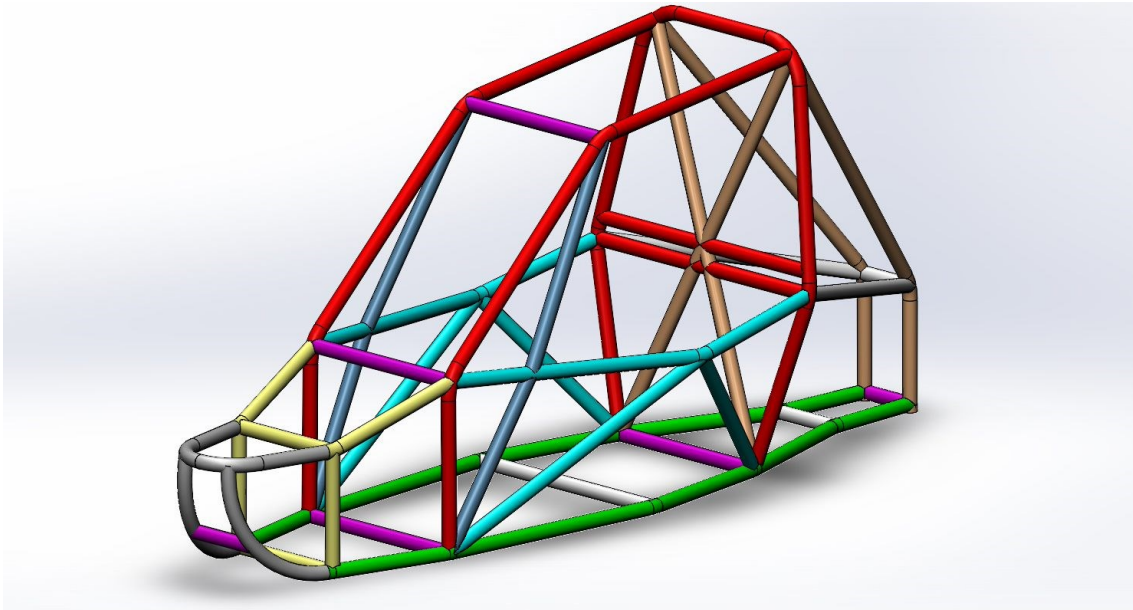
Nopeasti huomattiin, että kuljettajan kyynärpäät osuvat ovipalkkien yläosaan. Ohjaamoon sisälle meno ja sieltä poistuminen on hyvin vaikeaa, koska kuljettaja osuu sivuturvakaarien etuosaan. Ohjaamoa pidennettiin sekä ovipalkkeihin lisättiin taitosta alaspäin. Lisäsimme runkoon myös tuulilasin pilarivahvikkeen. Laskimme turvavöille oikeat geometriset kiinnityspisteet, joiden avulla pääturvakaaren vahvikkeiden paikat myös tulivat selväksi.

Seuraavaksi asennettiin moottori ja polttoainetankki, joiden avulla vahvistettiin moottoritilan riittävyys (kuva 31).



KUVA 31. Muokattu ohjaamo ja lisätyt pilarivahvikkeet

Piirustuksiin tehtiin samat muutokset. Viimeistelimme rungosta osia, jotka eivät ole säännöissä määriteltyjä, kuten poljinkotelon ja etummaisen poikittaisen osan väli. Varmistimme että rungossa kaikki FIA:n sääntömääräykset rungon osalta täyttyivät. Testasimme karkeasti, kuinka kauan kuljettajalla menee aikaa poistua ohjaamosta, sillä tälle on määritelty maksimi aika FIA säännössä, 7 sekuntia. (2 s. 21) Kun olimme tyytyväisiä, otimme riittävän määrän kuvia sekä mittoja piirustuksesta sertifiointia varten. Kuvassa 32 on esiteltynä valmis runkopiirustus.



KUVA 32. Valmis runkopiirustus

5.1.1 Penkin kiinnityspisteet

Penkin kiinnityspisteiden tyypiksi valittiin vaihtoehto D, koska tällöin penkille saadaan suuremmat säätömahdollisuudet. Penkin kiinnityksen vaihtoehdot on esitelty kohdassa 3.5.13.

5.1.2 Alustan kiinnityspisteet

Alustan kiinnityspisteitä ei ole määritelty FIA-säännöissä, mutta ne pitää olla päätettynä ja suunniteltuna runkoon sertifiointia varten. Suunnittelu vaatii kuitenkin hyvin paljon työtä, mm. jousitusgeometrian osalta, joten ne rajattiin ulos tästä opinnäytetyöstä.

5.1.3 Moottorin kiinnityspisteet

Moottorin kiinnityspisteet on suunniteltava siten, että on mahdollista asentaa kaikki kolme FIA hyväksyttyä moottoria vain kiinnikkeitä vaihtamalla. Kiinnikkeitä voidaan suunnitella asiakkaiden toiveiden ja tarpeiden mukaan lisää. Kiinnikkeet eivät ole sääntömääräiset osat rungosta, joten niiden tarkempi suunnittelu ei kuulu tähän opinnäytetyöhön, meidän piti vain varmistaa, että kaikki hyväksytyt moottorit mahtuvat ja näiden moottorien kiinnikkeille on vaihdettavuuden ja lujuuden kannalta hyvät paikat rungossa.

6 FIA-SERTIFIINTI

Tässä osiossa käsitellään, kuinka crosskartin rungolle saadaan FIA:n hyväksyntä. Crosskart-auton hyväksyntä hoidetaan AKK:n kautta. Olimme yhteydessä AKK:n Lajipäällikköön Iiro Palmeen, joka vastaa luokitustodistuksista, ja häneltä saimme FIA:n virallisen protokollan. Protokolla on nähtävissä liitteessä 1.

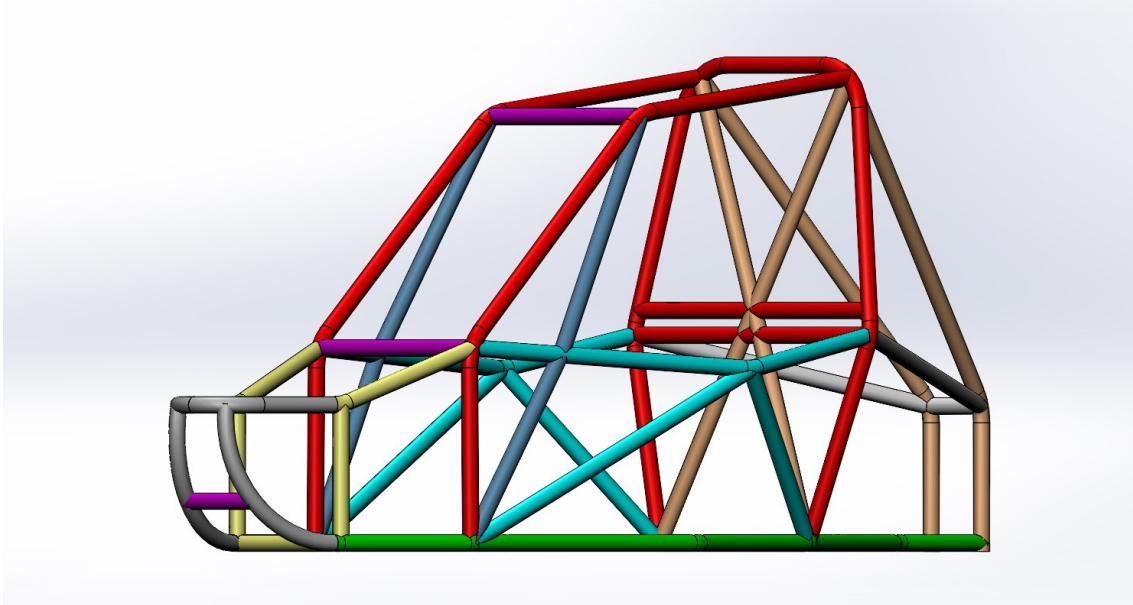
6.1 Protokolla

- 1) Cross Car valmistajan tulee toimittaa kaikki tarvittavat runkopiirustukset alueelliselle autourheiluliitolle (Suomessa AKK).
- 2) AKK:n tulee tarkistaa piirustuksien perusteella, että runko täyttää artikkelin 279B-12 vaatimukset. Avoimissa kysymyksissä AKK:n tulee olla yhteydessä FIA:an.
- 3) Mikäli runko täyttää artikkelin 279B-12 vaatimukset, rungon valmistajan tulee ottaa tarvittavat kuvat runko hyväksyntää eli SCC:tä varten varten. SCC liitteenä 2. Kuvien on oltava otettu tasaisen taustan edessä. Kuvan 1 on oltava auton etu vasemmalta, ja kuvan 2 auton etu oikealta, tai päinvastoin.
- 4) AKK:n toimittaa rungon valmistajalle vuoden 2021 SCC:n.
- 5) Rungon valmistajan on lisättävä kuvat SCC:hen.
- 6) AKK:n on tarkistettava, että SCC on täytetty oikein ja AKK:n on lähetettävä täysin täytetty SCC FIA:lle tarkistusta varten.
- 7) Mikäli kaikki on oikein, AKK voi pyytää FIA:a rekisteröimään kyseinen Cross Car artikkelin 279B- liitteeseen I.

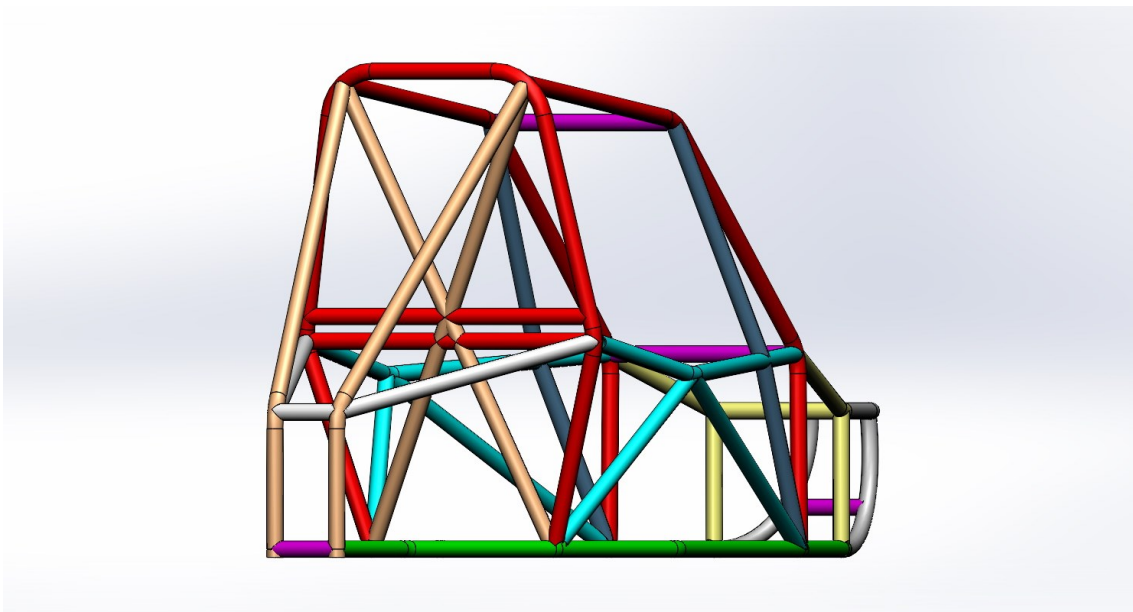
Tässä opinnäytetyössä tärkeimmäksi opinnäytetyön tilaajan puolesta koettiin kohta 1, eli runkopiirustukset. Tämän ja aikarajoitteiden vuoksi opinnäytetyössä ei käsitelty FIA-sertifiointia sen pidemmälle.

6.2 Runkopiirustukset

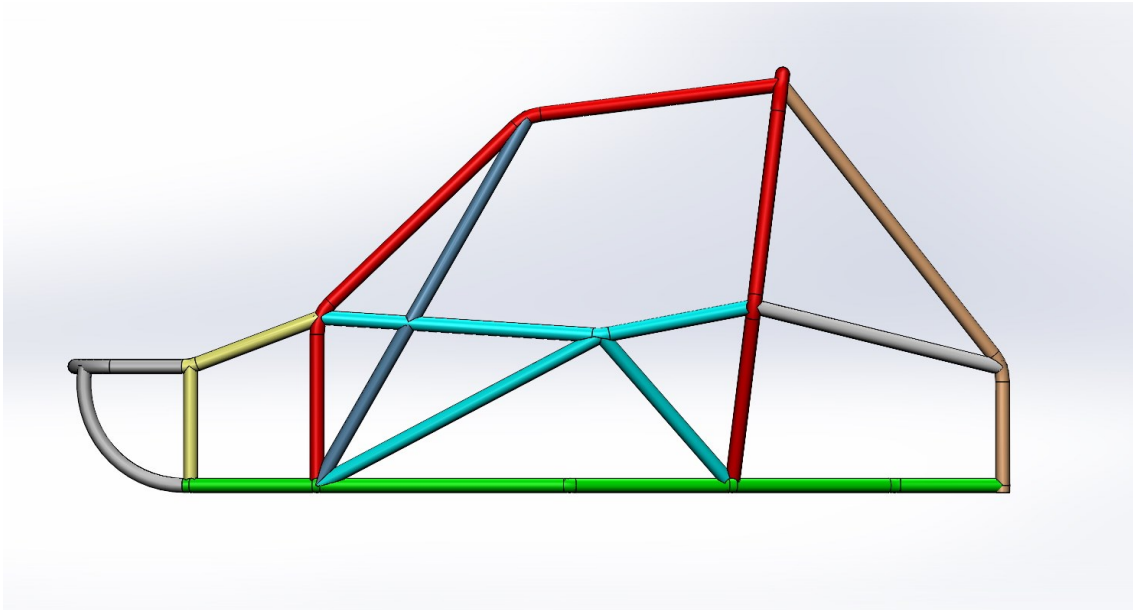
Seuraavissa kuvissa on SCC:hen vaaditut kuvat piirustuksista. Kuvat, joihin vaaditaan mittoja, eivät ole tässä esiteltynä.



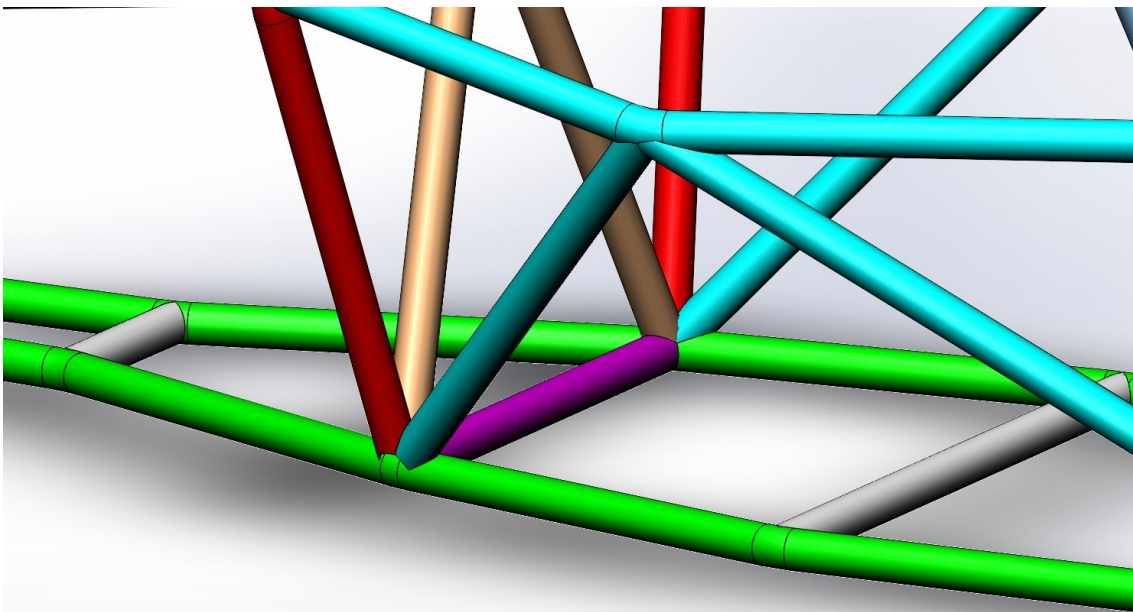
KUVA 33. FRONT $\frac{3}{4}$ VIEW OF MULTI TUBULAR SPACE FRAME



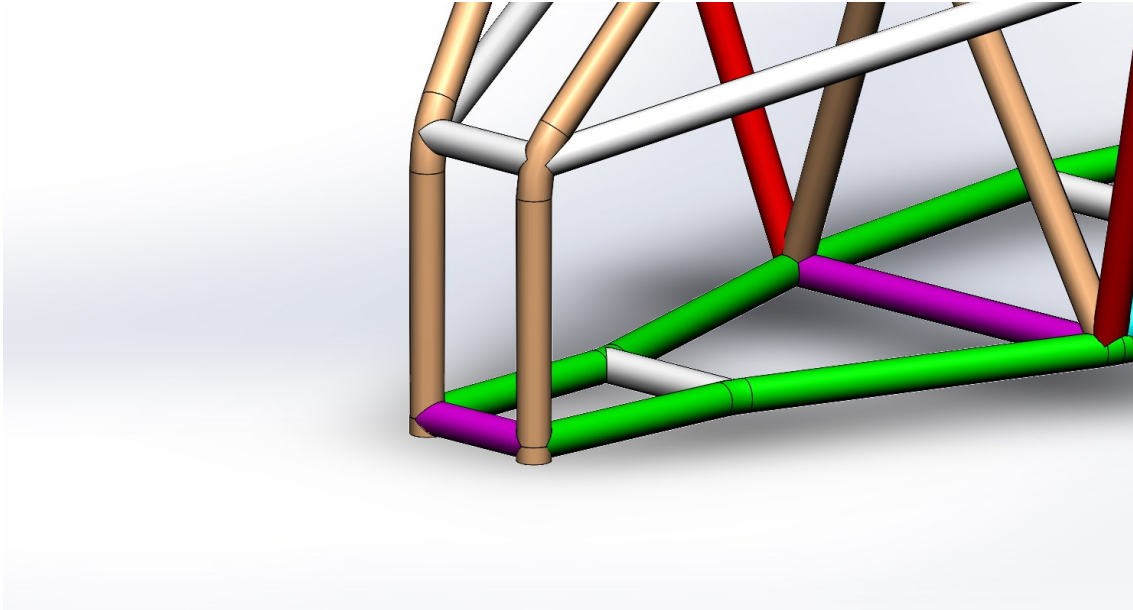
KUVA 35. REAR $\frac{3}{4}$ VIEW OF MULTI TUBULAR SPACE FRAME



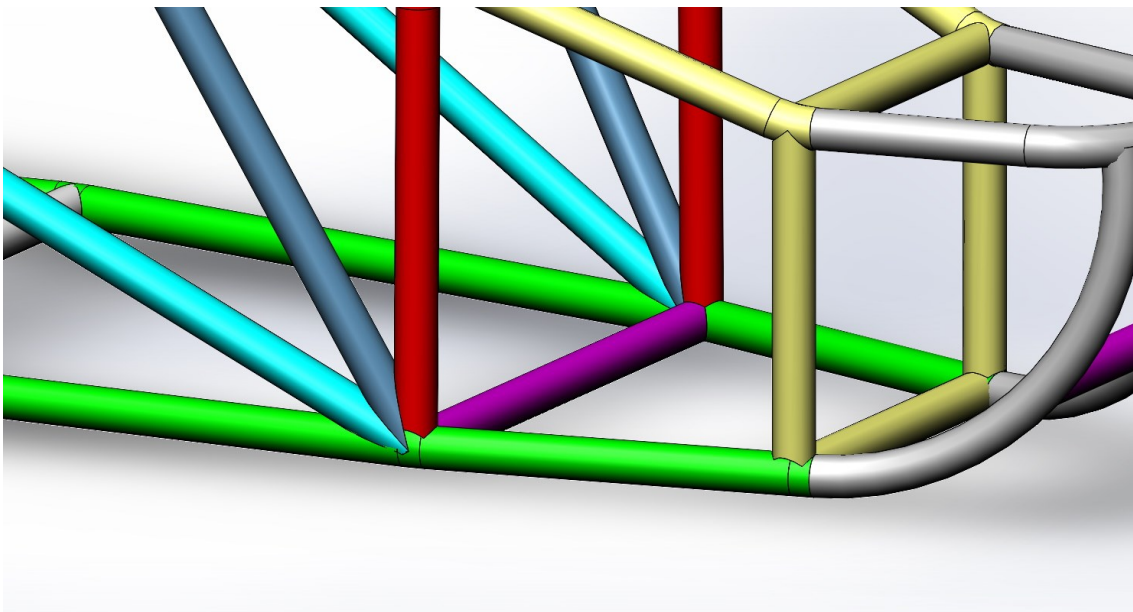
KUVA 36. VIEW FROM SIDE OF MULTI TUBULAR SPACE FRAME



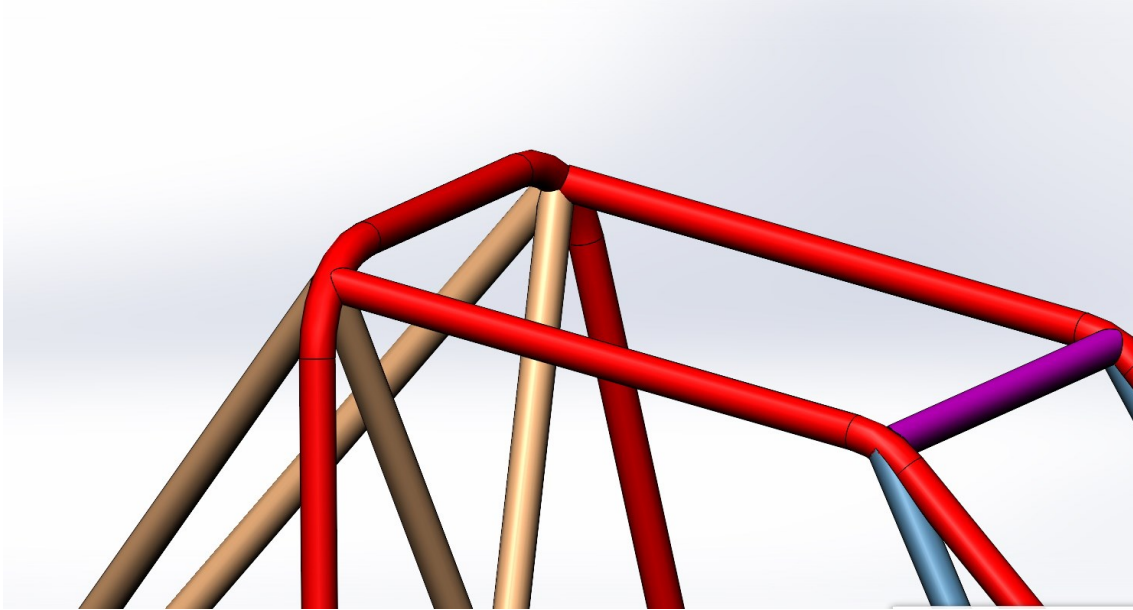
KUVA 37. MAIN ROLLBAR TO LOWER LONGITUDINAL MEMBER ATTACHMENT



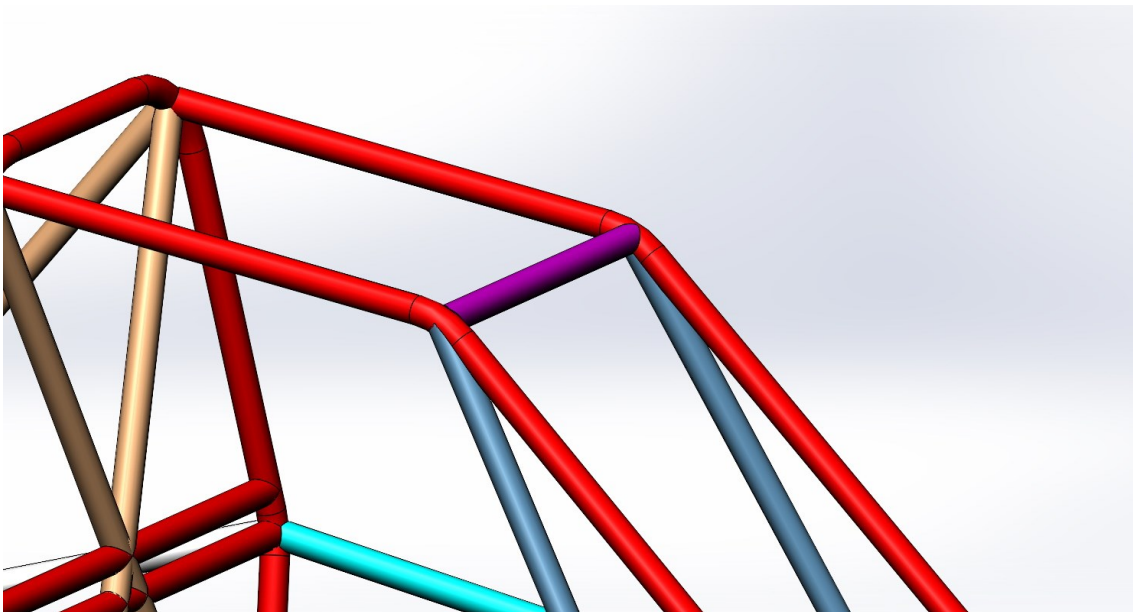
KUVA 38. REAR BACKSTAY TO LOWER ATTACHMENT



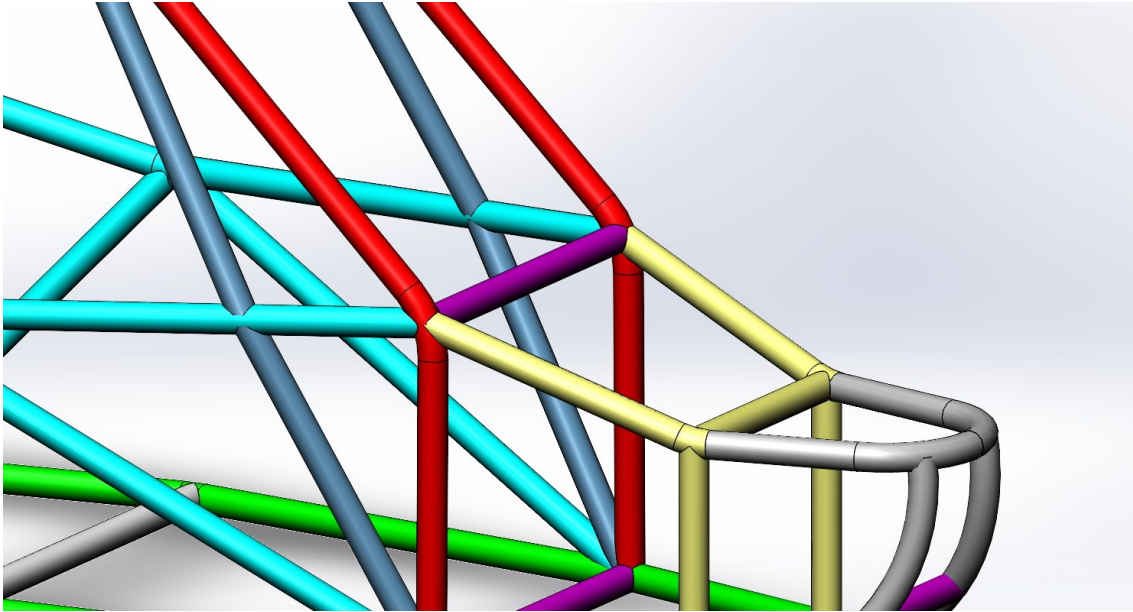
KUVA 39. LATERAL HALF-ROLLBAR TO LOWER LONGITUDINAL MEMBER ATTACHMENT



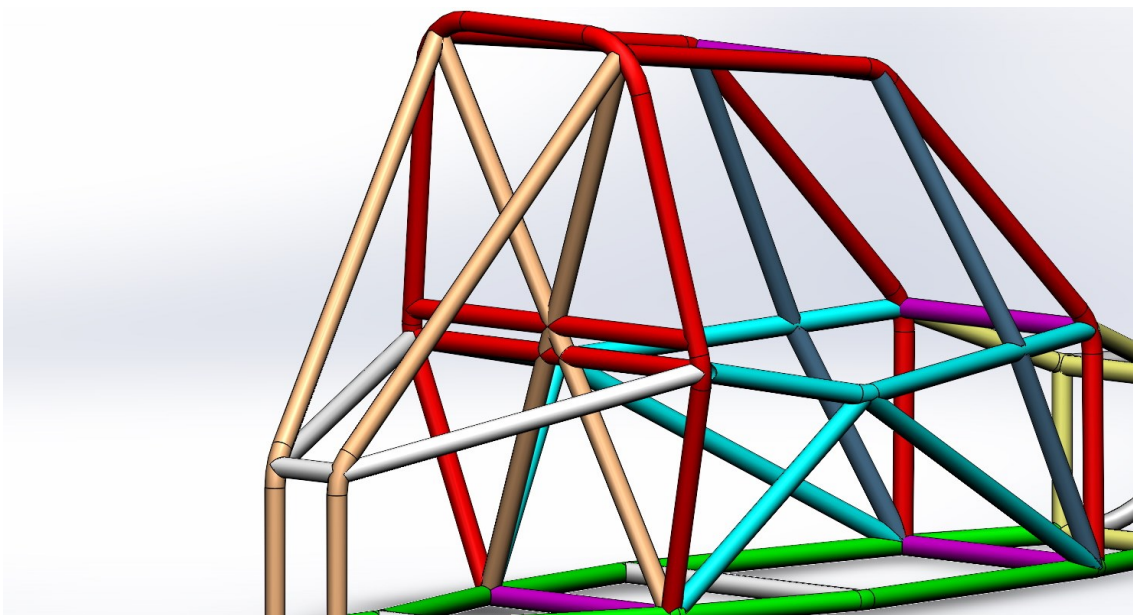
KUVA 40. MAIN ROLLBAR TO LATERAL HALF ROLLBAR ATTACHMENT



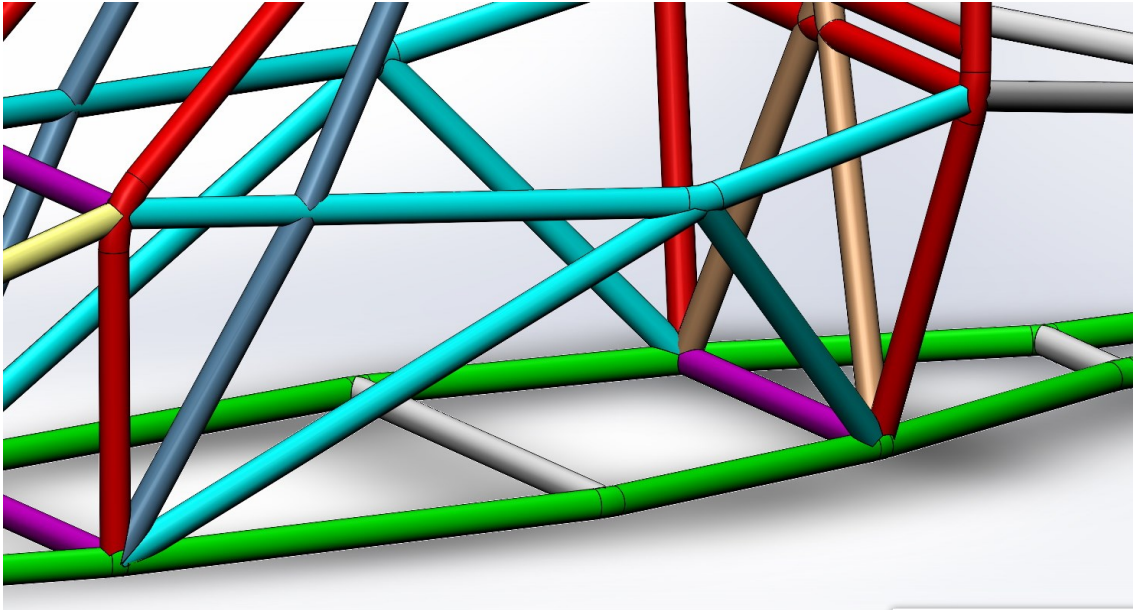
KUVA 41. LATERAL HALF-ROLLBAR TO UPPER TRANSVERSE MEMBER ATTACHMENT



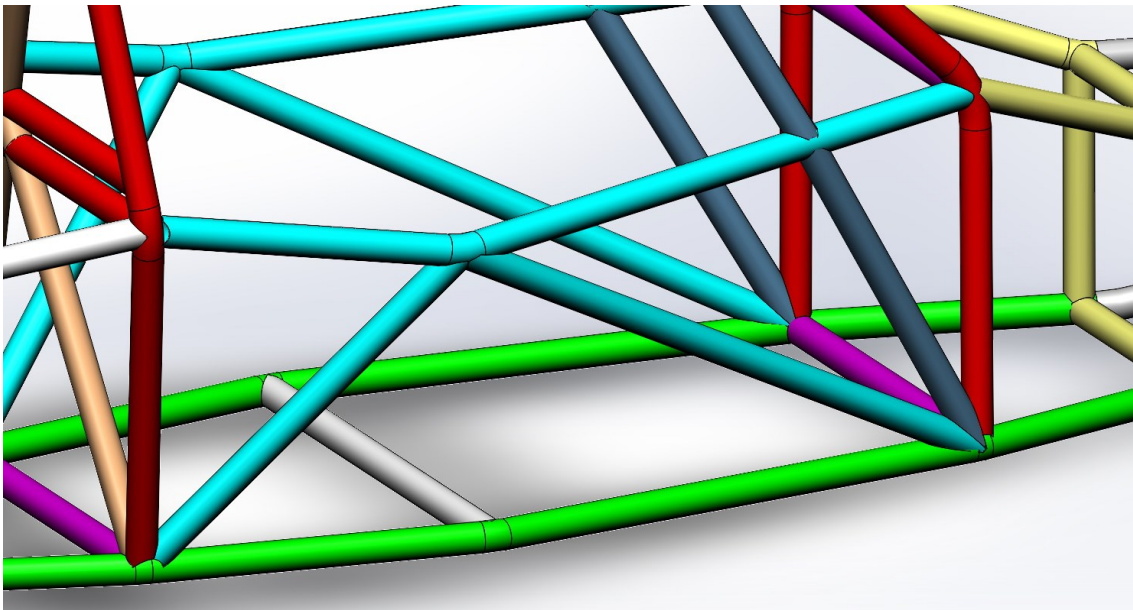
KUVA 42. LATERAL HALF-ROLLBAR TO MIDDLE TRANSVERSE MEMBER ATTACHMENT



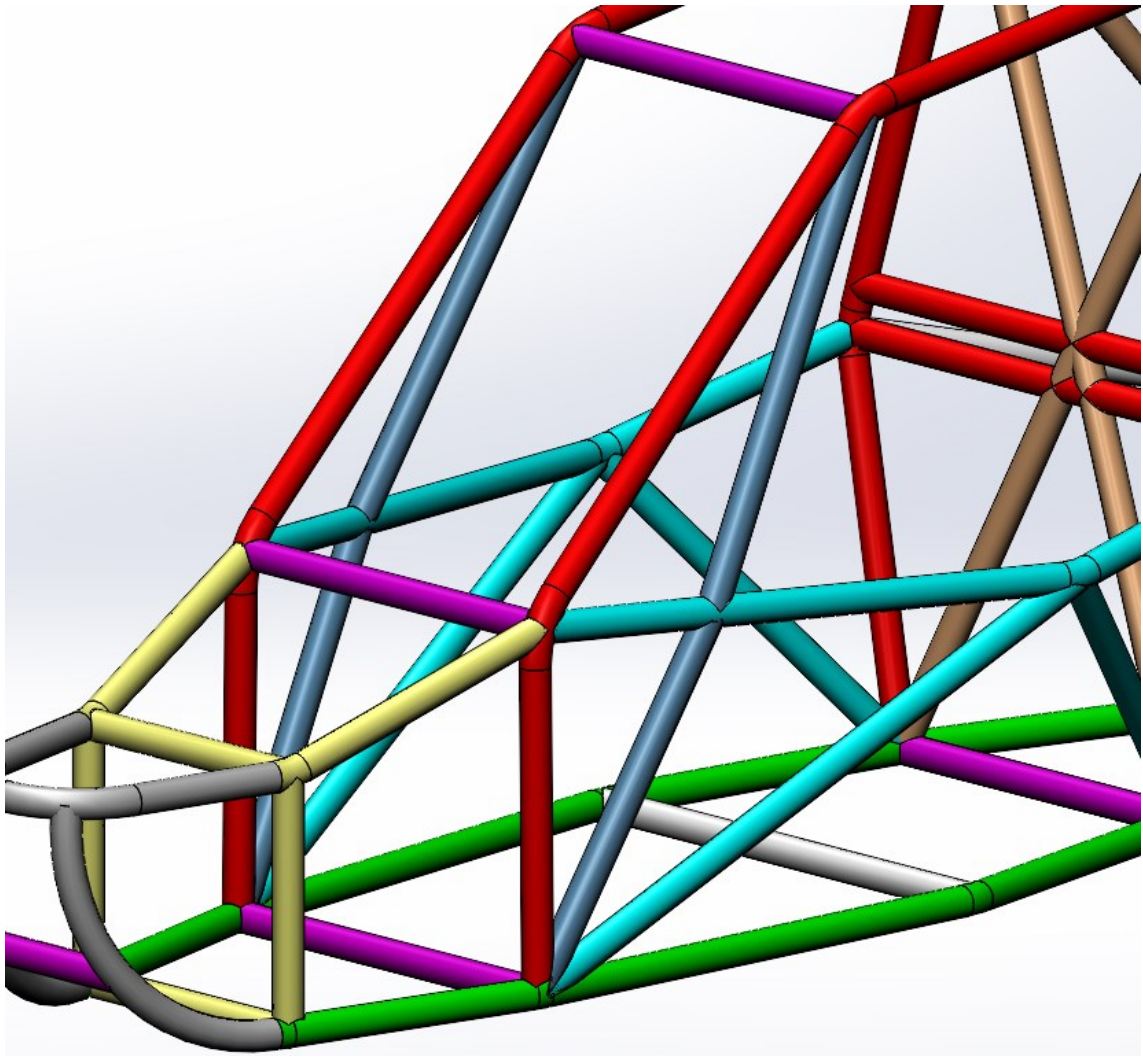
KUVA 43. ATTACHMENT DIAGONAL MEMBERS ON MAIN ROLLBAR



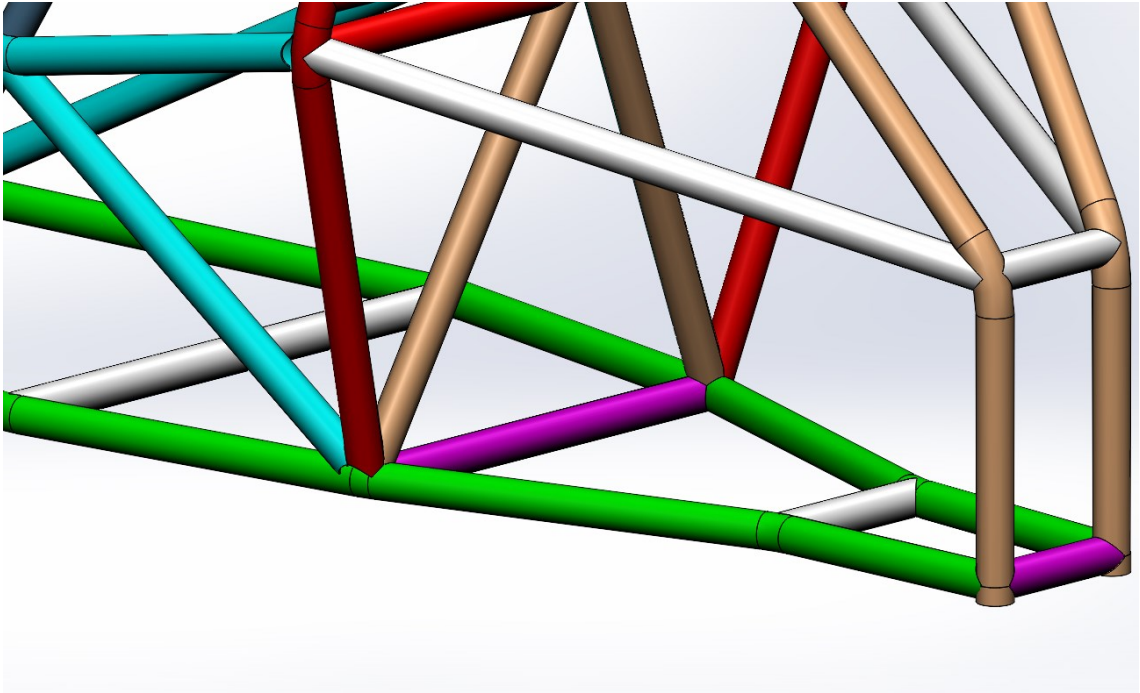
KUVA 44. ANTI-INTRUSION DOORBAR – LEFT



KUVA 45. ANTI-INTRUSION DOORBAR – RIGHT



KUVA 46. WINDSCREEN PILLAR REINFORCEMENT



KUVA 47. TRANSVERSE MEMBER AT MAIN ROLLBAR

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön alkuperäiseen tavoitteeseen eli valmiiseen FIA-sertifiointiin ei päästy. Syynä tähän on se, että FIA-sertifiointi vaatii, että alustarakenne ja alustan kiinnityspisteet runkoon on myös päätetty. Alustarakenteen suunnittelu on niin iso työ, että tästä saisi toisenkin opinnäytetyön tehtyä, ja tällä hetkellä Mtecillä ei ole resursseja tämän toteuttamiseen. Tilaaja kuitenkin oli tyytyväinen jo tämänhetkisiin tuloksiin, joten voin todeta, että tavoitteeseen on siltä osin päästy. Valmiudet sertifiointiin ovat olemassa, lukuun ottamatta alustarakennetta.

Olen itse tyytyväinen opinnäytetyön lopputuloksiin. Lopullisessa dokumentoinnissa on kulunut aikaa enemmän kuin olisin toivonut ja suunnittelin, tämä johtuu pääasiassa työkiireistä. Itse käytännötyöt tilaajalle sujuivat kuitenkin jouhevasti. Aloitimme keskustelut opinnäytetyöstä marraskuussa 2021, ja toimitimme valmiit runkopiirustukset toukokuussa 2022.

Tilaaja on ollut työn tuloksiin hyvin tyytyväinen, ja he ovat kiitollisia, että lähdimme toteuttamaan projektia heidän kanssaan. Miikka Mäkelän mukaan edistymme työssä hyvin nopeasti, ja seuraavat työvaiheet ovat heidän vastuullansa.

Olen myös tyytyväinen opinnäytetyön kulkuun, en näe, että olisimme voineet toimia erillä tavalla. Olisi ollut mukava suorittaa opinnäytetyö alkuperäisen suunnitelman mukaiseen tavoitteeseen, mutta valitettavasti työn määrä olisi kasvanut alustarakenteen vuoksi liian suureksi. Tämä on hyvä jatkoaihe kolmanteen opinnäytetööhön tähän projektiin liittyen.

Opinnäytetöitä tehdessä opin todella paljon. Pääsin syventämään aiemmin opittuja asioita Tatu Stenbackan kanssa Solidworks ohjelman kanssa, ja mallirungon valmistamisessa opin käytännön työskentelystä, mm. hitsaamisesta.

Suurimpana haasteena opinnäytetyössä oli FIA- ja NEZ-sääntöjen tulkinta. FIA-säännöt ovat alun perin ranskaksi kirjoitetut, ja englanniksi käännetty. Tämän vuoksi englanninkielisessä säännöstössä oli lauseita ja sanoja, jotka olivat vaikeasti ymmärrettäviä, merkitys oli muuttunut, tai ne eivät olleet ymmärrettäviä ollenkaan. Tämä ratkesi siten että käänsimme sähköisiä apuvälineitä käyttäen lauseita sana-sanalta ranskasta englanniksi, ja vertaamalla näitä lauseita esimerkkikuvista toden-

nettavissa oleviin seikkoihin pystyimme kääntämään säännöstön lopulta suomeksi ja meille käytettävään muotoon. FIA-säännöstö päivittyi myös opinnäytetyön aikana neljä kertaa, jolloin jokaisella kerralla piti varmistua, että rungon osalta säännökset eivät olleet muuttuneet.

LÄHTEET

1. Autourheilun Kansallinen Keskusliitto 2021. Lajit – Crosskart. Hakupäivä 23.11.2021. <https://www.autourheilu.fi/lajit/crosskart/>.
2. Federation Internationale de l'Automobile 2023. Appendix J 2023 - Article 279B - Technical Regulations for Cross Cars - WMSC 15.10.2021. Hakupäivä 23.1.2023. https://www.fia.com/sites/default/files/279b_2023.pdf.
3. Speedweekend 2021. Xtrem. Hakupäivä 26.11.2021 <http://www.speedweekend.fi/Xtrem/>.
4. Speedcar 2021. Wonder. Hakupäivä 26.11.2021 <https://www.speed-car.com/wonder-e.html>.
5. NEZ Crosskart Championship. 2022 NEZ Technical Regulations Xtrem. Hakupäivä 24.11.2022. <https://www.nez-crosskart.eu/uploads/regulation/442c9a45795de55879fd16c2b505696316abe91c.pdf>.
6. Mtec Formula Technology 2021. Crosskart. Hakupäivä 26.11.2021. <http://www.makelara-cing.fi/mtec/fi/crosskart/>.
7. Mtec Formula Technology 2021. Mtec Tigerille Suomenmestaruus Crosskart 85cc -luokassa!. Hakupäivä 26.11.2021. <http://www.makelara-cing.fi/mtec/fi/mtec-tigerille-suomenmestaruus-crosskart-85cc-luokassa/>.
8. NEZ Crosskart Championship. 2022 NEZ Technical Regulations Xtrem Junior. Hakupäivä 24.11.2022. <https://www.nez-crosskart.eu/uploads/regulation/f3b446017cb3f7b6a49202c7f24e016bc37ca637.pdf>.
9. Mtec Formula Technology 2021. Mtec. Hakupäivä 12.2.2023. <http://www.makelara-cing.fi/mtec/fi/mtec-2/>.



Cross Car related Information letter to the ASN's.

Please find below the procedure for registering a Cross Car under Article 279B-Appendix I.

1. The Cross Car manufacturer must provide to the relevant ASN all necessary chassis drawings.
2. The ASN must check by means of the drawings if the chassis complies with Article 279B-12. If there are any open points, the drawings can be forwarded to the FIA khgoldstein@fia.com.
3. Provided that the Cross Car chassis complies with Article 279B-12, the chassis manufacturer should take all necessary photos for the Safety Cage Certificate.
The photos must be taken in front of a plain background. Photo 1 must show the car from the front left and photo 2 must show the car from the rear right, or vice versa.
4. The ASN should provide to the chassis manufacturer the 2021 Safety Cage Certificate (SCC) for Cross Cars. See attached. You can find the Word template on FIA Networks.
You will find the procedure for filling in the SCC in the Homologation Regulations for Safety Cages, Article 2, procedure. In this Article, you will also find the instructions regarding the FIA sticker. This must not be mixed up with the Chassis ID Seal.
5. The chassis manufacturer must add the photos to the SCC.
6. The ASN has to check if the SCC is filled in correctly and should send the completely filled out SCC to the FIA, khgoldstein@fia.com for a check.
7. If everything is correct, the ASN can ask the FIA to register the Cross Car under Article 279B-Appendix I.

Insert ASN LOGO here	<small>ASN CERTIFICATE NUMBER</small> <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>
----------------------------	--

SAFETY CAGE CERTIFICATE

In compliance with FIA Homologation Regulations for Safety Cages

AND

with the FIA Technical Regulations for Autocross Cars (Appendix J Art. 279A) or for Cross Cars (Appendix J Art. 279B)

This Certificate is valid only for the Safety Cage bearing the Serial Number shown on Page 8 of 9

Safety Cage Manufacturer	_____
Address	_____

Phone n° + Email	_____

The structure shown on this form is manufactured for the following vehicle:

Group	Autocross (Art. 279A)	<input type="checkbox"/>	Cross Cars (Art. 279B)	<input type="checkbox"/>	
Make	_____	Model	_____	Year/Model Identifier	_____
Vehicle Homologation Number(s)* *if applicable		_____			
Drawing of front ¾ view of the Complete Structure <u>showing the location of the identification plate</u>					
IT IS ACCEPTED BY ALL PARTIES AND ENTITIES CONCERNED WITH THIS DOCUMENT AND ITS CONTENT THAT, IN THE LAST RESORT, THE FIA HOLDS FULL AUTHORITY TO TESTIFY TO THE REGULATORY VALIDITY OF THIS CERTIFICATE IN CASE OF DIFFICULTIES REGARDING THE APPLICATION OR INTERPRETATION OF THE RULES AND/OR REQUIREMENTS REFERRED TO ABOVE					

Insert
ASN LOGO
here

ASN CERTIFICATE NUMBER

Weight of Safety Cage, inc. fastenings	<div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100px; display: inline-block;"></div> kg
--	---

This document is valid only if fully completed and issued as a validated original document by
[ASN name] (The issuing ASN).

It must be presented, in full, on demand to FIA or ASN delegates or Technical Scrutineers of the Meeting (Competition).
The authorisation of this form by the issuing ASN certifies that the structure shown herein complies with the basic strength and
configuration requirements of the FIA Homologation Regulations for Safety Cages
[and of the applicable Technical Regulations, cf. page 1].

It does not certify that the structure complies with the requirements of any particular competition or technical regulations.
**This certificate becomes invalid if the structure is modified in any way
from the design shown herein.**

FOR THE USE OF THE ISSUING ASN ONLY		
The issuing ASN, having been satisfied that the Safety Cage design identified in this Certificate has been demonstrated to meet the requirements of the FIA Homologation Regulations for Safety Cages [and of the applicable Technical Regulations, cf. page 1], certifies that the design of the Safety Cage Structure is valid for use, subject to the restrictions listed below, in all events sanctioned by the issuing ASN and International events sanctioned by the FIA.		
Name of Authorising Officer	<div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 150px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>Insert ASN Stamp here</p> </div>
Position	<div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%;"></div>	
Signed	<div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>Insert signature here</p> </div>	
Date of certification	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 40px;"></div> <div style="margin: 0 10px;">/</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 40px;"></div> <div style="margin: 0 10px;">/</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 40px;"></div> </div>	
Expiry date*	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 40px;"></div> <div style="margin: 0 10px;">/</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 40px;"></div> <div style="margin: 0 10px;">/</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 40px;"></div> </div> <p style="font-size: 0.8em; color: red; text-align: center;">*Date beyond which no cage may be manufactured any longer</p>	
Remarks/Restrictions (For the use of the issuing ASN only) <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div>		

Insert
ASN LOGO
here

ASN CERTIFICATE NUMBER

LABELLED DRAWING OF THE SAFETY CAGE STRUCTURE SHOWING ALL TUBING DIMENSIONS

All Dimensions $\pm 0.1\text{mm}$		Show location of each type on drawing		
		Grade of Steel	External Diameter (OD)	Wall Thickness (WT)
Tube / Member	Label			
Main Rollbar			mm	mm
Front (or Lateral Rollbar)			mm	mm
Long. members-lower			mm	mm
Long. Members-upper			mm	mm
Backstays			mm	mm
Backstay diag. members			mm	mm
Trsv. members-lower			mm	mm
Trsv. members-upper			mm	mm
Trsv. members-bent			mm	mm
Trsv. members-middle			mm	mm
Main rollbar			mm	mm
Diagonal members			mm	mm
Doorbars			mm	mm
Doorbar-lower side protection			mm	mm
Windscreen Pillar Reinforcements			mm	mm
Transverse reinforcement			mm	mm
Harness Bar			mm	mm
Pedal Box Frame			mm	mm
Trsv. Member-for seat anchorage, straight			mm	mm
Trsv. Member-for seat anchorage, bent			mm	mm
			mm	mm
			mm	mm

Insert
ASN LOGO
here

ASN CERTIFICATE NUMBER

PHOTO 1
FRONT ¾ VIEW OF MULTI TUBULAR SPACE FRAME

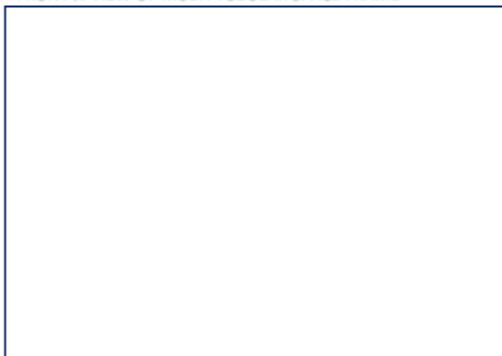


PHOTO 2
REAR ¾ VIEW OF MULTI TUBULAR SPACE FRAME

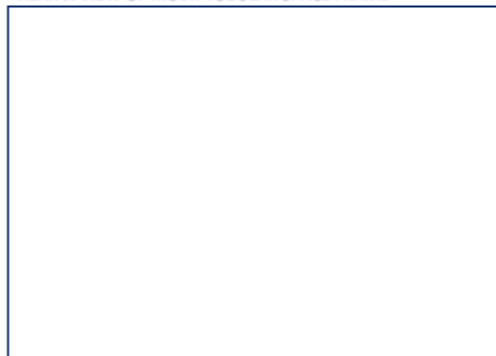


PHOTO 3
VIEW FROM SIDE OF MULTI TUBULAR SPACE FRAME

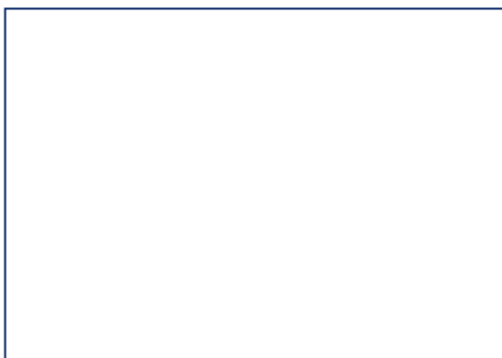


PHOTO 4
MAIN ROLLBAR TO LOWER LONGITUDINAL MEMBER
ATTACHMENT

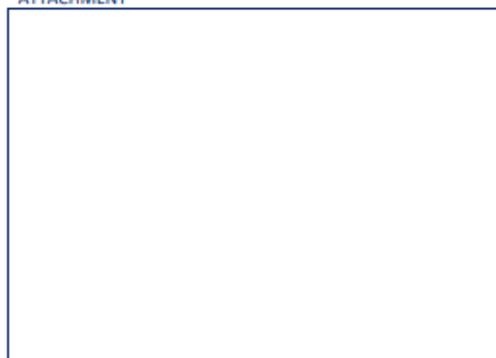


PHOTO 5
REAR BACKSTAY TO LOWER ATTACHMENT

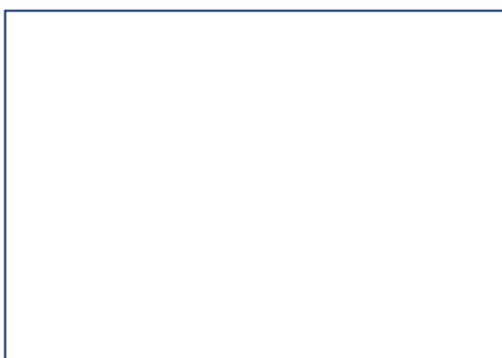
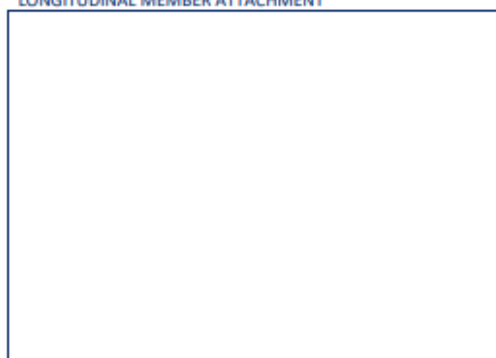


PHOTO 6
FRONT ROLLBAR OR LATERAL HALF-ROLLBAR TO LOWER
LONGITUDINAL MEMBER ATTACHMENT



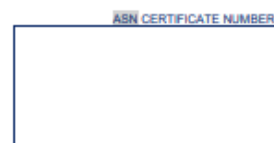


PHOTO 7
MAIN ROLLBAR TO UPPER LONGITUDINAL MEMBER, OR TO
LATERAL HALF-ROLLBAR ATTACHMENT

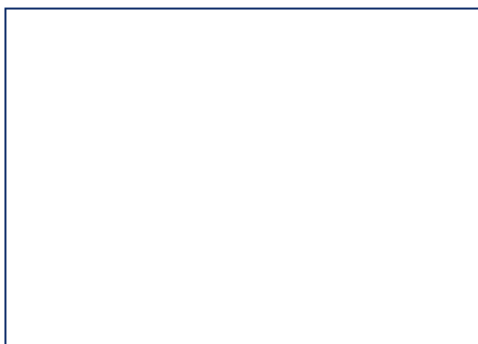


PHOTO 8
FRONT ROLLBAR TO UPPER LONGITUDINAL MEMBER OR
LATERAL HALF-ROLLBAR TO UPPER TRANSVERSE MEMBER
ATTACHMENT

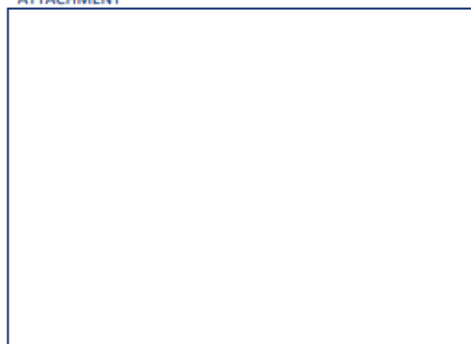


PHOTO 9
FRONT ROLLBAR OR LATERAL HALF-ROLLBAR TO MIDDLE
TRANSVERSE MEMBER ATTACHMENT



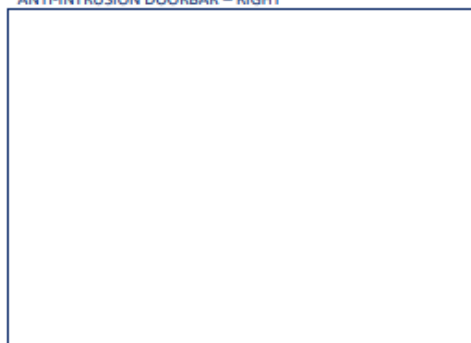
PHOTO 10
ATTACHMENT DIAGONAL MEMBERS ON MAIN ROLLBAR



PHOTO 11
ANTI-INTRUSION DOORBAR - LEFT



PHOTO 12
ANTI-INTRUSION DOORBAR – RIGHT



Insert
ASN LOGO
here

ASN CERTIFICATE NUMBER

PHOTO 13
HARNESS FIXING POINTS – SHOULDER STRAPS

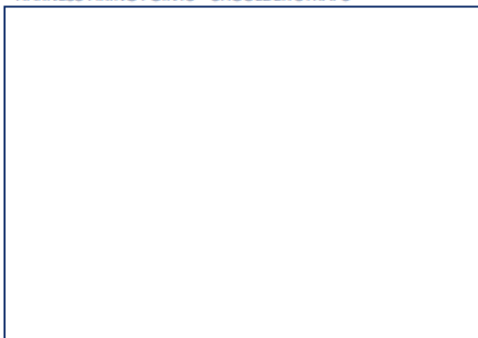


PHOTO 14
HARNESS FIXING POINTS – LAP STRAPS

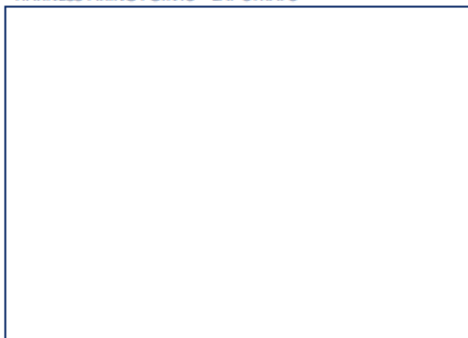


PHOTO 15
HARNESS FIXING POINTS – CROTCH STRAPS

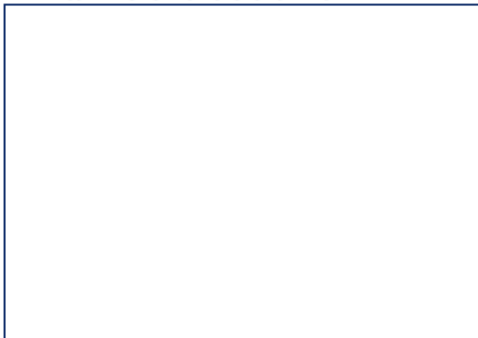


PHOTO 16
WINDSCREEN PILLAR REINFORCEMENT

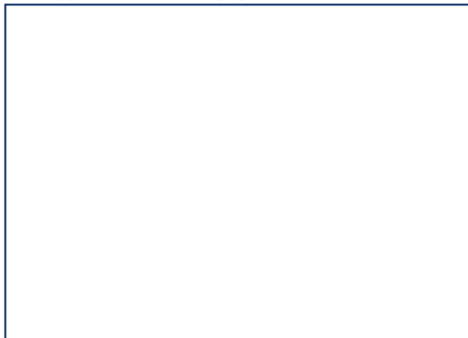


PHOTO 17
LOCATION OF IDENTIFICATION PLATE



PHOTO 18
DETAIL OF IDENTIFICATION PLATE



Insert
ASN LOGO
here

ASN CERTIFICATE NUMBER

PHOTO 19

FRONT SUSPENSION MOUNTING POINTS



PHOTO 20

REAR SUSPENSION MOUNTING POINTS



PHOTO 21

TRANSVERSE MEMBERS FOR SEAT ANCHORAGE

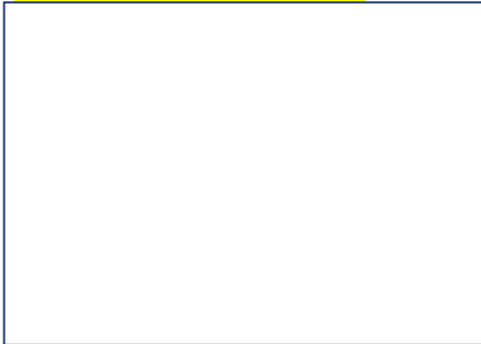


PHOTO 22

TRANSVERSE MEMBER AT MAIN ROLLBAR

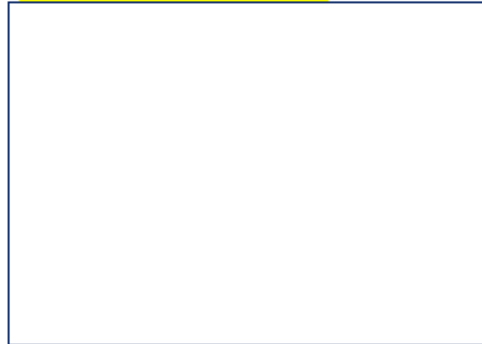


PHOTO 23

OTHER DETAILS OF CHASSIS

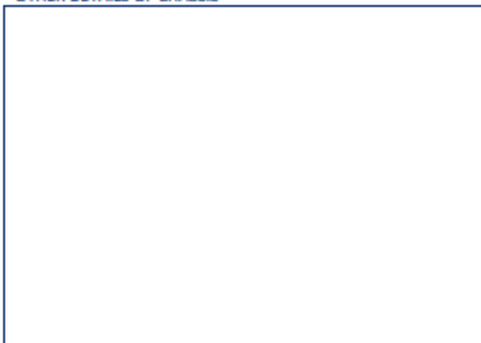
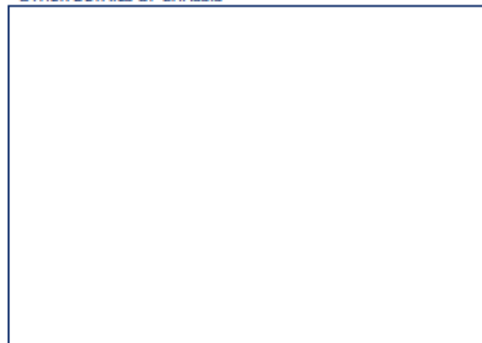


PHOTO 24

OTHER DETAILS OF CHASSIS



Insert
ASN LOGO
here

ASN CERTIFICATE NUMBER

Chassis Identification Number	_____
Safety cage identification Number	_____
FIA Sticker Number	_____
Date*	_____

* This date cannot be later than the expiration date indicated on page 2/9

FIA STICKER FOR ASN SAFETY CAGE - LOCATION

Photo showing location of sticker affixed to the cage
Painting accepted

USE NOT PERMITTED FOR SAFETY CAGE CERTIFICATES
VALIDATED BEFORE 01.01.2021

COMPULSORY USE FOR SAFETY CAGE CERTIFICATES
VALIDATED AS FROM 01.01.2021

FIA STICKER FOR ASN SAFETY CAGE - ZOOM

Photo showing location of sticker affixed to the cage
Painting accepted

USE NOT PERMITTED FOR SAFETY CAGE CERTIFICATES
VALIDATED BEFORE 01.01.2021

COMPULSORY USE FOR SAFETY CAGE CERTIFICATES
VALIDATED AS FROM 01.01.2021

CHASSIS NUMBER

Photo of chassis number affixed to the car
Painting accepted

SAFETY CAGE NUMBER

Photo of cage identification plate affixed to the cage
Painting accepted

FIA STICKER

! IMPORTANT !

THE FIA STICKER DUPLICATE MUST BE AFFIXED HERE
(IDENTICAL TO FIA STICKER AFFIXED TO THE CAGE)

USE NOT PERMITTED FOR SAFETY CAGE CERTIFICATES VALIDATED BEFORE 01.01.2021

COMPULSORY USE FOR SAFETY CAGE CERTIFICATES VALIDATED AS FROM 01.01.2021

Insert
ASN LOGO
here

ASN CERTIFICATE NUMBER

MANUFACTURER'S DECLARATION AND DETAILS:

I declare that the Safety Cage Structure described on this form and fitted to the vehicle described above:

- was constructed and installed in accordance with the specifications and design shown herein.
- has been manufactured so that all aspects of the Safety Cage design, including configuration and strength requirements and welded and demountable joints and mountings, will be in conformity with the requirements of the FIA Homologation Regulations for Safety Cages (and of the applicable Technical Regulations, cf. page 1).
- has been identified by an engraved plate bearing the name or logo of the manufacturer, the ASN Certificate number and a unique manufacturer's serial number.

Manufacturer's Name	_____	Insert Manufacturer Stamp here
Address	_____ _____ _____	
Phone n° + Email	_____	
Signature:	Insert signature here	
Name of Signatory [*] :	_____	

MANUFACTURER'S AGENT: (For Safety Cages installed by an Agent)

The following Agent is authorised to act on the manufacturer's behalf to install this Safety Cage design.

Agent's Name	_____
Address	_____ _____ _____
Phone n° + Email	_____

Instructions to the installer of the Safety Cage

The ASN may list here any instructions it wishes to be followed for the processing of the certificate

Insert
ASN LOGO
here

ASN CERTIFICATE NUMBER

SUPPLEMENTARY DOSSIER FOR CERTIFICATION FOR A SAFETY CAGE

Notice to Applicants: All information in this Supplementary Dossier will be treated as Confidential by [ASN], and no information on the present form will be released without the permission of the applicant, other than when requested by the FIA or statutory authorities.

ASN instructions here

Such Certificate will be invalid if the structure is modified in any way from the design shown herein.

MANUFACTURER'S DECLARATION AND DETAILS:

I declare that all Safety Cage Structures built to the design described on this form:

- will be constructed by me, or under my supervision, or by my authorised agent in accordance with the specifications and design shown herein.
- will be manufactured so that all aspects of the Safety Cage design, including configuration and strength requirements, welded and demountable joints and mountings, will be in conformity with the requirements of the FIA Homologation Regulations for Safety Cages.
- will be identified by an engraved plate bearing the name or logo of the manufacturer, the [ASN] Certificate number and a unique manufacturer's serial number.

Name of Manufacturer	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px;"></div>	Insert Manufacturer Stamp here
Address	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px;"></div>	
Phone n° + Email	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px;"></div>	
Signature	Insert signature here	
Name of Signatory	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px;"></div>	
Date	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px;"></div> / <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px;"></div> / <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px;"></div>	



ASN CERTIFICATE NUMBER

--

TESTING CENTRE OR ENGINEERING COMPANY REPORT

If a report is required, please give details below, and submit the report with this application :

Name of Testing Centre recognised by the FIA or Company approved by the FIA for the calculation of safety cages	_____
Test report number	_____
Date of Test or Issue of Report	_____
Calculation report number	_____
Date of Calculation or Issue of Report	_____

MANUFACTURER'S DOSSIER

Your ASN may require you to submit a Manufacturer's Dossier, or provide other information if you have not previously been authorised to produce safety cages. Please contact your ASN to ascertain what requirements, if any, may be imposed prior to the issuing of this Certificate.