



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

TURVALLISUUSTEKIJÖITÄ FORMULA 1 – KILPA-AUTOISSA

Markus Marin

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Kandidaatintyö 2017

TIIVISTELMÄ

Turvallisuustekijöitä formula 1 –kilpa-autoissa

Markus Marin

Oulun yliopisto, Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö 2017, 23 s.

Työn ohjaaja(t) yliopistolla: Tapio Korpela

Työn tavoitteena on selvittää formula 1 –kilpa-auton turvallisuutta edistäviä tekijöitä, sekä sitä, miten näitä tekijöitä valvotaan. Tutustuminen suoritetaan hakemalla ja vertailemalla tietoa internet-lähteistä ja kirjoittamalla niistä eräänlainen tiivistelmä kandidaatintyön muotoon. Työstä löytyy tärkeimmät turvallisuustekijät sekä hieman historiaa ja kehitystä. Työtä voivat hyödyntää yleissivistävänä teoksena formula 1 –sarjasta kiinnostuneet ihmiset.

Asiasanat: formula 1, turvallisuus, kilpa-auto, kuljettaja

ABSTRACT

Safety features in formula 1 –racing cars

Markus Marin

University of Oulu, Degree Programme of Mechanical Engineering

Bachelor's thesis 2017, 23 p.

Supervisor(s) at the university: Tapio Korpela

Goal of this bachelor's thesis is to find out safety features of a formula 1 –racing car, and how they are supervised. The study is completed by finding and comparing information from the internet-sources and writing an abstract of that. Most important safety features and a little bit of history and development can be found from this study. People who are interested of formula 1 –series can use this as a general education giving writing.

Keywords: formula 1, safety, racing car, driver

ALKUSANAT

Tämä työ on Oulun Yliopiston konetekniikan kandidaatintutkinnon osa ja sen tarkoituksena on perehdyttää lukijaa kilpa-autoilun turvallisuuteen. Työn tekeminen alkoi tammikuussa 2017. Työn ohjaamisesta haluan kiittää yliopisto-opettaja Tapio Korpelaa.

Oulu, 02.03.2017

Markus Marin

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

Johdanto

1 Historia.....	8
1.1 Vaikutukset käytännössä.....	8
2 Modernin kilpa-auton turvallisuus	10
2.1 Monokokki	10
2.2 Monokokin keulatörmäystesti	12
2.3 Pyörähdyssuojatestit.....	12
3 Runkorakenteet	14
3.1 Jarrut.....	14
3.2 Keulatörmäystesti.....	15
3.3 Perätörmäystesti	16
3.4 Muut turvalaitteet	17
4 Kuljettajan turvallisuus	18
4.1 Kypärä.....	18
4.2 Turvavyöt ja istuin	18
4.3 HANS.....	19
4.4 Ajoasu	20
4.5 Turva-auto	20
5 Yhteenveto	21
LÄHDELUETTELO.....	22

JOHDANTO

Tässä kandidaatintyössä tarkastellaan turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä formula 1 – kilpa-autoissa. Työssä sivutaan myös lievästi formula 1 –sarjan turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä, turvallisuustekijöiden kehitystä ja vaikutuksia sarjan alkuajoista lähtien sekä kehityksen vaikutusta siviiliautoiluun. Työn aiheeksi valikoituivat turvallisuustekijät, koska aihe oli minulle jo ennestään jokseenkin tuttu ja sarjaa pitemmän aikaa seuranneelle syntyi halu oppia enemmän aiheesta.

Työn tavoitteena on perehdyttää lukija tärkeimpiin turvallisuustekijöihin, joilla estetään suurin osa vakavista tapaturmista lajissa, jossa suurilla nopeuksilla tapahtuvat törmäykset ovat miltei arkipäivää. Lisäksi lukijalle esitellään myös joitakin kilpa-autosta riippumattomia tekijöitä, jotta vakavilta onnettomuuksilta vältyttäisiin.

Työ rajautuu formula 1 –sarjan kilpa-autoihin, eikä huomioon oteta muihin kilpa-autoilusarjoihin osallistuvia autoja. Rajaus ei kuitenkaan sulje tärkeitä turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä, koska formula 1 –sarjaan käytettävät resurssit ja sen globaali julkisuus johtaa siihen, että sarjaa voidaan sanoa edelläkävijäksi, jonka turvallisuustekijät siirtyvät monesti muihin sarjoihin, eikä päinvastoin.

1 HISTORIA

Nykyinen formula 1 –sarja perustettiin vuonna 1950. Sarjan alkuaikoina sarjassa keskityttiin nopeuteen, eikä niinkään turvallisuuteen. Vasta 1960-luvulla autoihin suunniteltiin turvakaaret, jotka suojasivat kuljettajaa auton kaatuessa. Vuonna 1963 esiteltiin sääntö, jonka mukaan kuljettajilla täytyi olla tulenkestävät vaatteet, mikä paransi selviytymismahdollisuuksia tulipalon sattuessa. 1968 vuonna nähtiin ensimmäinen visiirillinen kypärä harjoitusten yhteydessä.

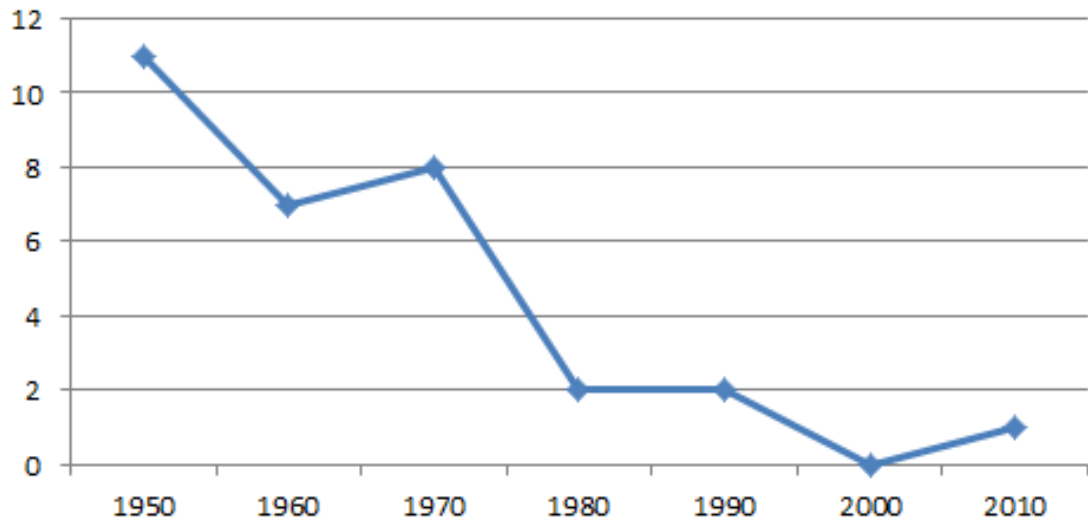
1970-luvulla turvallisuutta parannettiin useilla tavoilla. Vuodesta 1971 lähtien kilpa-autojen ohjaamot piti suunnitella siten, että kuljettaja voitiin pelastaa viidessä sekunnissa. Vuonna 1972 kuudesta pisteestä kiinnitetyt turvavyöt tulivat pakollisiksi, ja seuraavina vuosina myös erilaiset törmäyksen ja tulenkestävät polttoainetankit, lääkärintarkastukset, turvavallit ja lääkintähenkilöstö lisättiin sarjaan. 1980-luvulla turvallisuuden kehitystä tapahtui pääasiassa rakenteellisten sääntöjen avulla. Muun muassa polttoainetankin paloturvallisuutta parannettiin, ja autojen kestävyyttä ruvettiin tarkastelemaan törmäystestien avulla.

1990-luvulla autoihin kohdistuvat vaatimukset kovenivat. Autoihin tuli pakolliseksi irrotettava ohjauspyörä, törmäystestien vaatimuksia kovennettiin ja sivu- ja takatörmäystestit sekä renkaiden kiinnitys runkoon liekalla tulivat pakollisiksi. Turvakaaria ja turvavöitä ruvettiin testaamaan kestävyuden varmistamiseksi ja kypäröiden valmistamiseen liittyviä standardeja tiukennettiin. Myös kuljettajien vaatimuksia tarkennettiin. Kuljettajan piti muun muassa irrottaa ohjauspyörä, poisuta autosta ja kiinnittää ohjauspyörä takaisin paikalleen kymmenessä sekunnissa. Lisäksi esiteltiin turva-auto, jonka avulla ratatyöntekijöiden turvallisuutta saatiin parannettua onnettomuuksien satuttua. 2000-luvulla törmäystestien nopeuksia kasvatettiin ja kilpa-autoista tehtiin näin kestävämpiä. Myös ratojen mutkissa oleviin turva-alueisiin ryhdyttiin kiinnittämään enemmän huomiota, jolloin seinään törmäyksiä pyritään välttämään. (FOWCL a 2017, Atlas F1 2016)

1.1 Vaikutukset käytännössä

Turvallisuuden kehityksen vaikutusta käytännössä lienee helpointa tutkailla onnettomuuksista vakavimpien, eli kuolonkolareiden avulla. Kuvassa 1 on esitetty

graafisesti kuolonkolareiden määrä eri vuosikymmenillä. Kuvaan on sisällytetty vain formula 1 –sarjan osakilpailuihin liittyvissä onnettomuuksissa tapahtuneet kuolemaan johtaneet onnettomuudet eikä se siten esitä erilaisissa testionnettomuuksissa kuolleita kuljettajia. Kuvasta näkee selvästi, että turvallisuuden kehitys on vähentänyt kuolemiin johtavien onnettomuuksien määrään. Hyvä osoitus sarjan turvallisuudesta on 2000-luku, jolloin osakilpailuissa ei tapahtunut yhtään kuolemaan johtanutta onnettomuutta. (De Groot 2015)



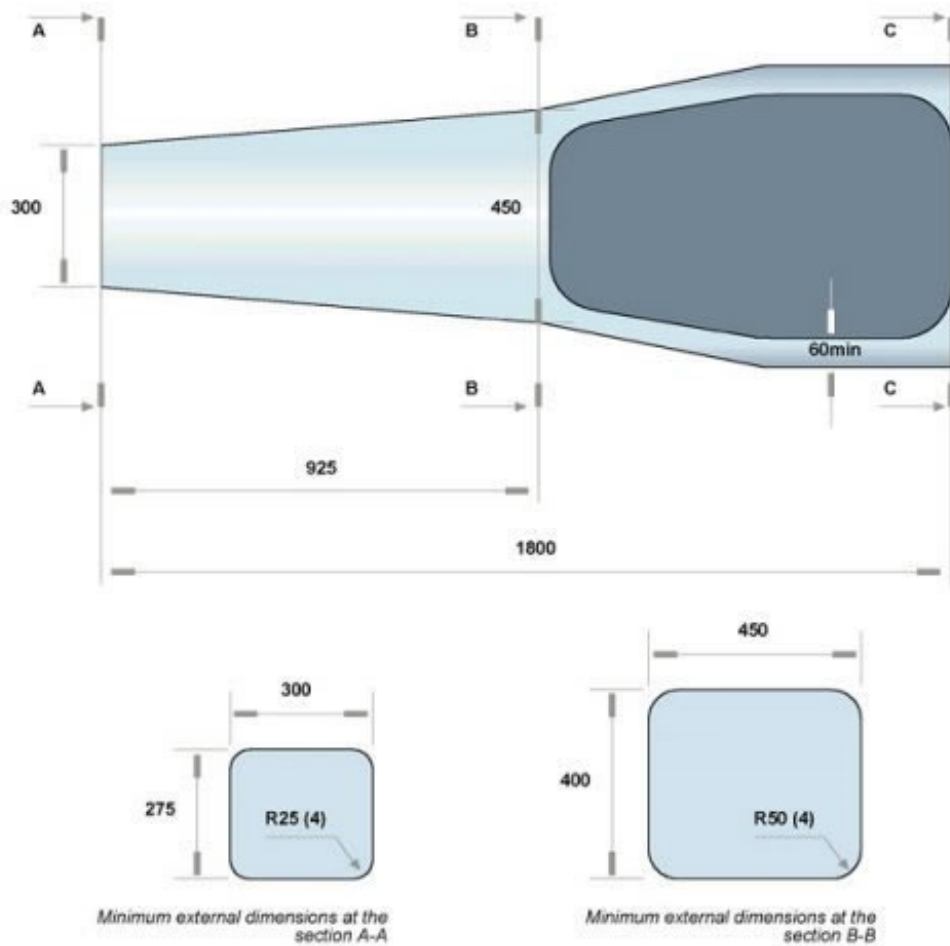
Kuva 1. Graafinen esitys kuolonkolareiden määrästä eri vuosikymmenillä

2 MODERNIN KILPA-AUTON TURVALLISUUS

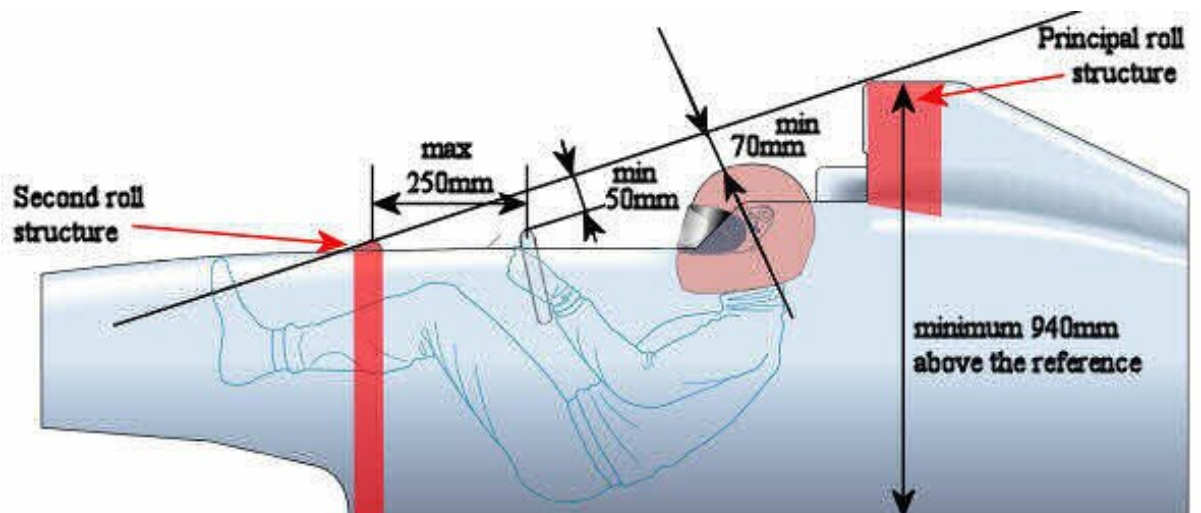
2.1 Monokokki

Monokokki tarkoittaa itsensä kantavaa koria. Formula 1 –sarjaan monokokki tuli ensimmäisen kerran vuonna 1962 Lotus 25 –kilpa-autoon, jossa oli niiteillä valmistettu kevyt metallikuori, normaalin putkirungon sijaan. Ensimmäinen komposiittimateriaalista valmistettu kori oli McLarenin M2A autossa, jossa käytettiin mallite-komposiittia. Komposiitti valmistettiin duralumiinikuorella vahvistetusta balsapuusta. Ensimmäiset hiilikuituiset monokokit saapuivat sarjaan vuonna 1981.

Nykyaikaiset monokokit valmistetaan käsin alumiinikennoilla vahvistetuista useista hiilikuitukerroksista. Hiilikuitukerrosten määrä vaihtelee, ja enimmillään kerroksia voi olla jopa 60. Monokokkirakenteen voidaan ajatella koostuvan runko-osasta sekä pyörähdyssuojasta, joka suojaa kuljettajaa kilpa-auton pyörähtäessä katolleen, vaikka ne ovatkin eri rakenteita. Pyörähdyssuoja koostuu kuljettajan takana olevasta korkeasta suojasta sekä kuljettajan etupuolessa olevasta matalammasta suojasta. Rungon ja pyörähdyssuojan päämitat on määrätty sarjan säännöissä, ja niiden minimivaatimukset ja pyörähdyssuojien sijainnit on esitetty havainnollistavissa kuvissa 2 ja 3. Monokokki viimeistellään paistamalla se negatiivisessa mittapaineessa kahden ja puolen tunnin jaksoissa kolmeen kertaan. Tällä valmistusmenetelmällä saadaan tarpeeksi luja rakenne, joka kestää törmäystestivaatimukset. (F1dict. a 2015, FOWCL b 2016)



Kuva 2. Monokokin sääntöjen vaatimat päämitat(F1dict. a 2015).

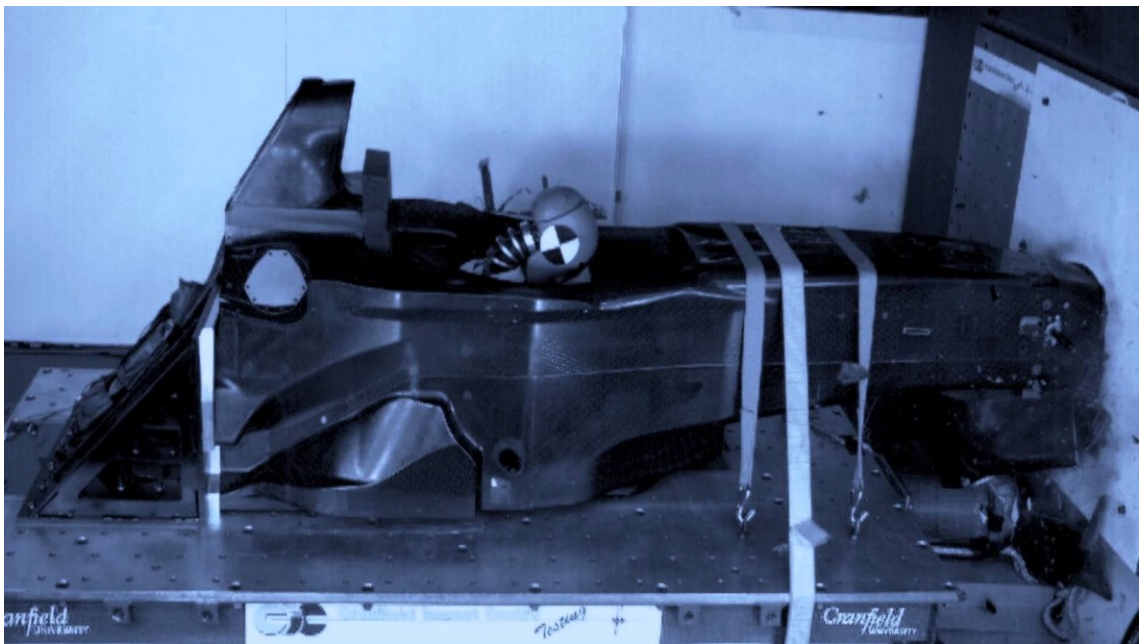


Kuva 3. Pyörähdysuojan mittavaatimukset(F1dict. f 2015).

Monokokki testataan törmäystesteillä. Vaikka testit tehdään suhteellisen pienillä nopeuksilla monokokin kestävyys taataan tarkoilla mittauksilla, jotka tehdään törmäyksen yhteydessä.

2.2 Monokokin keulatörmäystesti

Formula 1 –sarjan säännöissä asetetaan törmäystestivaatimuksille tarkat raja-arvot. Monokokin keulatörmäystestissä monokokin etuosaan kiinnitetään 50 millimetriä paksu (+/-1mm) alumiinilevy. Monokokkiin kiinnitetään istuin, testinukke laitetaan turvavöihin ja vaahtosammutinjärjestelmä laitetaan paikalleen. Myös vedellä täytetty polttoainetankki kiinnitetään paikalleen, jonka jälkeen monokokki törmäytetään esteeseen. Testitilanteesta otetusta kuvasta 4 nähdään törmäysjärjestely törmäyshetkellä. Törmäystestikelkan, -nuken ja monokokin yhteispainon tulee olla 900 kilogrammaa. Kun törmäystesti suoritetaan vähintään 15m/s nopeudella, monokokkiin ei saa tulla minkäänlaisia vaurioita. Myöskään turvavöiden eikä vaahtosammutinjärjestelmän kiinnityksissä saa olla vaurioita. (FIA 2017)



Kuva 4. Monokokin törmäysjärjestelyt (RB 2012).

2.3 Pyörähdysuojatellit

Säännöissä kerrotaan myös pyörähdysuojan kestävyyttä mittaavien testien vaatimukset. Ensimmäisessä testissä kuljettajan takana olevaan pyörähdysuojaan kohdistetaan 200

millimetriä halkaisijaltaan olevalle alueelle 50kN poikittainen voima, 60kN pitkittäinen voima ja 90kN pystysuuntainen voima. Testeissä pyörähdyssuoja on kiinnitetty runkoon, joka on kiinnitetty alustaan. Etupyörähdyssuojaa testataan pystysuuntaisella 75kN suuruisella voimalla, joka kohdistetaan 100 millimetriä halkaisijaltaan olevalle alueelle. Maksimikuormat säilytetään 10 sekunnin ajan. Kuormituksen alaisena takasuoja ei saa muuttaa muotoaan enempää kuin 25 millimetriä, ja etusuojan muodonmuutos ei saa ylittää 50 millimetriä. (FIA 2017)

3 RUNKORAKENTEET

Formula 1 -kilpa-auton runkorakenteet on suunniteltu siten, että kevyet, useimmiten hiilikuituiset osat imevät törmäysenergiaa ja täten hidastavat suoraan monokokkiin ja siten myös kuljettajaan vaikuttavia törmäysvoimia. Törmäystä pehmentäviä rakenteita on sekä monokokin etu-, että takapuolella. Etupuolella törmäystä vaimentamassa on muun muassa etusiipi ja siihen liittyvä keularakenne. Monokokin takana törmäystä vaimentavia osia ovat takasiipi ja erilaiset tukirakenteet, joihin kiinnitetään esimerkiksi moottori ja polttoainesäiliö. Runkorakenteille on määritetty omat törmäystestinsä, joilla varmistetaan niiden riittävä turvallisuuden taso. Törmäystestejä on sekä keulalle että perälle.

3.1 Jarrut

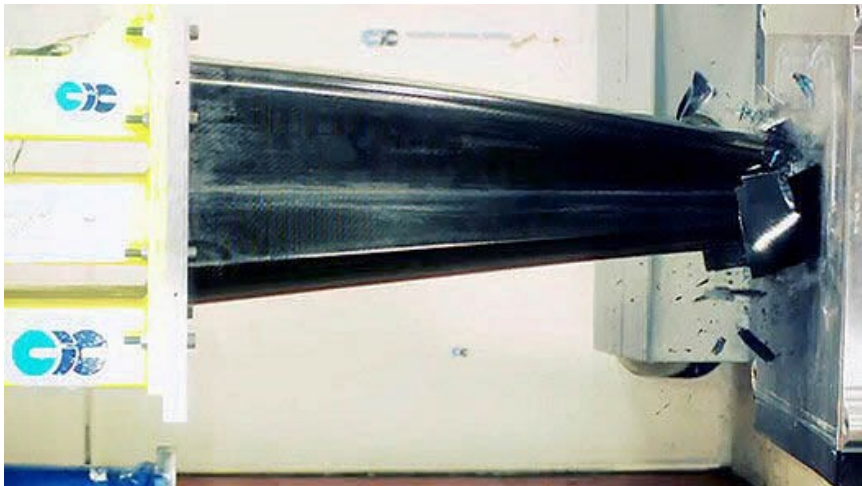
Formula 1 –kilpa-autoissa on useimpien henkilöautojen tavoin levyjarrut. Levyjarrujen toiminta perustuu siihen, että renkaiden mukana yhtä suurta nopeutta pyörivää levyä puristetaan hydraulisesti molemmilta puolilta jarrukenkien avulla. Auton liike-energiaa muutetaan jarrujen avulla lämpöenergiaksi, joka johtaa usein siihen että kilpa-autojen jarrulevyt hehkuvat punaisena kovimpien jarrutusten jälkeen. Jarrut toteutetaan kaksipiirisenä järjestelmänä, joista toinen piiri on eturenkaille ja toinen piiri takarenkaille. Tämä mahdollistaa moderneissa kilpa-autoissa jarrubalanssin säädön kilpailun aikana. Lisäksi kaksipiirisellä järjestelmällä lisätään jarrujen toimintavarmuutta ja turvallisuutta. Mikäli etu- tai takapiiri lakkaa toimimasta järjestelmän johdosta, toinen piiri pystyy vielä jarruttamaan auton kineettistä energiaa. Moderneiden formula 1 –autojen jarrulevyt valmistetaan hiilikuitukomposiitista, joka normaaleihin rautalevyihin verrattuna kestää paremmin kuumuutta ja säästää painoa. Kuumuuden kestoa parantaa myös jarrulevyyn poratut ilmajäähdytyskalot, jotka näkyvät kuvassa 5. Säännöt kieltävät sekä nestejäähdytteiset jarrut, että ABS-jarrut. Jarrujen kehitys on mahdollistanut muun muassa sen, että jotkut formula 1- autot voivat pysähtyä 200 km/h nopeudesta 2,9 sekunnissa vain 65 metrin matkalla. (FOWCL c 2016, F1dict. b 2015)



Kuva 5. Formula-auton jarrulevy (RCE 2014).

3.2 Keulatörmäystesti

Keulan törmäystestissä kaikki osat, joiden voidaan olettaa vaikuttavan törmäystestin tulokseen, täytyy kiinnittää testirakennelmaan, joka kiinnitetään jäykästi törmäystestikelkkaan keulan kiinnityspisteistä, kuten kuvassa 5 nähdään. Rakenteen kokonaismassa tulee olla 780 kilogrammaa (+1%/-0), ja testi suoritetaan vähintään 15m/s nopeudella. Testin läpäisemiseksi säännöissä on määrätty tarkasti arvot, joita ei saa ylittää. Törmäystestikelkan hidastuvuus ei saa ylittää 45G voimaa. Törmäyshetken jälkeisellä 100 millimetrillä hidastuvuus ei saa ylittää 10G arvoa. 100 ja 150 millimetrin välillä törmäysenergian suuruus saa nousta enintään lineaarisesti siten, että 150 millimetrin deformaatiossa törmäysenergian suuruus saa olla maksimissaan 20G. Mikäli nämä vaatimukset täyttyvät, eikä keulan kiinnityspisteisiin tule minkäänlaisia vaurioita, keulakappale pääsee törmäystestistä läpi. (FIA 2017)



Kuva 5. Keulatörmäystestin kiinnityperiaate (F1dict. g 2015).

3.3 Perätörmäystesti

Kuten keulatörmäystestissäkin, myös perätörmäystestissä kaikki osat, jotka voivat vaikuttaa tuloksiin, täytyy olla kiinnitettynä. Käytännössä näihin osiin lukeutuvat kaikki kappaleet, jotka tullaan kiinnittämään moottorin taakse. Auton perärakenne ja vaihdelaatikko kiinnitetään kiinteästi paikalleen. Tämän jälkeen kiinteä objekti, jonka massa on 780 kilogrammaa (+1%/-0), laukaistaan testirakennelmaan vähintään 11m/s nopeudella. Myös laukaistavalle objektille on määritelty tarkat mitat. Objektin tulee olla 550 millimetriä korkea (+/-3mm), 450 millimetriä leveä (+/-3mm) ja siinä saa olla 10 millimetrin säteinen pyöristys kaikilla reunoilla. Myös törmäys on määritelty siten, että objektin tulee törmätä rakenteeseen vertikaalisesti ja kohtisuorassa auton keskilinjaa vasten. Törmäystestin läpäisemiseksi maksimi kokonaishidastuvuus ei saa ylittää 20G voimaa ensimmäisten 225 millimetrin matkalla. Toisena vaatimuksena on, että törmäyksen maksimihidastuvuus ei ylitä 20G voimaa yli 15 millisekunnin ajan törmäyksen suunnassa mitattuna. (FIA 2017)

3.4 Muut turvalaitteet

Formula 1 –kilpa-autoissa on useita turvalaitteita, jotka auttavat pitämään kuljettajat ja radan varrella olevat katsojat turvassa. Katsojien turvallisuutta lisää muun muassa sääntö, jonka mukaan kilpa-auton renkaat täytyy kiinnittää kahdella zylonista valmistetulla vaijerilla runkoon. Törmäyksen sattuessa vaijerit pyrkivät estämään renkaiden hallitsemattoman irtoamisen ja lentämisen katsojien, ratavirkailijoiden tai kuljettajien päälle. Autoissa tulee olla myös punainen takavallo, joka osoittaa taaksepäin kohtisuorassa auton keskilinjaan nähden. Valo on selkeästi näkyvillä ja sitä käytetään yleensä huonon näkyvyyden takia tai kuljettajan halutessa varoittaa takana tulevia esimerkiksi teknisestä viasta tai muusta normaalista poikkeavasta tapahtumasta. Lisäksi autoissa täytyy olla kolme päävirtakytkintä. Yksi kytkimestä on sijoitettu siten, että kuljettaja voi tarvittaessa käyttää sitä normaalissa ajoasennossa. Kaksi muuta kytkintä on sijoitettu auton takapyörähdysuojan molemmille puolille siten, että ratavirkailijat voivat käyttää niitä turvallisen etäisyyden päästä koukuilla. Päävirtakytkimen tehtävä on katkaista sytytyksen sähköpiirit ja sammuttaa polttoainepumput sekä takavallo. (FIA 2017, F1dict. c 2015)

4 KULJETTAJAN TURVALLISUUS

Formula 1 –sarjan kuljettajien turvallisuutta lisääviä, kilpa-autoon kiinnitettyjä ja kiinnittämättömiä, on useita. Turvallisuusmääräysten ja –tekijöiden määrää on lisätty sarjan alkuajoista, jolloin edes turvavyöt eivät olleet pakollisia. Autojen turvallisuutta pyritään lisäämään jatkuvalla suunnittelulla ja kehittämisellä. Kenties suurimpana autojen ulkoasuun vaikuttavana suunnitelmana on ollut kuljettajan päätä suojaava turvakaari, jolla kuljettajan päätä suojattaisiin autoista irronneilta osilta, renkailta sekä muilta vaaratekijöiltä, sillä moderneissa formula-autoissa kuljettajan pää on suhteellisen heikosti suojattu. (Parkes 2016)

4.1 Kypärä

Nykyaikana ensisijainen kuljettajan päätä suojaava tekijä on kypärä. Kypärän käyttö on ollut formula 1 -sarjassa pakollista vuodesta 1953 lähtien. Kypärät valmistetaan useista kerroksista, pääasiallisesti hiilikuidusta, polyeteenistä ja tulenkestävästä aramidista. Kypärän visiiri valmistetaan kirkkaasta polykarbonaatista ja se päällystetään kilpailuiden ajaksi monella ohuella poistettavalla muovikerroksella. Tällä estetään liian liikaa kertyminen kuljettajan näkökenttään. (FOWCL d 2016)

4.2 Turvavyöt ja istuin

Turvavyöt tulivat pakollisiksi formula 1 –sarjaan vasta vuonna 1972. Kilpa-autojen turvavyöt koostuvat kahdesta olkapäiden yli menevästä vöistä, vyötärövyöstä sekä molempien jalkojen yli menevästä vöistä. Nämä kiinnittyvät yhteen lukkoon, joka on avattavissa yhdellä liikkeellä. Turvavöiden kiinnitystä autoon valvotaan monokokin törmäystestin yhteydessä, jolloin kiinnitykset eivät saa vahingoittua. Kiinnitysten pitää myös kestä vähintään 14,7 kN kuorma. Nykyiset vyöt valmistetaan polyesterikuiduista, joihin ommellaan poikittaisia kuituja siten, että vöihin tuleva kuormitus jakautuu tasaisesti koko vyön leveydelle. Turvavyöt kiristävät kuljettajan istuinta vasten, joka valmistetaan valumuovista erikseen jokaiselle kuljettajalle. Istuimen mukavuutta parannetaan lisäämällä siihen pieniä muovipalasia kuljettajan haluamiin paikkoihin. Vuodesta 1999 lähtien istuimen on pitänyt olla irrotettavissa siten, että kuljettajaa ei tarvitse irrottaa. Näin vähennetään kaula- ja selkärankavammojen mahdollisia riskejä onnettomuustilanteen jälkeen. Myös istuimen kiinnitystä tarkkaillaan ja testataan

monokokin törmäystestien yhteydessä. Ollessaan vöihin kiinnitettynä ajoasennossa, jokaisen kuljettajan täytyy voida poistua kilpa-autosta viidessä sekunnissa. Tällä testillä varmistetaan, että turvavöiden irrottamismekanismi on helposti käytettävissä, eikä sekä istuin että ohjaamon aukko voi olla liian pieni. (FOWCL b 2016, FOWCL d 2016, F1dict. d 2015)

4.3 HANS

HANS, eli Head And Neck Support, on nimensä mukaisesti pää- ja niskatuki, joka saapui formula 1 – sarjaan vuonna 2003. HANS koostuu hiilikuituisesta olkapäätuesta, joka kiinnitetään kuljettajan kypärään kahdesta pisteestä elastisella kiinnikkeellä. Osien kokoonpano näkyy kuvassa 6. Olkapäiden päälle tuleva tuki kiinnittyy paikalleen turvavöiden olkapääremmien alle. Tukeen kiinnitetyt hihnat kiinnitetään kuljettajan kypärän molemmilla puolilla oleviin kiinnikkeisiin. Kiinnikkeet on mitoitettu siten, etteivät ne estä kuljettajaa kääntämästä päätään normaalisti. Törmäyksen tapahtuessa olkapäätuki lukittuu paikalleen vöiden ja kuljettajan olkapäiden avulla, jonka jälkeen remmit pysäyttävät pään eteenpäin suuntautuvan liikkeen. Systeemin avulla estetään pään liiallinen liike, mikä edesauttaa pää- ja niskavammojen ehkäisemistä. (FOWCL e 2016, Sherman 2012)



Kuva 6. Olkapäätuki ja elastinen kiinnitysremmi (Simpson 2016)

4.4 Ajoasu

Formula 1 -ajoasun tärkein tehtävä on suojata kuljettajaa tulipalon syttyessä. Nykyaikaiset ajoasut kestävät kuumuutta ja suojaavat kuljettajaa tarvittaessa myös syövyttäviltä kaasuilta ja myrkyiltä. Palonkestävät asusteet valmistetaan yleensä joko Probanista tai Nomexista. Proban on puuvillapohjainen materiaali, jonka tulenkestävyys perustuu sen kemialliseen käsittelyyn. Ongelmana on kuitenkin se, että kemialliset aineet eivät ole materiaalissa kiinni pysyvästi, vaan tulenkestävyyskyky voi heiketä esimerkiksi pesun yhteydessä. Nykyaikaiset ajoasut, mukaan lukien haalarit, kengät, alusasu, sukat ja hanskat, valmistetaan yleisesti Nomexista. Se on valmistettu meta-aramidista, joka on hyvin kuumuutta ja kulutusta kestävä synteettinen kuitu. (F1dict. e 2015)

4.5 Turva-auto

Turva-auton tärkein tehtävä on ennaltaehkäistä onnettomuuksia. Formula 1 –sarjassa käytössä oleva turva-auto on Mercedes Benz GT S. Autoa käytetään tilanteissa, joissa kilpailunjohtaja näkee tarpeelliseksi ajonopeuksien hidastamisen onnettomuuden tai huonojen sääolojen takia. Turva-auton ollessa radalla ohittaminen on kielletty. Tämä mahdollistaa esimerkiksi ratahenkilökunnan radan siivoamisen onnettomuudesta tulleista ylimääräisistä osista, sekä rikkoutuneiden autojen siirtämisen. Radalle voidaan myös lähettää niin kutsuttu virtuaalinen turva-auto, joka ilmoitetaan radan varressa olevilla kylteillä. Myös tällöin ohittaminen on kielletty ja kilpa-autojen nopeus on rajoitettu. (FOWCL f 2016)

5 YHTEENVETO

Kokonaisuudessaan formula 1 –kilpa-auton turvallisuuteen vaikuttaa monet eri asiat. Vuosien saatossa sarja on kehittynyt turvallisemmaksi, mistä kenties paras osoitus on kuolonkolareiden määrän putoaminen. Modernissa kilpa-autossa turvallisuutta edistäviä tekijöitä on useita. Auton itsensä kantava kori, monokokki, on erittäin kestävä hiilikuitu- ja alumiinirakenne. Monokokkiin kiinnitettävät pyörähdyssuojat suojaavat kuljettajaa auton pyörähtäessä katolle. Kilpa-auton runkorakenteet on suunniteltu siten, että törmäyksen sattuessa ne antavat periksi ja vaimentavat monokokkiin vaikuttavaa törmäysenergiaa. Törmäystesteillä varmistetaan rakenteiden riittävä kestävyys. Tärkein kuljettajaa suojaava varuste on 6-pisteiset turvavyöt. Lisäksi turvallisuutta lisää tulenkestävät ajovarusteet, kypärä sekä niskatuki. Työn tekeminen edistyi hyvin, mutta ajan löytämisen jälkeen suurimmaksi ongelmaksi muodostui internetistä löytyvän tiedon suhteellisen vähäinen määrä.

LÄHDELUETTELO

Atlas F1, 2016. Safety improvements in F1 since 1963 [verkkodokumentti]. Kaizar.com, incorporated. Saatavissa: <http://www.atlasf1.com/news/safety.html> [Viitattu 5.1.2017].

De Groote, Steven, 2015. Deadly crashed F1 drivers [verkkodokumentti]. F1technical.net. Saatavissa: <http://www.f1technical.net/articles/12773> [Viitattu 6.1.2017].

F1dict. a, 2015. Monocoque – Survival Cell [verkkodokumentti]. Formula1-dictionary. Saatavissa: <http://www.formula1-dictionary.net/monocoque.html> [Viitattu 8.1.2017].

F1dict. b, 2015. Brakes [verkkodokumentti]. Formula1-dictionary. Saatavissa: <http://www.formula1-dictionary.net/brakes.html> [Viitattu 10.1.2017].

F1dict. c, 2015. Wheel tethers [verkkodokumentti]. Formula1-dictionary. Saatavissa: http://www.formula1-dictionary.net/wheel_tethers.html [Viitattu 10.1.2017].

F1dict. d, 2015. Helmet [verkkodokumentti]. Formula1-dictionary. Saatavissa: <http://www.formula1-dictionary.net/helmet.html> [Viitattu 15.1.2017].

F1dict. e, 2015. Overall, Racing Firesuit [verkkodokumentti]. Formula1-dictionary. Saatavissa: http://www.formula1-dictionary.net/racing_firesuit.html [Viitattu 2.2.2017].

F1dict. f, 2015. Overall, Roll Structure [verkkodokumentti]. Formula1-dictionary. Saatavissa: http://www.formula1-dictionary.net/Images/rool_hoops_f1_measurement.jpg [Viitattu 2.2.2017].

F1dict. g, 2015. Overall, Crash Test [verkkodokumentti]. Formula1-dictionary. Saatavissa: <http://www.formula1-dictionary.net/Images/USF1-nose-test.jpg> [Viitattu 4.2.2017].

FIA, 2017. Technical regulations, Formula One – Technical Regulations – 2017 [verkkodokumentti]. Federation Internationale de l’Automobile. Saatavissa: <http://www.fia.com/regulation/category/110> [Viitattu 10.1.2017].

FOWCL a, 2016. Safety, History of F1 safety [verkkodokumentti]. Formula One World Championship Limited. Saatavissa: <https://www.formula1.com/en/championship/inside-f1/safety/history-of-F1-safety.html> [Viitattu 5.1.2017].

FOWCL b, 2016. Safety, Cockpit safety [verkkodokumentti]. Formula One World Championship Limited. Saatavissa: https://www.formula1.com/en/championship/inside-f1/safety/cockpit-crash-tests/Cockpit_safety.html [Viitattu 8.1.2017].

FOWCL c, 2016. Understanding F1 racing, Brakes [verkkodokumentti]. Formula One World Championship Limited. Saatavissa: <https://www.formula1.com/en/championship/inside-f1/understanding-f1-racing/Brakes.html> [Viitattu 10.1.2017].

FOWCL d, 2016. Safety, Helmets [verkkodokumentti]. Formula One World Championship Limited. Saatavissa: <https://www.formula1.com/en/championship/inside-f1/safety/helmets-hans-clothing/Helmets.html> [Viitattu 15.1.2017].

FOWCL e, 2016. Safety, HANS [verkkodokumentti]. Formula One World Championship Limited. Saatavissa: <https://www.formula1.com/en/championship/inside-f1/safety/helmets-hans-clothing/HANS.html> [Viitattu 24.1.2017].

FOWCL f, 2016. Safety, The safety car and its driver [verkkodokumentti]. Formula One World Championship Limited. Saatavissa: https://www.formula1.com/en/championship/inside-f1/safety/the-safety-car-and-its-driver/The_safety_car.html [Viitattu 20.2.2017].

Parkes, Ian, 2016. FIA picks halo over aeroscreen for 2017 Formula 1 cockpit device [verkkodokumentti]. Autosport. Saatavissa: <http://www.autosport.com/news/report.php/id/124524> [Viitattu 10.1.2017].

RCE 2014. Technology explained, Brake systems [verkkodokumentti]. Racecar Engineering. Saatavissa: <http://www.racecar-engineering.com/wp-content/uploads/2014/07/upLot221.jpg> [Viitattu 10.1.2017]

RB 2012. Red Bull crash test [verkkodokumentti]. Red Bull Saatavissa: https://i.ytimg.com/vi/_joy-q4h8oM/maxresdefault.jpg [Viitattu 8.1.2017]

Simpson 2016. HANS [verkkodokumentti]. Simpson Race Products. Saatavissa: <http://simpsonraceproducts.com/hans/hans-device-pro-ultra-lite-30-degree> [Viitattu 24.1.2017]

Sherman, Don, 2012. The Physics Of: How the HANS Device Saves Lives [verkkodokumentti]. Hearst Communications. Saatavissa: <http://www.caranddriver.com/features/the-physics-of-how-the-hans-device-saves-lives-feature> [Viitattu 24.1.2017].

