



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Seisontajarrun tarkastaminen määräaikaiskatsastuksessa

Kalle Iiskola

Opinnäytetyö
Tammikuu 2017
Ajoneuvotekniikka
Korjaamotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ajoneuvotekniikka
Korjaamotekniikka

Iiskola, Kalle:
Seisontajarrun tarkastaminen määräaikaikatsastuksessa

Opinnäytetyö 35 sivua
Tammikuu 2017

Autojen tekniset ominaisuudet ovat ottaneet suuria kehitysaskelleita viime vuosien aikana. Ajoneuvovalmistajat ovat tuoneet markkinoille uusia järjestelmiä sekä kehittäneet vanhoja jo olemassa olevia. Uudet ominaisuudet vaikuttavat myös katsastuksessa. On tärkeää ymmärtää uusien ominaisuuksien merkitys ja toimintaperiaate, jotta liikenneturvallisuutta pystytään ylläpitämään. Tässä opinnäytetyössä käsitellään seisontajarrun tarkastamista katsastuksessa. Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä seisontajarrun toimintaan ja vaatimuksiin. Erityisesti tarkoituksena on perehtyä siihen, kuinka nykyautoissa suuresti yleistynyt sähköinen seisontajarru toimii, mitä lisävaatimuksia sillä on ja miten se voidaan tarkastaa katsastuksessa.

Työssä on tutkittu eri valmistajien käyttämiä seisontajarrujärjestelmiä ja niiden rakennetta sekä selvitetty, millaisia vaatimuksia seisontajarrujärjestelmälle on asetettu. Työssä on käytetty eri lähteistä kerättyjä ohjeita ja teknisiä tietoja.

Tekniikan kehittyminen tuo haasteita. Sähköisen seisontajarrun yleistyminen on huomioitava katsastuksessa, jotta se pystytään tarkastamaan oikein tekemättä vahinkoa. Opinnäytetyö on tehty A-Katsastus Oy:n käyttöön katsastustoiminnan edistämiseksi. Työn tuloksena tehty luottamuksellinen ohje sähköisen seisontajarrun tarkastamisesta katsastuksessa on poistettu julkisesta raportista.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Automobile engineering
Garage Engineering

Iiskola, Kalle:
Inspection Instructions for Parking Brake

Bachelor's thesis 35 pages
January 2017

The technical features of road vehicles have gone through major developments during the last couple of years. Vehicle manufacturers have brought new systems to the markets and further development existing ones. The new features also effect vehicle inspections. It is important to understand the meaning and functions of the new features to ensure road safety. The focus in this thesis is on the inspection of parking brake during vehicle inspection. The purpose of the thesis is to familiarize oneself with the functions and requirements of parking brake. Specifically, the purpose is to understand how the generalized electrical parking brake in modern vehicles works, its extra features and how they can be examined during vehicle inspection.

In the thesis different manufacturers parking brake systems and their structures have been examined and the specifications for the systems have been researched. The information used in the thesis was collected from different sources.

The development of technology brings challenges. Generalization of electrical parking brake has to be noted in vehicle inspections in order to prevent damages during inspection. The thesis has been done for the use A-Katsastus Oy to improve inspection processes. The product of this thesis, the confidential instructions on inspecting electrical parking brake during vehicle inspection, has been removed from the public report.

Key words: parking brake, electronic parking brake, inspection, instructions

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	KATSASTUS	6
	2.1 Katsastuksen tavoitteet	7
	2.2 Ajoneuvoluokat.....	7
	2.3 Katsastusajankohta.....	7
3	JARRUJEN RAKENNE JA TOIMINTA	9
	3.1 Käyttöjarrujärjestelmä	9
	3.2 Seisontajarrujärjestelmä.....	10
	3.2.1 Mekaaninen seisontajarrujärjestelmä.....	11
	3.2.2 Sähköinen seisontajarrujärjestelmä.....	13
	3.2.3 Sähköisen seisontajarrujärjestelmän toiminta Ford Mondeossa	16
	3.3 Varajarrujärjestelmä.....	18
4	SEISONTAJARRUN VAATIMUKSET	19
	4.1 Seisontajarrun jarruvoima.....	19
	4.2 Sähköisen seisontajarrun lisävaatimukset.....	20
	4.3 Jarrujärjestelmän merkkivalot.....	21
	4.4 Seisontajarrun merkkivalo	23
5	SEISONTAJARRUN MITTAUSTAVAT.....	24
	5.1 Hidastuvuusmittari.....	24
	5.2 Jarrudynamometri	24
	5.2.1 Jarrudynamometrin toimintaperiaate	25
6	SEISONTAJARRUN ARVOSTELU MÄÄRÄAIKAISKATSASTUKSESSA	27
7	SEISONTAJARRUN TARKASTAMINEN MÄÄRÄAIKAISKATSASTUKSESSA.....	29
	7.1 Mekaanisen seisontajarrun tarkastaminen	29
	7.2 Sähköisen seisontajarrun tarkastaminen	30
8	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	33
	LÄHTEET.....	34

1 JOHDANTO

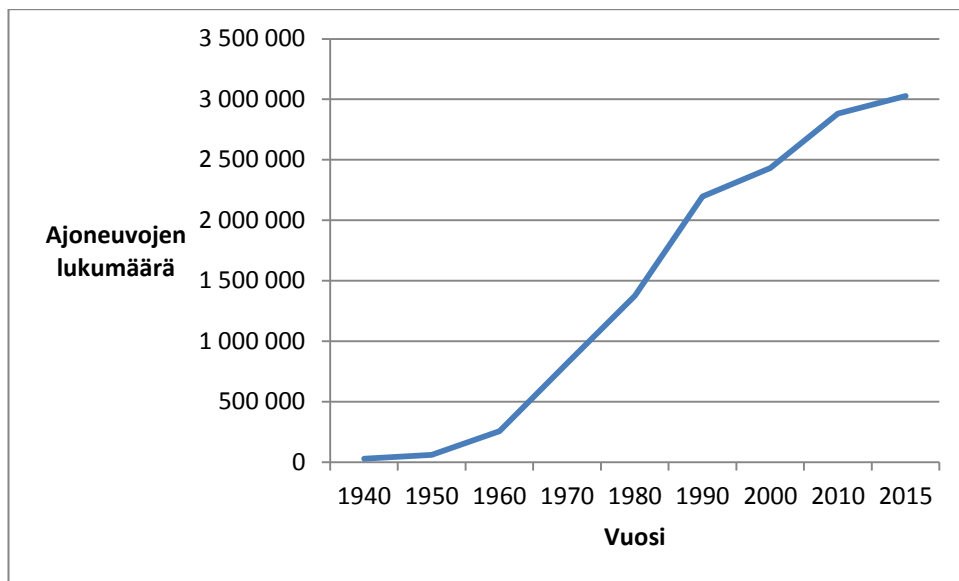
Seisontajarrun tarkoituksena on pitää ajoneuvo paikallaan ylä- ja alamäessä, vaikka kuljettaja ei olisi autossa. Seisontajarrun toiminnan tarkastaminen on osa autojen katsastamista. Autojen tekniikka on kehittynyt viime vuosina ja myös seisontajarrujärjestelmä on kehittynyt. Nykyautoissa on suuresti yleistynyt sähköinen seisontajarru, joka löytyy jo suuresta osasta uusia autoja. Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä seisontajarrun toimintaan ja vaatimuksiin. Erityisesti tarkoituksena on perehtyä siihen, kuinka nykyautoissa suuresti yleistynyt sähköinen seisontajarru toimii, mitä lisävaatimuksia sillä on ja miten se voidaan tarkastaa katsastuksessa.

Työssä käsitellään ainoastaan kevyen kaluston, henkilö- ja pakettiautojen seisontajarrun tarkastusta. Työssä kerrotaan lyhyesti katsastuksesta ja yleisesti kevyen kaluston jarrujärjestelmistä. Työ keskittyy seisontajarrun rakenteeseen ja siinä käsitellään Euroopan neuvoston direktiivin, Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomission E-säännön ja Suomen lakien ja asetusten asettamia seisontajarrun vaatimuksia. Työssä tarkastellaan sitä, miten seisontajarru tulee tarkastaa ja arvostella määräaikaikatsastuksessa.

Työn tarkoituksena on tehdä ajoneuvomallikohtainen ohje sähköisen seisontajarrun tarkastamisesta. Ohjetta varten on kysytty eri merkkien maahantuojilta ja jälleenmyyjiltä sähköisen seisontajarrun toiminnasta ja testaamisesta. Ohje sisältää 26 eri automerkkiä. Ohjeessa on huomioitu, voidaanko nelivetomalleja testata jarrudynamometrillä. Työn tilaajana toimi A-Katsastus Oy. Työ tulee katsastajien ja kouluttajien käyttöön katsastustoiminnan edistämiseksi. Työn tuloksena tehty ohje sähköisen seisontajarrun tarkastamisesta määräaikaikatsastuksessa on luottamuksellinen ja poistettu julkisesta raportista.

2 KATSASTUS

Autojen tulo Suomeen alkoi varsinaisesti 1900-luvun alussa. Autojen määrä pysyi kuitenkin pitkään vähäisenä. Vielä 1960-luvulla vain harva pystyi hankkimaan itselleen auton. Vuonna 1974 oli yksi auto viittä ihmistä kohden ja vuonna 1986 yksi auto kolmea ihmistä kohden. Vuoteen 2015 autojen kokonaismäärä on noussut jo yli kolmeen miljoonaan, mikä tarkoittaa noin 1,8 ihmistä yhtä autoa kohden. (Löyttyniemi 2014.) Taulukossa 1 autokannan määrän kehittyminen näkyy 1940-luvulta vuoteen 2015.



TAULUKKO 1. Ajoneuvojen lukumäärän kehittyminen (Autoalan tiedotuskeskus 2017)

Katsastustoiminta alkoi Suomessa vuonna 1907, kun Helsinkiin avattiin ensimmäinen katsastusasema. Tuolloin katsastus oli kunnallista toimintaa pohjautuen kaupungin järjestyssääntöihin. Koko maata koskeva laki katsastuksesta astui voimaan vuonna 1922. Katsastustoiminta liitettiin vuonna 1968 Suomen Autorekisterikeskukseen, joka muuttui valtion liikelaitokseksi vuonna 1993. Vuonna 1994 katsastustoiminta vapautui kilpailulle. (Sornikivi 1996, 94-97.) Vuonna 1994 Suomessa oli yli 70 katsastusasemaa. Vuonna 2015 katsastusasemia oli noin 450 kappaletta (Löyttyniemi 2014).

2.1 Katsastuksen tavoitteet

Katsastuksen tehtävä on ylläpitää liikenneturvallisuutta. Katsastuksessa tarkastetaan, että ajoneuvo on turvallinen liikenteessä eikä se aiheuta päästöillään ympäristöhaittoja. Katsastettavan ajoneuvon on oltava säädösten ja asetusten määräämässä kunnossa. Katsastuksessa valvotaan myös, että lain vaatimat maksut, verot ja vakuutukset on maksettu. (Asetus ajoneuvojen katsastuksesta 1992.)

Katsastuksia voi suorittaa ainoastaan henkilö, jolla on pätevyys toimia katsastajana. Katsastustoimintaa voi suorittaa ainoastaan sellainen katsastustoimipaikka, jolle on myönnetty katsastuslupa. (Laki ajoneuvojen katsastustoiminnasta 2013.)

2.2 Ajoneuvoluokat

Tässä työssä käsitellään kevyen kaluston, henkilö- ja pakettiautojen seisontajarrua. Autolla tarkoitetaan henkilöiden tai tavaroiden kuljetukseen tai määrättyyn erikoistehtävään valmistettua moottorikäyttöistä ajoneuvoa. Siinä on vähintään neljä pyörää tai telat ja sen suurin rakenteellinen nopeus on suurempi kuin 25 km/h. (Trafi 2017a.) Seuraavassa kappaleessa on käyty läpi työn kannalta oleellisia ajoneuvoluokkia.

Henkilöautolla (M1) tarkoitetaan henkilöiden kuljetukseen tehtyä ajoneuvoa, jossa on tilaa kuljettajan lisäksi enintään kahdeksalle henkilölle. Pakettiauto (N1) on kokonaismassaltaan enintään 3500kg painava, tavaroiden kuljetukseen valmistettu ajoneuvo. Tavarakantavuuden on oltava suurempi kuin henkilökantavuuden. (Trafi 2017a.)

2.3 Katsastusajankohta

Henkilöautojen katsastusaika määräytyy käyttöönottopäivän mukaan. Katsastus tulee suorittaa viimeistään auton käyttöönottopäivänä, mutta aikaisintaan neljä kuukautta aiemmin. Ensimmäinen katsastus suoritetaan, kun auto on kolme vuotta vanha. Seuraava katsastus suoritetaan auton ollessa viisi vuotta vanha, minkä jälkeen määräaikaikatsastus suoritetaan vuoden välein. Esimerkiksi 5.6.2000 käyttöönotettu henkilöauto tulee katsastaa aikavälillä 5.2.–5.6. (Trafi 2017b.)

Jos ajoneuvon tarkkaa käyttöönottopäivää ei ole merkitty rekisteriotteeseen täydellisenä, ajoneuvon katsastusajankohta määräytyy rekisteritunnuksen viimeisen numeron mukaan. Tämä on esitetty taulukossa 2. Esimerkiksi, jos henkilöauton rekisteritunnuksen viimeinen numero on 7, katsastusaikaväli on 31.5.–30.9. (Trafi 2017b.)

Nr	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou	Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
0																	

TAULUKKO 2. Katsastusajankohdan määräytyminen rekisteritunnuksen mukaan (Trafi 2017b)

Pakettiautot katsastetaan ensimmäisen kerran niiden ollessa kolmen vuoden ikäisiä. Katsastus tulee suorittaa viimeistään auton käyttöönottopäivänä, mutta aikaisintaan neljä kuukautta aiemmin. Tämän jälkeen pakettiautot katsastetaan vuoden välein. Kuitenkin, jos ajoneuvo on luvanvaraisessa käytössä, se tulee katsastaa joka vuosi. Luvanvaraisella käytöllä tarkoitetaan ammatillista liikennettä kuten takseja. (Trafi 2017b.)

Museoajoneuvojen määräaikaikatsastus suoritetaan 1.1.–30.6. välisenä aikana. Museoajoneuvo katsastetaan joka toinen vuosi. Jos museoajoneuvo on käyttöönotettu ennen vuotta 1960, katsastus suoritetaan joka neljäs vuosi. (Trafi 2017b.)

3 JARRUJEN RAKENNE JA TOIMINTA

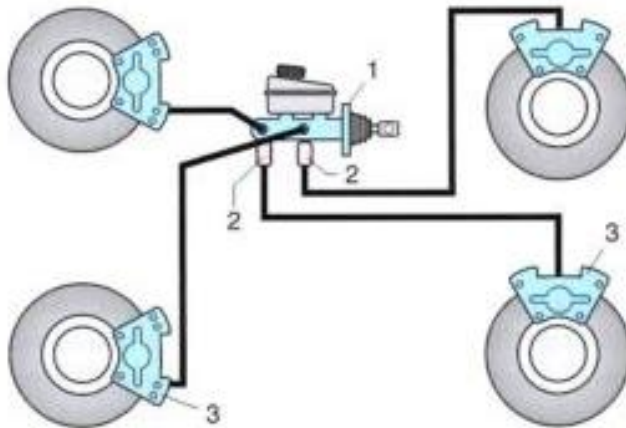
Autojen jarrujärjestelmissä on ollut erilaisia variaatioita ensimmäisistä autoista nykypäivään mennessä. Ensimmäisissä autoissa jarrujen toimintamalli oli lainattu sen aikakauden hevosajoneuvoista. Muutamien kehitysversioiden myötä 1900-luvun alkupuolella autojen jarrut muuttuivat rumpujarruiksi, joissa jarruvaikutus tapahtui jarrupolkimelta tankojen ja vipujen välityksellä pyöräjarruihin. Sittemmin kehitettiin nestetoiminen jarrujärjestelmä, joka yleistyi 1930-luvulla. Myöhemmin autoissa ovat yleistyneet levyjarrut, jarrutehostimet ja lukkiutumattomat jarrujärjestelmät. Jarrujen luotettavuus ja turvallisuus on parantunut huomattavasti vuosikymmenten kuluessa. (Rantala, R. & Sirola, S. 2011, 11-12.)

3.1 Käyttöjarrujärjestelmä

Ajoneuvossa tulee olla käyttöjarrujärjestelmä, jonka avulla kuljettaja pystyy hallitsemaan ajoneuvon liikettä ja pysähtymistä turvallisesti, nopeasti ja tehokkaasti ajoneuvon kuormasta, nopeudesta ja ylä- tai alamäen kaltevuudesta riippumatta. Jarrutuksen voimakkuutta täytyy voida säädellä ja jarrutus täytyy pystyä suorittamaan ilman, että käsiä irrotetaan ohjauslaitteesta. (E-sääntö 13-H 2015.)

Jarrut ovat ajoneuvon yksi oleellisimmista osista. Niiden avulla saadaan ajoneuvon liike-energia muuttumaan lämmöksi ja ne mahdollistavat ajoneuvon pysähtymisen. Nykyään henkilöautoissa on nestetoimiset jarrut. Nestejarruissa jarruneste toimii jarruvoiman välittäjänä pääjarrusylinterin ja käyttöjarrusylinterien välillä. Yleensä käytetään kaksipiiristä ristiinkytkettyä jarrujärjestelmää. Tämä on esitetty kuvassa 1. Kaksipiirisen jarrujärjestelmän suurimpana etuna yksipiiriseen verrattuna on se, että jos jossain jarrujärjestelmän osissa, kuten jarruputkissa tai käyttöjarrusylinterissä, tulee nestevuoto, ajoneuvosta ei tule täysin jarruton. Tässä tapauksessa autossa on silti kaksi normaalisti jarruttavaa pyörää. Tästä syystä käytetään ristiinkytkentää, jolloin toisen jarrupiirin ollessa toimintakyvytön autossa on kuitenkin jarrut sekä etu- että taka-akselilla. Esimerkiksi vasemmalla edessä ja oikealla takana jarruvaikutus saavutetaan toisen jarrupiirin ollessa viallinen. Jarrupääsylinterin yhteydessä on pääsääntöisesti alipainetehostaja, jonka avulla kuljettajan ei tarvitse käyttää niin suurta voimaa jarrupolkimen painamiseen jarruvoiman saavuttamiseksi. Tehostajan ansiosta auton kuljettajan ei tarvitse painaa jarru-

poljinta niin suurella voimalla kuin mitä ilman tehostinta olevissa autoissa tarvitsee. (Rantala, R. & Sirola, S. 2011, 12.)



- 1 pääsylinteri
- 2 jarrupaineen rajoitin
- 3 jarrusatula

KUVA 1. Kaksipiirinen jarrujärjestelmä (Rantala, R. & Sirola, S. 2011, 12)

Merkittävimpiä jarrujärjestelmän kehitysaskelaita oli Robert Bosch GmbH:n 1970-luvulla kehittämä lukkiutumaton jarrujärjestelmä (ABS). Aikaisemmin käytössä olleissa autoissa oli lukkiutuvat jarrut. Ne oli varustettu ALB-venttiilillä, joka sääti mekaanisesti jarrutasapainoa etu- ja taka-akselin välillä. Jarrujärjestelmän rinnalle on tullut myös monia kuljettajaa avustavia järjestelmiä, kuten ajonvakautusjärjestelmä (ESP), elektroninen jarrupaineensäätö (EBV) ja hätäjarrutustehostin (BAS). (Rantala, R. & Sirola, S. 2011, 12)

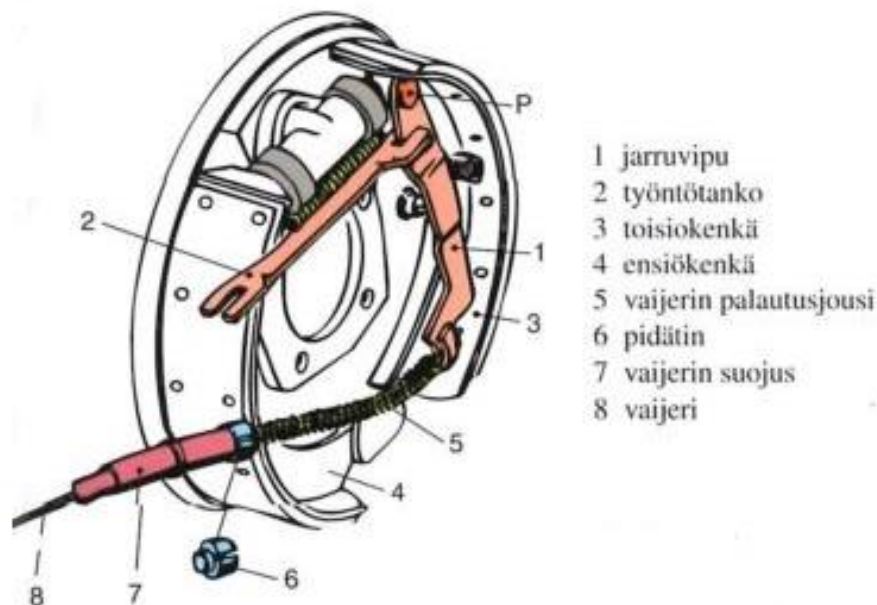
3.2 Seisontajarrujärjestelmä

Seisontajarrujärjestelmän tehtävä on pitää ajoneuvo paikoillaan ylä- ja alamäessä vaikka kuljettaja ei olisi autossa. Seisontajarrujärjestelmässä tulee olla täysin mekaaninen laite, joka pitää liikkuvat osat paikoillaan lukittuina. Kuljettajan on pystyttävä jarruttamaan istuimeltaan. (E-sääntö 13-H, 2015)

Seisontajarru on käsi- tai jalkakäyttöinen. Mekaanisesti toimivassa seisontajarrujärjestelmässä seisontajarrun käyttölaitteena voi toimia käsijarrukahva tai erillinen seisontajarrulle tarkoitettu jarrupoljin. Molemmissa tulee olla mekaaninen lukitus jolla seisontajarru saadaan kytkettyä päälle. Käsikäyttöisissä malleissa on kahvan päässä oleva napula, jota painamalla ja kahvaa nostamalla seisontajarru saadaan vapautettua. Jalkakäyttöisissä malleissa seisontajarru vapautus toimii joko erillisellä vedettävällä vivulla tai joissain malleissa seisontajarrupolkimen uudella painalluksella.

3.2.1 Mekaaninen seisontajarrujärjestelmä

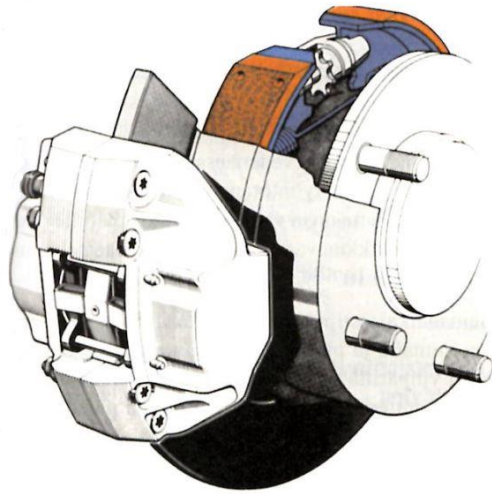
Perinteisesti henkilöautoissa oleva seisontajarru vaikuttaa jarrukahvasta vedettäessä vaijereiden tai tankojen välityksellä auton takapyörien rumpujarruihin. Kuljettaja vetää jarrukahvasta, jolloin vaijerit vetävät jarrurummussa työntötankoa, joka vuorostaan painaa jarruvivun avulla etummaisesta kengän kiinni jarrurumpuun. Ensiökengän saavutettua jarrurummun, jarruvipu painaa tukipisteen P avulla takimmaisesta kengän jarrurumpuun kiinni. (Rantala, R. & Sirola, S. 2011, 43)



KUVA 2. Seisontajarru rumpujarrussa (Rantala, R. & Sirola, S. 2011, 43)

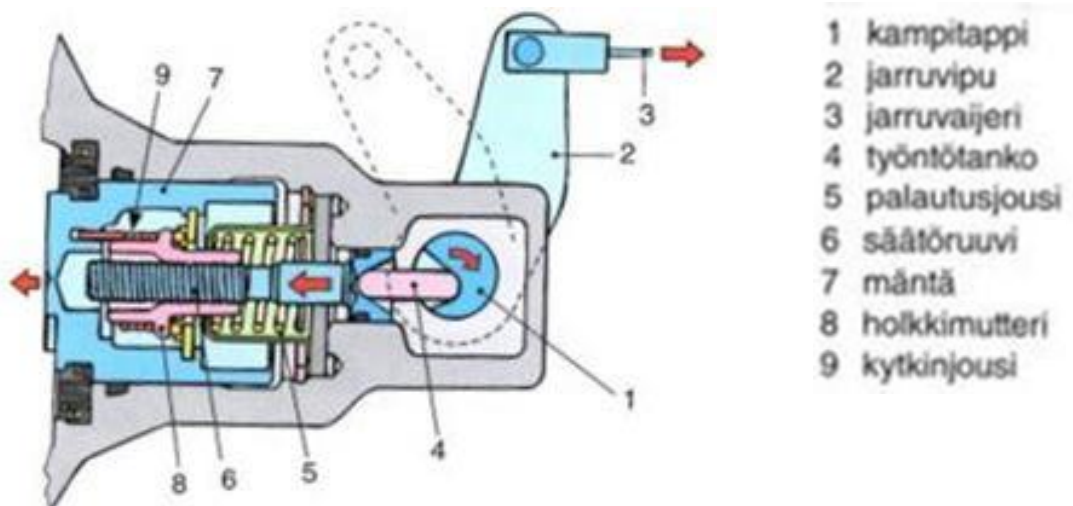
Osassa ajoneuvoista seisontajarru on toteutettu erillisellä levyjarrulla, joka toimii käyttöjarruna ja seisontajarru omalla rumpujarrulla. Tätä kutsutaan drum in hat -rakenteeksi,

joka on kuvattu kuvassa 3. (Heising & Ersoy 2011, 170) Tällainen rakenne on käytössä esimerkiksi ensimmäisen sukupolven Volvo V70:ssä (1997-2000).



KUVA 3. Drum in hat-tyyppinen seisontajarru. (Rantala, R. & Sirola, S. 2011, 57)

Mekaanisesti toteutettu käsijarru on toiminnaltaan täysin manuaalinen. Se on yksinkertaisuudessaan helppo korjata tarvittaessa. Se ei kuitenkaan ole yhtä turvallinen kuin sähköisesti toimiva seisontajarru, koska kuljettaja käyttää sitä täysin oman harkintansa mukaan ilman sähköisiä apuvälineitä, muistuttamia tai vikadiagnostiikkaa.



KUVA 4. Seisontajarru jarrusatulan yhteydessä (Rantala, R. & Sirola, S. 2011, 58)

Suurella osalla nykyautoja mekaaninen seisontajarru on toteutettu taka-akselilla levyjarrujen yhteydessä. Tällä periaatteella toimivissa seisontajarruissa jarrusatulassa olevaa vipua vedetään vaijerin avulla. Se välittää voiman kampitapin, työntötangon, säätöruu-

vin, holkkimutterin ja männän välityksellä jarrupalloille. Seisontajarru vapautuu, kun jarrukahva vapautetaan. Tällöin vaijereiden löystyttyä jarrusatulassa oleva palautusjousi palauttaa männän takaisin ja jarruvaikutus loppuu kuvan 4 tavoin. (Rantala, R. & Sirola, S. 2011, 58)

Joissain ajoneuvoissa seisontajarru on voimansiirron yhteydessä. Tyypillisesti seisontajarrun jarrurumpu on yhdistetty kardaaniakseliin. Tällöin jarrurumpu vaikuttaa suoraan kardaaniakseliin, jolloin seisontajarru toimii ikään kuin tehokas moottorijarru. Tällä rakenteella olevia autoja ei voida tarkastaa jarrudynamometrillä voimansiirron vaurioitumisriskin takia. Voimansiirrossa olevia seisontajarruja käytetään esimerkiksi Suzukin vanhemmissa maastoautoissa ja Nissan Patrolissa.

3.2.2 Sähköinen seisontajarrujärjestelmä

Uusimmissa autoissa käytetään usein sähköistä seisontajarrua. Tällöin kuljettaja voi napin tai vivun avulla kytkeä seisontajarrun päälle. Etuna mekaaniseen seisontajarruun nähden on se, ettei kuljettajan tarvitse miettiä kussakin tilanteessa vaadittavaa jarruvoiman määrää. Sähkötoiminen seisontajarru mahdollistaa monien erilaisten sähköisten sovellusten käyttämisen autoissa. Sen yhteyteen saadaan yhdistettyä erilaisia turvatoimintoja, kuten esimerkiksi seisontajarrun automaattinen päälle kytkeminen, kun kuljettajan ovi tai konepelti avataan. Sähköisen seisontajarrun yhteyteen voidaan lisätä erilaisia varoituksia, kuten jarrupalojen kulumisen ilmaisin ja varoitus käsijarrun käyttämättä jättämisestä autosta poistuttaessa. Sähköinen seisontajarru mahdollistaa vikadiagnostiikan lisäämisen seisontajarrujärjestelmään. Järjestelmä voidaan tehdä myös automaattiseksi siten, että seisontajarru kytkeytyy automaattisesti päälle, kun ajoneuvo pysäytetään ja autosta poistutaan.

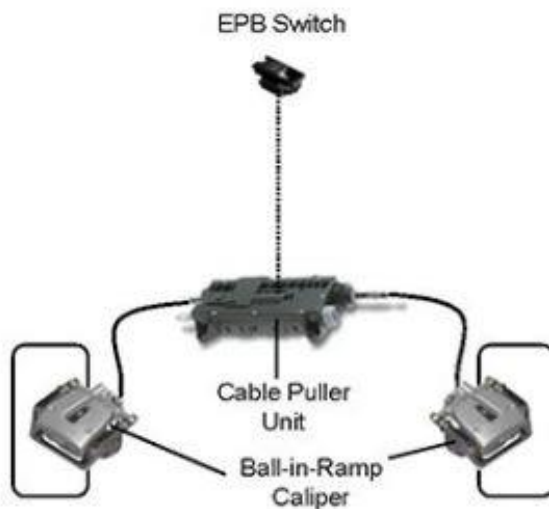
Sähköinen seisontajarrun käyttömekanismi voidaan tehdä muutamalla eri tavalla. Cable puller -periaatteella toimiva sähköinen seisontajarru toimii kuten perinteinen seisontajarru, mutta jarrukahvan korvaa sähkömoottori, joka kiristää vaijeria. Toinen vaihtoehto on laittaa jarrusatulaan omat käyttölaitteet, joita ohjaamalla jarrusatulassa oleva sähkömoottori kiristää seisontajarrun päälle. Sähköinen seisontajarrujärjestelmä on usein varustettu mekaanisella vapautusjärjestelmällä. (Heising & Ersoy 2011, 175–176.)

Cable puller -järjestelmä on tehty yksinkertaisesti perinteisellä vipu ja vaijeri -menetelmällä. Tässä järjestelmässä on sähkömoottori, joka vetää käsijarruvaijereita, ja itse seisontajarrun toteutus on perinteinen. Cable puller -järjestelmän käyttöyksikkö on kuvassa 5. Useimmissa ajoneuvoissa seisontajarru voidaan vapauttaa manuaalisesti.



KUVA 5. Cable puller -järjestelmän käyttöyksikkö ja seisontajarruvaijerit. (Automotive Technology 2013)

Cable puller -toimiseen seisontajarruun pystytään liittämään kuljettajaa auttavia lisäjärjestelmiä. Sähköisen seisontajarrun ansioista ohjaamoon saadaan enemmän tilaa perinteiseen seisontajarruun verrattuna. Järjestelmä käyttää vain yhtä moottoria, jolloin moottorin hajotessa seisontajarrun käyttö ei onnistu. Se myös kuormittaa jarruvaijereita. (KPS Automotive Parts Ltd 2017.) Kuvassa 6 on Cable puller -tyyppisen seisontajarrujärjestelmän rakenne.



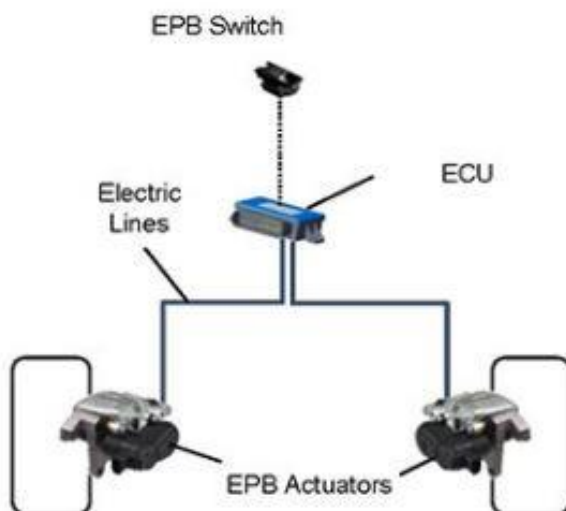
KUVA 6. Cable puller -tyyppisen sähköisen seisontajarrujärjestelmän rakenne (KPS Automotive Parts Ltd 2017)

Toinen sähköisen seisontajarrun yleinen toteutustapa on liittää sähkömoottori suoraan jarrusatulaan. Tällöin jarrusatulassa oleva moottori ajaa jarrusatulassa olevaa mäntää, joka toimii myös käyttöjarrun kanssa. Kuvassa 7 näkyy jarrusatulan yhteydessä olevan sähköisen seisontajarrun käyttölaitteen rakenne.



KUVA 7. Jarrusatulaan yhdistetyn sähköisen seisontajarrun rakenne. (KPS Automotive Parts Ltd, 2017)

Tähänkin järjestelmään pystytään lisäämään kuljettajaa avustavia järjestelmiä. Järjestelmää pidetään erittäin luotettavana ja turvallisena, koska siinä on yksinkertainen rakenne sekä vasemmalla ja oikealla olevat erilliset moottorit. Kuvassa 8 näkyy tyypillinen jarrujärjestelmän rakenne, kun sähköisen seisontajarrun moottorit ovat suoraan jarrusatuloissa.



KUVA 8. Jarrusatuloiden yhteydessä olevan sähköisen seisontajarrujärjestelmän rakenne. (KPS Automotive Parts Ltd 2017)

Seisontajarrujärjestelmä voidaan tehdä myös sellaiseksi, että kun ajoneuvon nopeus on yli 5km/h ja auton sähköisen seisontajarrun kytkintä käytetään, ajoneuvon hydraulinen jarrujärjestelmä aktivoituu jarruttamaan kaikkia pyöriä. (Lehtinen, A. 2010.)

3.2.3 Sähköisen seisontajarrujärjestelmän toiminta Ford Mondeossa

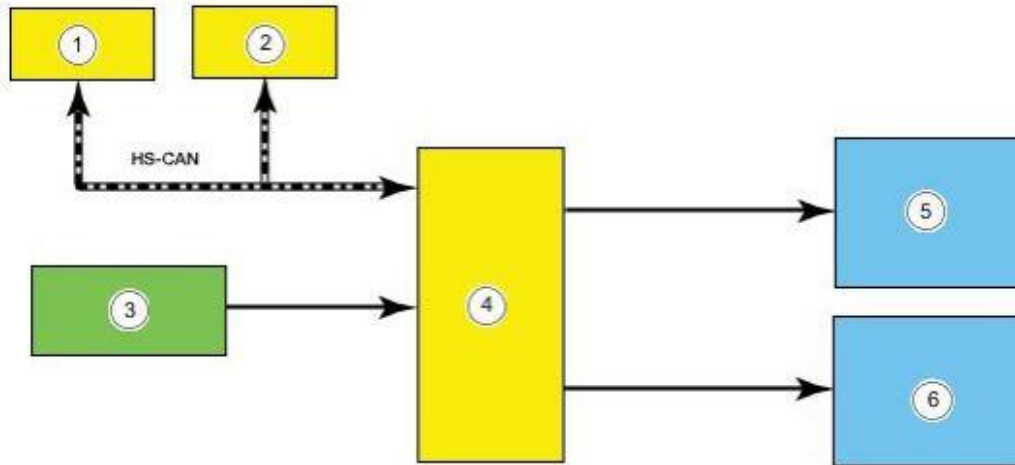
Viidennen sukupolven Ford Mondeo tuli myyntiin Suomessa vuoden 2014 loppupuolella. Tässä mallisarjassa Mondeoon tuli sähköinen seisontajarru. Mondeon seisontajarru on toteutettu takajarrusatuloiden yhteydessä olevilla sähkömoottoreilla. Tämän kappaleen tarkoitus on kertoa, miten kyseessä oleva seisontajarrujärjestelmä kokonaisuudessaan toimii.

Ford Mondeon sähköiseen seisontajarrujärjestelmään kuuluu kolme pääosaa: lukkiutumattoman jarrujärjestelmän (ABS) moduuli, seisontajarrun käyttölaitemoottori ja seisontajarrukytkin. ABS-moduuli on seisontajarrujärjestelmän elektroninen ohjausyksikkö. ABS-moduuli valvoo kaikkia kytkin- ja anturisyötteitä sekä kaikkia HS-CAN -verkon seisontajarrujärjestelmään liittyviä viestejä ja ohjaa niiden perusteella suoraan seisontajarrujen käyttölaitemoottoreita. Lisäksi se aktivoi vikakoodeja, jos sellaisia ilmenee. Seisontajarrun käyttölaitemoottorit ovat vakionopeuksisia, vaihtosuuntaisia sähkömoottoreita, jotka on asennettu takajarrusatuloihin. Seisontajarrukytkin on kolmeasentoinen kytkin, jonka kolme mahdollista asentoa ovat kytketty (ylös vedettynä), neutraali (lepotilassa) ja vapautus (alas painettuna). (Oy Ford Ab 2017.)

ABS-moduuli valvoo ja ohjaa seisontajarrujärjestelmää sekä lähettää seisontajarrun kytkimelle viitejännitteen. Kun kuljettaja kytkee seisontajarrun päälle kytkimellä, ABS-moduuli vastaanottaa jarrujen kytkennän viitejännitteen. Tällöin ABS-moduuli selvittää anturisyötteiden perusteella, voiko seisontajarrut kytkeä päälle ja lähettää ohjausjännitteen seisontajarrun käyttölaitemoottoreille. Kaaviossa 1 näkyy seisontajarrujärjestelmän pääkomponentit. (Oy Ford Ab 2017.)

Kun seisontajarrut on kytketty päälle, ABS saa mittaristolta viestin, jonka perusteella mittariston punainen jarrujärjestelmän varoitusvalo sytytetään. Jos punainen jarrujärjes-

telmän varoitusvalo palaa jo aiemman muuhun kuin seisontajarruun liittyvän jarruongelman takia, mittaristo näyttää ajotietokoneessa seisontajarru päällä -viestin. (Oy Ford Ab 2017.)



1 RCM turvajärjestelmän ohjausmoduuli

2 GWM yhdyskäytävämoduuli A

3 Seisontajarrukytin

4 ABS lukkiutumaton jarrujärjestelmä

5 Vasen seisontajarrun käyttölaite

6 Oikea seisontajarrun käyttölaite

KAAVIO 1. FORD MONDEON SEISONTAJARRUN JÄRJESTELMÄKAAVIO (Oy Ford Ab 2017)

Kun kuljettaja kytkee seisontajarrun pois päältä kytkimellä, ABS-moduuli vastaanottaa poiskytkennän viitejännitteen. Tällöin ABS-moduuli selvittää anturisyötteiden ja CAN-väylän viestien perusteella, voiko seisontajarrut vapauttaa, ja lähettää ohjausjännitteen seisontajarrun käyttölaitemoottoreille. Kun seisontajarrut on vapautettu, ABS saa mittaristolta viestin, jonka perusteella punainen jarrujärjestelmän varoitusvalo sammutetaan. Jos punaista jarrujärjestelmän varoitusvaloa ei voida sammuttaa muun kuin seisontajarruun liittyvän jarruongelman takia, mittaristo näyttää ajotietokoneessa seisontajarru vapautettu -viestin. (Oy Ford Ab 2017.)

Punaisella jarrujärjestelmän varoitusvalolla ilmoitetaan kuljettajalle hydraulijarrujen ongelmista, tietyistä ABS-ongelmista ja seisontajarrun käytöstä. Kun hydraulijarruissa tai ABS-järjestelmässä on ongelma, varoitusvalo palaa koko ajan. Kun seisontajarrut on

kytketty kokonaan päälle, punainen jarrujärjestelmän varoitusvalo syttyy ja palaa niin kauan, kunnes sytytysvirta asetetaan päälle-asentoon. Jos sytytysvirta kytketään pois seisontajarrujen kytkemisen jälkeen tai seisontajarrut kytketään päälle sytytysvirran pois kytkemisen jälkeen, punainen jarrujärjestelmän varoitusvalo palaa 10 sekuntia ja sammuu. (Oy Ford Ab 2017.)

Kuljettajalle ilmoitetaan seisontajarrujärjestelmän ongelmista keltaisella seisontajarrun merkkivalolla ja viestikeskuksen viesteillä. Kun ongelma tai vikakoodi havaitaan, merkkivalo syttyy ja ajotietokoneessa näkyy viesti. Keltainen seisontajarrun merkkivalo syttyy myös, kun seisontajarrujärjestelmä on huoltotilassa. (Oy Ford Ab 2017.)

3.3 Varajarrujärjestelmä

Ajoneuvossa tulee olla myös varajarrujärjestelmä, jonka avulla ajoneuvo saadaan pysähtymään kohtuullisessa matkassa, jos käyttöjarruun tulee vika. Myös varajarrun jarrutusvoimakkuutta on pystyttävä säätämään ja sitä on pystyttävä käyttämään kuljettajan istuimelta irrottamatta käsiä ohjauslaitteesta. (E-sääntö 13-H 2015.)

Varajarrujärjestelmänä voidaan käyttää seisontajarrua. Seisontajarru- ja käyttöjarrujärjestelmä voivat käyttää samoja voimansiirron osia, kunhan varajarrulaitteisto toimii jonkin voimansiirron osan hajottua. Lisäksi jarrujärjestelmässä tulee olla kaksi toisistaan riippumatonta hallintalaitetta. Varajarrujärjestelmän tehoa mitataan E-sääntö 13-H:n mukaisesti tyyppi 0 -testillä. Testaus aloitetaan 100km/h nopeudesta. Jarrun käyttölaitteen voima tulee olla vähintään 65N ja enintään 500N. (E-sääntö 13-H 2015.)

Varajarrujärjestelmän suurin sallittu pysähtymismatka saa olla alla olevan laskeman mukainen.

$$0,1 * 100 \text{ km/h} * 0,0158 * (100 \text{ km/h})^2 = 168\text{m}$$

Varajarrujärjestelmän keskimääräinen hidastuvuus ei myöskään saa olla alle 2,44m/s².

4 SEISONTAJARRUN VAATIMUKSET

Seisontajarrun on pystyttävä pitämään ajoneuvo paikallaan ylä- ja alamäessä myös kuljettajan poissa ollessa, jolloin täysin mekaaninen laite pitää liikkuvat osat paikoillaan lukittuina. Seisontajarrujärjestelmää on pystyttävä käyttämään kuljettajan istuessa paikallaan. Käyttöjarrulla ja seisontajarrulla tulee olla erilliset, toisistaan riippumattomat käyttölaitteet. (E-sääntö 13-H 2015.)

Seisontajarrusta tuli pakollinen Suomessa kesäkuussa 1955. Seisontajarrun tuli olla varustettu pidätyslaitteella, jolla jarru saatiin lukittua päälle, vaikka kuljettaja ei olisikaan autossa. Vaatimukset lisääntyivät joulukuussa 1957, kun pidätyslaitteen lisäksi seisontajarrun tuli vaikuttaa yhteen tai useampaan akseliin siten, että jarrutettujen akselien massa on vähintään 50 % auton kokonaismassasta. Seisontajarrun tuli olla varustettu myös käyttöjarrusta riippumattomilla voimansiirtolaitteilla. Sen piti voida pitää auto paikallaan sellaisessa mäessä, joka autoa käyttäessä voi tulla kysymykseen. Tammikuun ensimmäisenä päivänä vuonna 1983 edellä mainittua mäkeä tarkennettiin siten, että seisontajarrun tulee pitää auto paikallaan ylä- sekä alamäessä, joiden kaltevuus on 16 %. (Trafi 2008.)

Ensimmäinen tammikuuta 1990 ja sen jälkeen käyttöön otettuihin autoihin tuli seisontajarruun lisävaatimuksena, että käsikäyttöisen seisontajarrun käyttölaitteen käyttövoima saa olla henkilöautossa enintään 400N ja muussa autossa enintään 600N. Auton jarrujen tulee vastata Euroopan neuvoston direktiivin 71/320/ETY vaatimuksia tai uudistuneita direktiivejä, tai niiden tulee olla E-säännön nro 13 mukaiset. (Trafi 2008.)

4.1 Seisontajarrun jarruvoima

Seisontajarrun on pidettävä henkilöauto paikallaan ylä- sekä alamäessä, joiden kaltevuus on 20 %. Perävaunun vetoon tarkoitettun ajoneuvon on pidettävä ajoneuvoyhdistelmä paikallaan mäessä, jonka kaltevuus on 12 %. Kuljettajan on pystyttävä käyttämään jarrujärjestelmää istuimeltaan. Jos seisontajarrun käyttölaite on käsikäyttöinen, siihen kohdistuva käyttövoima saa olla M1-luokan ajoneuvossa enintään 400N ja muiden luokkien ajoneuvoissa enintään 600N. Jos seisontajarrun käyttölaite on jalkakäyttöinen, siihen kohdistuva voima saa olla M1-luokan ajoneuvossa enintään 500N ja muiden luokkien ajoneuvoissa enintään 700N. (E-sääntö 13-H 2015.)

Seisontajarrun tehovaatimus saadaan laskettua alla olevan kaavan mukaisesti, kun tiedetään ajoneuvon kokonaismassa.

$$\text{Vaadittava jarruvoima (N)} = \text{Kokonaismassa (kg)} * 9,81 \text{ m/s}^2 * \text{jarrusuhde}$$

Esimerkki:

Ajoneuvon kokonaismassa on 1800kg ja vaadittava jarrusuhde on 16 %.

$$1800\text{kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 * 0,16 = 2830\text{N}$$

Jos tiedetään jarruvoimat, jarrusuhde voidaan laskea seuraavalla tavalla:

$$\text{Jarrusuhde} = \frac{\text{Kokonais jarruvoima (N)}}{\text{Auton kokonaismassa (kg)} * 9,81 \text{ m/s}^2} * 100$$

Esimerkki:

Ajoneuvon, jonka kokonaismassa on 1800kg, seisontajarrun jarruvoimat ovat vasemalla 1700N ja oikealla 1500N. Paljonko seisontajarrun jarrusuhde on?

$$\text{Jarrusuhde} = \frac{(1700\text{N} + 1500\text{N})}{1800\text{kg} * 9,81 \text{ m/s}^2} * 100 = 18,2 \%$$

4.2 Sähköisen seisontajarrun lisävaatimukset

Sähköisesti toimivalla seisontajarrulla on eräitä lisävaatimuksia perinteiseen mekaanisesti toimivaan seisontajarruun verrattuna. Kun kyseessä on järjestelmä, johon kuuluu muutakin kuin mekaanisesti liikkuvia osia, kuten esimerkiksi sähkömoottoreita, ohjainlaitteita, johtimia ja katkaisijoita, on myös varauduttava siihen, että nämä komponentit voivat vioittua. Jos sähköjärjestelmässä tulee katkos, seisontajarru ei saa kytkeytyä tahattomasti päälle. (E-sääntö 13-H 2015.)

Jos seisontajarrun hallintalaitteeseen, ohjainlaitteeseen tai sähköjohtimiin tulee vika, seisontajarrua on silti pystyttävä käyttämään kuljettajan paikalta. Tässä tilanteessa sei-

sontajarrun tulee pystyä pitämään kuormitettu ajoneuvo paikoillaan mäessä, jonka kaltevuus on 8 %. Sähköinen seisontajarru saa vikatilanteessa kytkeytyä automaattisesti päälle ja sen tulee saavuttaa edellä mainittu jarruvoima. Seisontajarrun tulee pysyä päällä virtalukon asennosta riippumatta. Seisontajarrun on kytkeydyttävä automaattisesti pois päältä, jos kuljettaja laittaa ajoneuvon liikkeelle. Tässä tilanteessa ajoneuvon manuaalivaihteistoa voidaan hyödyntää jarruvoiman saavuttamiseksi. Automaattivaihteissa autoissa voidaan hyödyntää pysäköintiasentoa. (E-sääntö 13-H 2015.)

Kuljettajalle tulee ilmoittaa keltaisella varoitusvalolla sähköisen seisontajarrujärjestelmän johdoissa tapahtuvasta katkoksesta tai sähkökatkoksesta. Jos katkos on jarrujärjestelmää ohjaavissa johtimissa, tulee keltaisen varoitussignaalin aktivoitua heti. Jos katkos tapahtuu hallintalaitteen tai ohjainlaitteen ulkopuolisissa johdoissa, kuljettajalle tulee ilmoittaa vilkkuvalla punaisella signaalilla. Punaisen merkkivalon tulee vilkkua sekä virran ollessa päälle kytkettynä että virran ollessa katkaistuna kymmenen sekunnin ajan. Jos seisontajarrujärjestelmä havaitsee toimivansa asianmukaisesti, punainen merkkivalo voi lakata vilkkumasta ja syttyä palamaan jatkuvasti merkiksi siitä, että seisontajarru on kytketty päälle. Sähköinen seisontajarru on pystyttävä kytkemään päälle myös silloin, kun ajoneuvon sytytysvirta on kytketty pois päältä eli virtalukko on nolla-asennossa ja avain on poissa virtalukosta. Seisontajarru tulee pystyä kytkemään päälle, mutta ei pois päältä. (E-sääntö 13-H 2015.)

4.3 Jarrujärjestelmän merkkivalot

Jos ajoneuvon jarrujärjestelmässä ilmenee häiriö, siitä tulee ilmoittaa kuljettajalle punaisella merkkivalolla. Punainen merkkivalo kertoo häiriöstä, joka estää määrätyn jarrutustehon saavuttamisen ja/tai estää ainakin toisen riippumattoman käyttöjarrupiirin toiminnan. (E-sääntö 13-H 2015.) Punainen merkkivalo on kuvassa 9.



KUVA 9. Punainen jarrujärjestelmän merkkivalo. (Repair Pal 2017)

Lisäksi autossa on keltainen merkkivalo jarrujärjestelmälle. Se ilmaisee ajoneuvon jarruissa sähköisesti havaittavan käyttöhäiriö, jota edellisessä kappaleessa kuvattu punainen merkkivalo ei ilmaise. (E-sääntö 13-H, 2015)



KUVA 10. Keltainen jarrujärjestelmän merkkivalo. (Bellinghamautomotive 2017)

Varoitusvalojen tulee näkyä myös päivänvalossa. Varoitusvalon toimivuus on pystyttävä tarkastamaan helposti kuljettajan istuimelta käsin. Varoituslaitteen vioittuminen ei saa aiheuttaa jarrulaitteen tehon alenemista. Jos jarrujärjestelmässä on häiriö, varoitusvalon tulee syttyä viimeistään silloin, kun kyseessä olevaa jarrua käytetään. Varoitusvalon tulee palaa niin kauan, kun käyttöhäiriö tai vika ilmenee ja käynnistyskytkin on päällä. Edellä mainittujen varoitusvalojen on aktivoitettava, kun ajoneuvoon kytketään virrat päälle. (E-sääntö 13-H 2015.)

Muista kuin määritellyistä häiriöistä voidaan ilmoittaa vilkkuvalla keltaisella varoitusvalolla. Varoitusvalon tulee kuitenkin sammua, kun nopeus nousee ensimmäisen kerran yli 10 km/h. Varoitusvalojen tulee syttyä, kun ajoneuvoon kytketään virrat. Kun ajoneuvo on paikallaan, varoitusvalojen avulla on voitava varmentaa, ettei jarrujärjestelmässä ole vikoja tai häiriöitä. Sellaiset viat ja häiriöt, joista merkkivalojen tulisi syttyä, mutta joita ei havaita ajoneuvon ollessa paikallaan, tulee tallentua ajoneuvon vikamuistiin. Havaitut viat on ilmaistava kuljettajalle heti, kun vika havaitaan tai kyseistä jarrujärjestelmää käytetään. (E-sääntö 13-H 2015.)

Autoissa, joissa on ABS-jarrut, tulee olla myös ABS-jarrujen merkkivalo, joka näkyy kuvassa 11.



KUVA 11. ABS-jarrujen merkkivalo. (Claytons 2017)

Yksi tyypillinen jarruihin liittyvä varoitusvalo on merkkivalo, joka ilmaisee jarrujen kuluneisuuden. Se näkyy kuvassa 12. Tämä hyödyllinen merkkivalo kertoo kuljettajalle, milloin hänen olisi syytä mennä vaihdattamaan jarrupalat. Näin vältetään loppuun kuluneiden jarrupalojen aiheuttamia vaaratilanteita.



KUVA 12. Jarrupalojen varoitusvalo. (Volkswagen, 2017)

4.4 Seisontajarrun merkkivalo

Seisontajarrujärjestelmälle tulee olla oma merkkivalo. Valmistajien on käytettävä standardisoituja symboleita. Merkkivalon on oltava punainen ja varoitusvalojen tulee näkyä myös päivänvalossa. Varoitusvalon toimivuus on pystyttävä tarkastamaan helposti kuljettajan istuimelta käsin. Merkkivalo syttyy, kun seisontajarru kytketään. (E-sääntö 13-H 2015.)

Jos seisontajarrun varoitusvalo merkitsee myös muuta vikaa jarrujärjestelmässä, siinä on käytettävä jarrujärjestelmän toimintahäiriösymbolia. Jarrujärjestelmän toimintahäiriövaloa ei saa sijoittaa yhteiselle alueelle kaukovalon, suuntavalon ja turvavyön merkkivalojen kanssa. (E-sääntö 13-H 2015.) Kuvassa 14 on seisontajarrun merkkivalo.



KUVA 14. Seisontajarrun merkkivalo. (Repair Pal 2017)

5 SEISONTAJARRUN MITTAUSTAVAT

Jarrujen testaaminen on yksi määräaikaikatsastuksen oleellisimpia asioita. Se on liikenneturvallisuuden kannalta merkittävimpiä asioita turvallisen autoilun puolesta. Jarrujen testaamiseen on olemassa erilaisia apuvälineitä.

5.1 Hidastuvuusmittari

Hidastuvuusmittari tekee mittauksesta sähköisen tallenteen tai tulosteen. Hidastuvuusmittari kiinnitetään luotettavasti ajoneuvoon mittauksen ajaksi. Mittarilla on pystyttävä tekemään tarkastus vähintään 30 km/h nopeudella. Mittaustaajuus on vähintään 10 kertaa sekunnissa. Hidastuvuusmittari kalibroidaan säännöllisesti. Kuitenkaan esimerkiksi mobiililaitteeseen ladattava sovellus ei täytä hidastuvuusmittaria koskevia vaatimuksia. (Trafi, 2014.)

Hidastuvuusmittaria voidaan käyttää katsastuksessa etenkin, jos ajoneuvon jarruja ei pysty mittaamaan jarrudynamometrillä. Tällaisia ovat esimerkiksi osa nelivetoisista autoista.

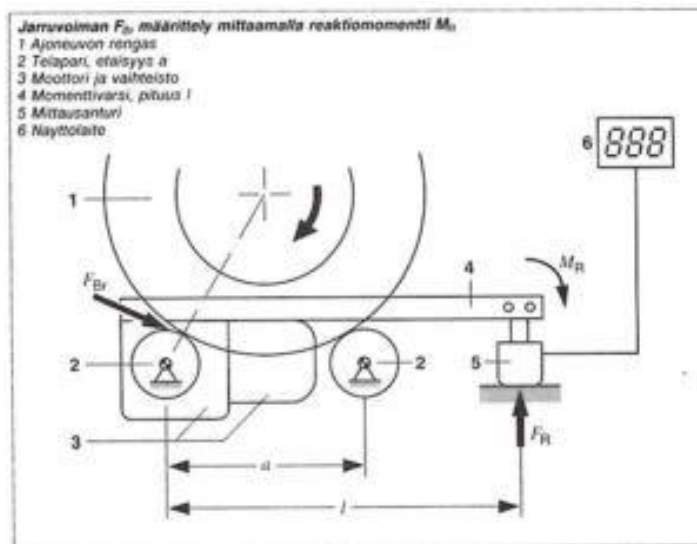
5.2 Jarrudynamometri

Jarrujen testauksessa luotettavana apuvälineenä toimii jarrudynamometri. Yleisesti käytössä on 2-pyöräjarrudynamometrit, joilla voidaan tarkastaa yhden akselin jarrut kerrallaan. Jarrudynamometrissä on kaksi rullallista telaa, joille auto ajetaan etu- tai taka-akseli kerrallaan. Sähkömoottorit alkavat pyörittää teloja ja jarrua painamalla saadaan jarrudynamometrin näyttötaululle lukema jarrujen tehosta. Jarrudynamometrin on sovellettava katsastettavien ajoneuvojen tarkastukseen. Jarrudynamometriin ei saa tehdä muutoksia, jotka eivät ole laitteen valmistajan hyväksymiä.

Jarrudynamometrillä jarruja tarkastettaessa on hyvä huomioida, että ilman jarrutusta ja jarrun laahaustakin jarrudynamometri näyttää pieniä lukemia, kun auto on rullilla. Tyyppillinen vierintävastus on henkilöautoissa 100-400N riippuen, onko kyseessä vetävä akseli vai ei. (Lehtinen, A. 2010.)

5.2.1 Jarrudynamometrin toimintaperiaate

Katsastuksessa on käytössä tyypillisesti perinteinen 2-pyörädynamometri. Yksi telapari muodostuu jäykästä rungosta, johon on kiinnitetty kaksi laakeroitua telaa. Nämä kaksi telaa on kiinnitetty toisiinsa ketjulla, jotta ne pyörivät samalla nopeudella. Sähkömoottori pyörittää vetotelaa ja toinen tela pyörii ketjun avulla mukana samaa nopeutta. Kuvassa 15 näkyy jarrudynamometrin toimintaperiaate. Kun jarrudynamometrin rullia pyöritetään ja autossa painetaan jarrua, vetotelan rungossa oleva momenttivarren (4) päässä oleva mitta-anturi (5) mittaa syntyneen jarruvoiman. (Autoteknillinen taskukirja 1993, 644.)



KUVA 15. Jarrudynamometrin toimintaperiaate (Autoteknillinen taskukirja 1993, 645)

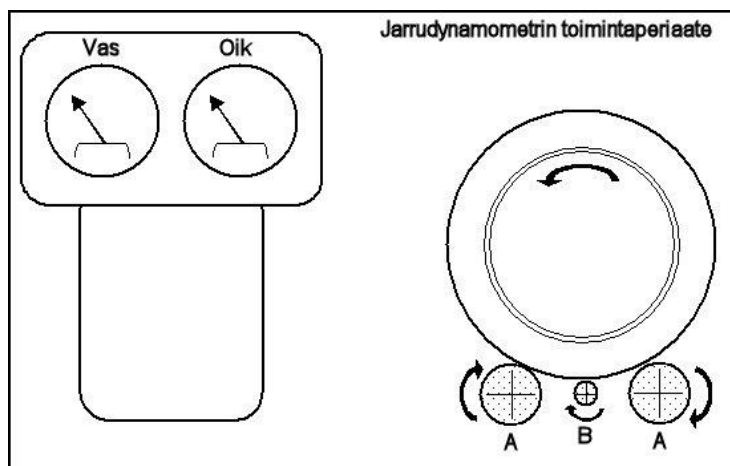
Jarrudynamometrejä on erilaisia voimanmittausyksiköitä. Sähköisissä mittayksiköissä käytetään esimerkiksi venymäliuskalla varustettua taivutuspalkkia tai induktiivista anturia, joka mittaa tukisauvan suoraviivaista venymää. Jarrudynamometrin tekniikka käsittelee mitta-arvoja ja jarrudynamometrin näytölle esitetään mittausvoimat kilonewtoneina.

(Autoteknillinen taskukirja 1993, 644.)

Jarrudynamometrissä voidaan käyttää myös hydraulista painerasiaa, joka mittaa paineen ja välittää mittatulokset suoraan jarrudynamometrin näyttölaitteelle. (Autoteknillinen taskukirja, 1993, 644) Jarrudynamometrin mittaustapa voidaan toteuttaa usealla eri ta-

valla, mutta kaikissa niissä on oleellista se, että laitteet on kalibroitu oikein luotettavien tulosten saamiseksi. Katsastuksessa käytettävät jarrudynamometrit tulee kalibroida vuoden välein. Kalibrointi suoritetaan Trafín Kalibrointiliitteen mukaisesti.

Jarrudynamometrissä on usein myös tuntotela, joka tunnistaa pyörän tuloa teloille ja mahdollisen luiston mittauksen aikana. Tuntotela tunnistaa, jos rengas lukkiutuu ja pysäyttää rullat renkaan vaurioitumisen välttämiseksi. (Autoteknillinen taskukirja 1993, 644.) Tuntotela näkyy kuvassa 16, osa B.



KUVA 16. Jarrudynamometrin toimintaperiaate (Autoteknillinen taskukirja 1993, 645)

Jarruvoimien mittauksessa jarrudynamometrillä lopputulokseen vaikuttaa suuresti auton renkaiden ja jarrutelojen välinen kitka. Kitkaan vaikuttaa jarrudynamometrin telojen rakenne ja runko. Teloja on kahta eri tyyppiä: teräsripateloja ja pyöröhitsattuja teloja. Pyöröhitsatulla telalla kitka on parempi, mutta se on herkempi kulumiselle kuin teräsripatela. Kuluneilla rullilla kitka on pienempi kuin uusilla rullilla. Jarrumittauksessa on kuitenkin tärkeintä se, että olosuhteet yhden auton mittauksen aikana ovat vakiot jolloin ajoneuvon jarrujärjestelmän tehoa ja tasapainoa saadaan verrattua. Esimerkiksi mittaus tulokset samalla autolla märillä, kovettuneilla ja vanhoilla talvirenkailla sekä uusilla, kuivilla kesärenkailla eroavat toisistaan. Yleensä kuitenkin jarrujen mittaamisessa tärkeintä ei ole suoranaisesti saavutettu maksimivoima, vaan akselikohtaisten jarruvoimien vertailu. (Lehtinen, A. 2010.)

6 SEISONTAJARRUN ARVOSTELU MÄÄRÄAIKAISKATSASTUKSESSA

Katsastuksessa ajoneuvoja arvostellaan Liikenne ja turvallisuusvirasto Trafín ohjeiden mukaisesti. Vikojen arvostelussa käytetään Trafín tekemää ohjeistusta ”Katsastuksen arvosteluperusteet v. 3.0”, joka on vuodelta 2007. Seisontajarrussa olevat viat arvostellaan joko hylättynä tai korjauskehotuksena. Alla on suorat lainaukset Katsastajan arvosteluperusteista, mitä korjauskehotus ja hylkäys tarkoittavat.

”Korjauskehotus merkitään silloin, kun havaittu vika tai puutteellisuus on korjattavissa yksinkertaisella kohteen säätö-, korjaus- tai vaihtotoimenpiteellä. Viasta tai puutteellisuudesta saa aiheutua korkeintaan vähäistä haittaa tai vaaraa liikenneturvallisuudelle tai ympäristölle. Vika tai puutteellisuus merkitään tarkastuskorttiin korjauskehotuksena.” (Trafi 2007.)

”Hylkäys merkitään silloin, kun vika tai puutteellisuus aiheuttaa liikenneturvallisuuden kannalta merkittävää vaaraa taikka ympäristön kannalta huomattavaa haittaa. Vika tai puutteellisuus merkitään tarkastuskorttiin hylättynä.” (Trafi 2007.)

Seisontajarrujärjestelmän toiminta testataan pääsääntöisesti jarrudynamometrillä. Jos seisontajarru ei toimi tai jarrudynamometrillä mitattaessa seisontajarrun kokonaisvoima on alle 16 % ajoneuvon kokonaismassasta eivätkä ajoneuvon pyörät lukkiudu mittausta tehdessä, ajoneuvo tulee hylätä. Ajoneuvo hylätään, jos renkaiden vierintävastus on liian suuri, eli pyörä laahaa eikä pyöri kunnolla. Ajoneuvo hylätään myös, jos saman akselin seisontajarruvoimissa on eroa yli 70 %. Jarruvoimien ei tarvitse nousta lukkiutumisrajalle samanaikaisesti. (Trafi 2007.)

Esimerkki 1:

Ajoneuvon kokonaismassa on 2100 kg. Vasemman puolen seisontajarrun jarruvoima on 1,0kN ja oikean puolen jarruvoima on 1,8kN. Pyörät eivät lukkiudu jarrudynamometrillä.

$$\text{Jarruvoimien ero (\%)} = \frac{1800N - 1000N}{1800N} * 100$$

$$\text{Jarruvoimien ero (\%)} = 44,4 \%$$

Jarruvoimien ero on hyväksyttävissä, koska eroa on alle 70 %.

$$\text{seisontajarrun teho (\%)} = \frac{(1000N + 1800N) * 100}{2100kg * 9,81 m/s^2}$$

$$\text{seisontajarrun teho (\%)} = 13,59\%$$

Seisontajarrun kokonaisvoima on alle 16 % ajoneuvon kokonaismassasta. Katsastus on hylätty.

Mittausta suoritettaessa seisontajarrun käyttölaitteen suurin sallittu käyttövoima käsikäyttöisellä seisontajarrulla on 400N ja jalkakäyttöisellä seisontajarrulla 500N. N-luokan ajoneuvoissa käsikäyttöisen käyttölaitteen suurin sallittu käyttövoima on 600N ja jalkakäyttöisen 700N. (Trafi 2007.)

Jos seisontajarrun lukitussalpa puuttuu tai se ei toimi oikein, ajoneuvo tulee hylätä. Jos jarrumittauksen yhteydessä seisontajarrun käyttölaitteen liikematka on yli $\frac{3}{4}$ kokonaisliikematkasta, annetaan korjauskehotus. Jos seisontajarrun merkkivalo ei toimi, ajoneuvo saa korjauskehotuksen. Sähköisellä seisontajarrulla varustetuissa autoissa merkkivalon toimimattomuus aiheuttaa katsastuksessa hylkäyksen. (Trafi 2007.)

Jos seisontajarrun vaijeri, vipu tai tanko on poikki tai vaurioitunut, ajoneuvo tulee hylätä. Jos edellä mainituissa on pettämisen vaara, ne ovat liian kuluneet tai virheellisesti kuluneet, kyseessä on hylkäys. Katsastaja voi toimia myös oman harkintansa mukaan. Jos tilanne ei ole vakava, kyseessä on korjauskehotus. Sama pätee sähköisen seisontajarrun johtojen kiinnitykseen ja kuntoon. (Trafi 2007.)

7 SEISONTAJARRUN TARKASTAMINEN MÄÄRÄAIKAISKATSASTUKSESSA

7.1 Mekaanisen seisontajarrun tarkastaminen

Mekaanisen, eli käsi- tai jalkakäyttöisen, seisontajarrun tarkastaminen katsastuksessa tapahtuu pääpiirteittäin seuraavalla tavalla. Seisontajarrun merkkivalon ja pidätyslaitteen toiminta on hyvä tarkastaa ennen koeajoa, viimeistään ennen seisontajarrun testaamista jarrudynamometrillä. Ennen seisontajarrun tarkastamista odotetaan, että jarrudynamometrin telat alkavat pyöriä ja näyttö on valmiina mittausta varten. Ennen varsinaista mittausta tarkistetaan, laahaako jarru. Tämä jälkeen jarruvoimaa lisätään tasaisesti ja rauhallisesti lukitussalpa alas painettuna pyörien lukkiutumispisteeseen saakka. Liian nopea jarruvoimien lisäys aiheuttaa telojen enneaikaisen lukkiutumisen. Kun jarruvaikeus on saavutettu, tarkastetaan tehoa olevan riittävästi ja ettei jarruvoimaeroa ole liikaa. Kun jarruvoimien mittaaminen on suoritettu, tarkastetaan vielä, ettei jarru jää laahaamaan. (Kevyt Mak II 2014.)

Seisontajarrun pidätyslaite voi olla erilainen erityyppisissä seisontajarrun käyttölaitteissa. Normaalisissa seisontajarrukahvassa lukituslaitteen vapautuskytkin on seisontajarrukahvan päässä oleva painike. Seisontajarru vapautetaan kahvaa kevyesti nostamalla ja kahvan päässä olevaa nappulaa painamalla. Kahva lasketaan rauhallisesti alas lukituslaitteen nappulaa samalla painaen. Käsikäyttöinen seisontalaitteen käyttölaite voi olla myös kojelaudasta vedettävää mallia. Vedettävissä laitteissa vapautus tapahtuu tyypillisesti niin, että vedetään kevyesti käyttölaitetta lisää ja käännetään vipua neljänneskiertos. Tämän jälkeen vipu edelleen käännettynä kahva palautetaan takaisin lähtötilanteeseen. Tällainen vedettävä seisontajarrun käyttökytkin on esimerkiksi 1990-luvun Toyota Hiluxissa. Myös jalkakäyttöisissä seisontajarruissa seisontajarrun vapauttaminen voi olla toteutettu usealla tavalla. Yksi tapa on, että jarruvoima painetaan polkimella ja vapautetaan erillisellä käsikäyttöisellä vivulla. Tämä seisontajarrun käyttötapa on tyypillinen esimerkiksi monissa Mercedes Benzin malleissa. Jalkakäyttöisen seisontajarrun vapautukseen on myös toinen tyypillinen tapa. Esimerkiksi Chryslerin jalkakäyttöinen seisontajarru vapautetaan tyypillisesti seisontajarrupolkimen uudella painalluksella.

Mekaanista seisontajarrua testatessa on hyvä muistaa seisontajarrun käyttölaitteeseen kohdistuva voima. Seisontajarrun käyttölaitetta ei tarvitse testatessakaan käyttää niin

kovaa kuin jaksaa, vaan sen tarkastamiseen tulee riittää siihen määritellyt maksimivoimat.

Jarrudynamometrillä testausta suoritettaessa seisontajarrun mittauksessa toinen puoli voi lukkiutua toista puolta aiemmin. Jarrudynamometrin luistorajan ylittyessä telat pysähtyvät, jolloin suurilla jarruvoimaeroilla heikomman puolen jarruvoiman todellisen lukeman tarkastaminen ei välttämättä onnistu. Seisontajarrun testaaminen voidaan suorittaa molemmat puolet erikseen. Seisontajarrun voimaa ei tarvitse saavuttaa samanaikaisesti, kuten käyttöjarrussa.

Seisontajarrun testaamisessa on tärkeää muistaa, että jos kyseessä on nelivetoinen auto, sitä ei välttämättä voida tarkastaa perinteisellä 2-pyöräjarrudynamometrillä. Nelivetoisten autojen jarrudynamometrillä testaamisessa on noudatettava ajoneuvonvalmistajan ohjeita. Sama pätee myös autoihin, joissa seisontajarru on toteutettu normaalista poikkeavalla tavalla. Esimerkiksi Nissan Patrolin seisontajarru saa voimansa voimansiirrossa olevasta jarrurummusta. Kyseisen auton seisontajarrua ei voida tarkastaa jarrudynamolla, koska se voi vaurioittaa auton voimansiirtoa. Voimansiirrossa oleva seisontajarru voidaan testata auton ollessa paikoillaan kytkemällä seisontajarru päälle ja vaihteen kanssa kokeilemalla varovasti, syntyykö jarruvaikutusta. Lisäksi se voidaan tarkastaa käsin auton ollessa nosturilla kevennettynä.

Seisontajarrusta tulee tarkastaa myös sen eri osien kunto. Vaijerit ja vivut tulee olla ehjiä. Ne eivät saa olla liian kuluneita eivätkä vaikuttaa siltä, että niiden kunnossa on pettämiskaava. Myöskään käyttölaitteen liikerata ei saa loppua kesken jarruvoimia mitattaessa. Käyttölaitteen liikematka tulee olla maksimissaan kolme neljäsosaa käyttölaitteen kokonaisliikematkasta, kun seisontajarrun maksimivoima saavutetaan. (Trafi 2007.)

7.2 Sähköisen seisontajarrun tarkastaminen

Sähköisen seisontajarrun testaaminen jarrudynamometrillä poikkeaa hieman mekaanisen seisontajarrun testaamisesta. On huomioitava, että sähköistä seisontajarrua tarkastessa on hyvä tietää, onko ajoneuvonvalmistajalla ohjetta seisontajarrun tarkastamisesta. Osalla valmistajista on ohjeita ja ne voivat poiketa toisistaan eri tavoin. Jos ohjeita on, niitä tulee noudattaa vahinkojen välttämiseksi.

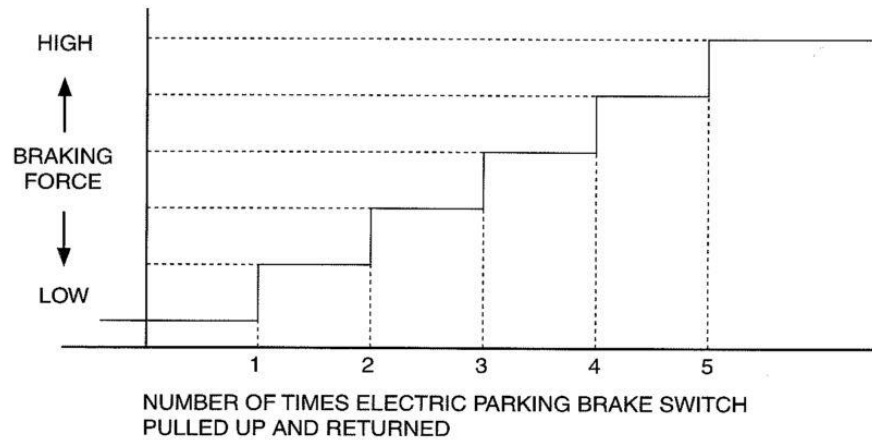
Sähköisen seisontajarrun tarkastamisen jarrudynamometrillä tekee haastavaksi myös se, että eri valmistajien autot käyttäytyvät siinä eri tavalla. Osassa autoista sähköinen seisontajarru kytkeytyy niin nopeasti päälle, että luotettavien jarruvoimalukemien saanti voi olla mahdotonta. Lisäksi jarrun vapautus vaatii kevyen jarrunpainalluksen samalla, kun seisontajarru vapautetaan sen käyttökytkimestä.

Jos ajoneuvovalmistajalla ei ole ohjeita sähköisen seisontajarrun tarkastamiseen, ajoneuvo voidaan testata jarrudynamometrillä kokeilemalla, jos sen voi ajaa jarrudynamometrille. Perusidea jarrudynamometrillä testattaessa on sama kuin perinteisellä seisontajarrulla. On kuitenkin huomioitava, ettei kaikkia ajoneuvoja voida tarkastaa jarrudynamometrillä. Esimerkiksi vuosimallia 2014 oleva Kia Carens, jonka etuvetoisessa versiossa sähköinen seisontajarru voidaan tarkastaa pääpiirteittäin samalla tavalla kuin mekaaninen seisontajarru. Vaihte laitetaan vapaalle ja seisontajarrukatkaisijaa käytetään kolme sekuntia, jotta täysi jarruvoima saavutetaan. Kuitenkaan vuosimallia 2014 oleva Kia Carens, joka on varustettu nelivedolla, ei tule testata jarrudynamometrillä nelivedon kytkentälaitteiden vaurioitumisen välttämiseksi. (Delta Motors Finland Oy 2017.)

Ajoneuvovalmistajien ohjeista on tiedostettava, ettei kaikilla merkeillä ohjeet ole yleispäteviä kaikkiin malleihin, vaan seisontajarrun testaamisen ohje saattaa vaihdella eri automalleissa. Esimerkiksi Mercedes Benz SLS:n vuosimallia 2014 ohjeistuksessa sanotaan, että ennen kuin seisontajarrua voidaan testata jarrudynamometrillä, tulee pyörien pyöriä vähintään kymmenen sekuntia vapaasti. Tämän jälkeen jarrutus tapahtuu hidastetusti. Seisontajarrun katkaisinta käytetään kerran lyhyesti. Jos katkaisijaa käytetään pidempään, useampia kertoja tai ennen mittausta ei odoteta rullilla kymmentä sekuntia, voi järjestelmä vaurioitua. Mercedes Benz SL:n vuosimallia 2014 ohje on pääpiirteittäin samankaltainen kuin SLS:n, mutta SL:n käyttökytkintä tulee käyttää lyhyesti, jonka jälkeen hetken kuluttua tehdään uusi, lyhyt painallus. Tarvittaessa vielä kolmas ja neljäs lyhyt painallus, jotta seisontajarru maksimivoimat saavutetaan. (Veho Oy Ab 2017.)

Osa ajoneuvovalmistajista on rakentanut sähköisen seisontajarrujärjestelmänsä siten, että seisontajarrukytkimen käyttökytkintä tulee käyttää useasti seisontajarrun maksimivoiman saavuttamiseksi. Esimerkiksi Mazda CX-5:n vuosimallia 2013 sähköisen seisontajarrun testauksessa ensimmäinen seisontajarrun napin painallus aiheuttaa pienen voiman seisontajarrulla. Seuraavalla painalluksella voima lisääntyy jälleen. Seisontajar-

run käyttö on viisiportainen. Kaaviossa 2 on havainnollistava kuvaus seisontajarrun toiminnasta. (Inchcape Motors Finland Oy 2017.)



KAAVIO 2. Mazdan seisontajarrun jarruvoima kuvaajana (Inchcape Motors Finland Oy 2017)

Sähköisen seisontajarrun toimivuus on hyvä varmistaa, kun auto on kevennettynä nosturilla. Seisontajarru päälle kytkettynä voidaan varmistaa seisontajarrun toimivan molemmin puolin. Sähköisen seisontajarrun tarkastamiseen kuuluu myös varmistaa, että järjestelmän johdot on kiinnitetty asiaankuuluvasti eikä niiden sijoitus tai kunto ole altis oikosululle. Lisäksi merkkivalon toiminta tulee huomioida. Jos merkkivalo ei toimi, ajoneuvo tulee hylätä. (Trafi, 2007.)

8 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Sähköinen seisontajarru on yleistynyt laajalti uusissa autoissa. Kaikki autonvalmistajat eivät kuitenkaan ole vielä ottaneet sitä käyttöönsä. Sähköinen seisontajarru tuo mukanaan monia hyviä asioita. Sen yhteyteen saadaan laitettua monia kuljettajaa avustavia asioita, kuten paikallaanpitoavustin, mäkilähtöavustin, automaattinen seisontajarrun kytkeytyminen kuljettajan oven auetessa, muistutus seisontajarrun käyttämättömyydestä, jne. Lista apujärjestelmistä on pitkä ja tulee varmasti vielä pidentymään, kun valmistajat varustelevat autoihinsa kilpaa uusia järjestelmiä. Osa autoista osaa käyttää itse sähköistä seisontajarrua ajoittain, jos kuljettaja ei käytä sitä juuri ollenkaan. Ajoneuvo saattaa siis virtojen pois kytkemisen jälkeen käyttää seisontajarrun kiinni ja auki saman tien. Näin seisontajarru ylläpitää itse itseään. Tämä ei kuitenkaan poista sitä tosiasiaa, että pitkällä aikavälillä perinteinen mekaaninen seisontajarru saattaa olla toimintavarmempi ja edullisempi ylläpitää. Erityisesti cable puller -rakenteella oleva sähköinen seisontajarru saa miettimään, mitä jos ainoakin sähkömoottori hajoaa?

Seisontajarrun tarkastaminen jarrudynamometrillä onnistuu suurimmassa osassa ajoneuvoja. On kuitenkin poikkeuksia, joita ei voi tarkastaa jarrudynamometrillä. Poikkeuksia on niin mekaanisella kuin sähköiselläkin seisontajarrulla varustetuissa autoissa. Pääsääntöisesti tämä johtuu ajoneuvon nelivetojärjestelmästä, jonka takia jarrujen testaaminen perinteisessä 2-pyöräjarrudynamometrissä ei ole mahdollista. On kuitenkin muitakin poikkeuksia, kuten kardaniakselin yhteydessä olevat seisontajarrut. Tällaisissa tapauksissa, kun autoa ei voida ajaa jarrudynamometrille, seisontajarrun tarkastaminen on haastavaa. Silloin tarkastus tehdään hidastuvuusmittarin avulla tai mahdollisesti nosturilla kokeilemalla auton ollessa kevennettynä. Yksi keino kehittää tätä tarkastamista olisi rakentaa kalteva taso, jonka jyrkkyys olisi vaikkapa henkilöautojen seisontajarrulta vaadittava 20 % mäki. Jos auto pysyy mäessä paikallaan, seisontajarrun kokonaisvoima on riittävä. Tämän jälkeen nosturilla voitaisiin tarkastaa, että molemmat pyörät pitävät kunnolla. Tämä idean haittapuolena on kuitenkin tila. Sinänsä yksinkertainen idea olisi tasainen kalteva mäki. Käytännössä kuitenkin haastetta tuovat etenkin suurissa kaupungeissa olevat ahtaat tilat katsastuspaikoissa. Lisäksi Suomen talvi aiheuttaa oman lisänsä, jonka takia kyseinen rakennelma tulisi käytännössä olla sisällä. Toki nykyisilläkin tekniikoilla seisontajarru saadaan testattua, mutta voiko testaaminen olla ikinä liian helppoa ja luotettavaa? Ehkäpä sähköiseen seisontajarruun, ja sen mahdollisiin kuljettajaa avustaviin järjestelmiin, tulee tulevaisuudessa tietokonepohjainen lisätarkastus.

LÄHTEET

- Asetus ajoneuvojen katsastuksesta 30.12.1992/1702
Autoalan tiedotuskeskus. 2017. Automäärän kehitys. Viitattu 14.1.2017,
<http://www.trafi.fi/tieliikenne/katsastukset/katsastuslajit>.
- Automotive Technology. 2013. Electric parking brakes (EPB). Viitattu 10.1.2017.
<http://www.automotive-technology.co.uk/?p=1565>
- Bellinghamautomotive. 2017. What Do Your Vehicle's Dash Warning Lights. Viitattu 12.1.2017. <https://www.bellinghamautomotive.com/what-do-your-vehicles-dash-warning-lights-mean/>
- Claytons. 2017. Understanding What Your Engine Warning Lights Mean. Viitattu 12.1.2017. <http://www.claytonsmot.co.uk/engine-warning-light-diagnostic-service/>
- Delta Motors Finland Oy. 2017. Ohjeita sähköisen seisontajarrun tarkastamiseen. Sähköpostiviesti. Tulostettu 11.1.2017
- E-sääntö 13-H 22.12.2015. Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomission (UN/ECE) sääntö nro 13-H – Henkilöautojen jarrulaitteiden hyväksyntää koskevat yhdenmukaiset määräykset
- Heising, B. & Ersoy, M. 2011. Chassis handbook: Fundamentals, Driving Dynamics, Components, Mechatronics, Perspectives. Berlin: Vieweg+Teubner
- Inchcape Motors Finland Oy. 2017. Ohjeita sähköisen seisontajarrun tarkastamiseen. Sähköpostiviesti. Tulostettu 13.1.2017
- Kevyt Mak II. 2014. Koulutus kansio.
- KPS Automotive Parts Ltd. 2017. TRW Electric Parking Brake EPB. Viitattu 10.1.2017. <http://kpsautomotiveparts.co.uk/trw-electric-parking-brake-epb/>
- Laki ajoneuvojen katsastustoiminnasta 13.12.2013/957
- Lehtinen, A. 2010. Neliveto, elektroninen ajon hallinta ja sähköinen seisontajarru vaikeuttavat jarrujen testausta dynamometrillä. Vantaa: Diagno Finland Oy
- Liikenteen Turvallisuusvirasto Trafi. 2007. Arvosteluperusteet. Versio 3.0. Viitattu 7.1.2017.
http://www.trafi.fi/filebank/a/1324987187/858c972b1171a45d3665e693e65b8fcb/4692-Katsastuksen_arvosteluperusteet.pdf
- Liikenteen Turvallisuusvirasto Trafi. 2008. Katsastajan käsikirja. Versio 2.0. Viitattu 7.1.2017.
<http://www.trafi.fi/filebank/a/1325147177/5b3f290101b3430d21e273b03487d636/4733-KatsastajankasikirjaVersio20.pdf>

- Liikenteen Turvallisuusvirasto Trafi. 2014. Katsastustoimintaa koskevista tarkemmista määräyksistä. Viitattu 7.1.2017.
http://www.finlex.fi/data/normit/41766/TRAFI_597_03.04.03.00_2013_Fi.pdf
- Liikenteen Turvallisuusvirasto Trafi. 2017a. Ajoneuvoluokat. Viitattu 7.1.2017.
<http://www.trafi.fi/tieliikenne/ajoneuvoluokat>
- Liikenteen Turvallisuusvirasto Trafi. 2017b. Määräaikaiskatsastus. Viitattu 7.1.2017.
<http://www.trafi.fi/tieliikenne/katsastus/maaraaikaiskatsastus#maaraajoin>
- Liikenteen Turvallisuusvirasto Trafi. Kalibrointiliite. Liite A.
http://www.trafi.fi/filebank/a/1325147177/b9485183845cac166c6455385dc10dbe/4728-Jarruohje_Liite_A_kalibrointi.pdf
- Löyttyniemi, R. 2014. Aikamatka arkeen: Autoilu. yle.fi. Viitattu 14.1.2017,
<http://oppiminen.yle.fi/historia-suomi/arjen-historiaa/aikamatka-arkeen-autoilu>
- Oy Ford Ab. 2017. Ohjeita sähköisen seisontajarrun tarkastamiseen. Sähköpostiviesti. Tulostettu 11.1.2017
- Rantala, R. & Sirola, S. 2011. Autotekniikka 3. Alusta- ja hallintalaitteet. 1-2.Painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
- Repair Pal. 2017. Brake Hydraulic System Red Warning Light. Viitattu 12.1.2017.
<http://repairpal.com/brake-hydraulic-system-red-warning-light>
- Robert Bosch GmbH, Autoteknillinen taskukirja, 5. painos. Jyväskylä: Gummerus Oy:n kirjapaino, 1993.
- Sornikivi, U. 1996. Yhdeksän vuosikymmentä liikenteen turvallisuutta. Ajoneuvojen rekisteröinti, katsastus ja kuljettajien tutkiminen. 1.Painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Veho Oy Ab. 2017. Ohjeita sähköisen seisontajarrun tarkastamiseen. Sähköpostiviesti. Tulostettu 13.12.2016
- Volkswagen. 2017. Brake pad monitoring. Viitattu 12.1.2017.
<http://www.volkswagen.co.uk/owners/warning-light/brake-pad-monitorin>