

Sami Maamela

# RENGASPAINIEN VALVONTAJÄRJESTELMÄT

Opinnäytetyö  
Auto- ja kuljetustekniikka


Maaliskuu 2015




MAMK

University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

|   |  |
|---|--|
|    | <b>Opinnäytetyön päivämäärä</b><br><br>30.3.2015                       |
| <b>Tekijä(t)</b><br>Sami Maamela  | <b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b><br>Auto- ja kuljetustekniikka |
| <b>Nimeke</b><br><br>Rengaspaineiden valvontajärjestelmät   |  |
| <b>Tiivistelmä</b><br><br>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä 1. marraskuuta 2012 jälkeen tyyppihyväksytyjen ja kaikkiin 1. marraskuuta 2014 jälkeen ensirekisteröityjen henkilöautojen pakolliseksi varusteeksi tulleisiin rengaspaineiden valvontajärjestelmiin. Järjestelmän tarkoitus on parantaa liikenneturvallisuutta sekä vähentää autoista syntyviä päästöjä. Alussa perehdytään yleisesti renkaisiin ja rengaspaineisiin sekä pohditaan vaikutusta henkilöauton taloudellisuuteen sekä liikenneturvallisuuteen.<br><br>Työssä perehdytään lakiin rengaspaineen valvonnasta, sekä tarkemmin eri järjestelmätyyppeihin ja niiden toimintaan. Lisäksi tarkastellaan järjestelmiä kuluttajien sekä korjaamoiden näkökulmasta.<br><br>Opinnäytetyö on kirjallisuustutkimus. Materiaali on kerätty autotekniikan kirjoista, Internetistä, haastatteleamalla korjaamoiden henkilökuntaa, sekä käyttämällä omaa asentajan ja huoltoneuvojan työstä saatua tietoa hyväksi.<br><br>Opinnäytetyön tarkoituksena on parantaa tietämystä renkaiden ja rengaspaineiden vaikutuksesta ajoneuvon turvallisuuteen ja taloudellisuuteen sekä selvittää uuden pakollisen turvajärjestelmän toimintaa ja tarpeellisuutta ajoneuvoissa. |  |
| <b>Asiasanat (avainsanat)</b><br><br>TPMS, Rengaspaineet  |  |
| <b>Sivumäärä</b><br>26  | <b>Kieli</b><br>Suomi  |
| <b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>  |  |
| <b>Ohjaavan opettajan nimi</b><br><br>Kari Ehrnrooth  | <b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>                                    |

## DESCRIPTION

|  |  |
|--|--|
|   | <b>Date of the barchelor's thesis</b><br><br>30.3.2015                     |
| <b>Author(s)</b><br>Sami Maamela   | <b>Degree programme and option</b><br>Automotive and Transport Engineering |
| <b>Name of the barchelor's thesis</b><br>Tire pressure monitoring systems  |  |
| <b>Abstract</b><br><br><p>The purpose of this Bachelor's thesis was to explore the obligatory tire pressure systems in cars which have been type-approved after November 1, 2012 and all registered after of November 1, 2014. The system's function is to improve road safety and reduce the emissions of cars. At the beginning, this study focuses on the tires and the tire pressures generally and discusses the impact on the economy of the car and road safety.</p> <p>This thesis explores the law of tire pressure control, as well as the various system types and system operation. In addition, the systems from consumers and repairers point of view examined.</p> <p>The thesis was literature research. The material was collected in automotive engineering books, the Internet, interviewing workshops staff, as well as using my own installer and service advisors work experience.</p> <p>Purpose of this thesis was to improve understanding of the tires and the tire pressures impact of vehicle safety and economy, as well as demonstrate new obligatory safety system operation and the need for vehicles.</p> |  |
| <b>Subject headings, (keywords)</b><br><br>TPMS, Tire pressure   |  |
| <b>Pages</b><br>26   | <b>Language</b><br>Finnish   |
| <b>Remarks, notes on appendices</b>  |  |
| <b>Tutor</b><br>Kari Ehrnrooth   | <b>Bachelor's thesis assigned by</b>                                       |

## SISÄLTÖ

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | JOHDANTO .....  | 1  |
| 2  | RENKAAT.....  | 1  |
| 3  | RENGASPAINHEET .....  | 2  |
|    | 3.1 Normaali rengaspaineen aleneminen .....                   | 2  |
|    | 3.2 Lämpötilan vaikutus rengaspaineeseen .....                | 3  |
|    | 3.3 Typen käyttö renkaiden paineistuksessa.....               | 4  |
| 4  | TALOUDELLISUUS .....  | 5  |
| 5  | RENGASPAINEEEN VAIKUTUS TURVALLISUUTEEN .....                 | 7  |
|    | 5.1 Run-flat -renkaat .....                                   | 9  |
| 6  | LAKI RENGASPAINIEN VALVONTAJÄRJESTELMISTÄ.....                | 10 |
| 7  | RENGASPAINIEN VALVONTAJÄRJESTELMÄT .....                      | 12 |
|    | 7.1 Suora rengaspaineenvalvontajärjestelmä.....               | 12 |
|    | 7.1.1 TPMS-anturin rakenne.....                               | 14 |
|    | 7.2 Epäsuora rengaspaineen valvontajärjestelmä .....          | 16 |
|    | 7.3 Hybridi rengaspaineenvalvontajärjestelmä.....             | 16 |
|    | 7.4 Varoitusvalon toiminta .....                              | 17 |
| 8  | RENGASPAINIENVALVONNAN VAIKUTUS KORJAAMOIDEN TOIMINTAAN ..... | 18 |
|    | 8.1 Asiakaspalvelu .....                                      | 18 |
|    | 8.2 Korjaamo .....  | 19 |
|    | 8.3 Korjaamon työprosessit .....                              | 20 |
| 9  | RENGASPAINIEN VALVONTAJÄRJESTELMIEN OHJELMOINTI.....          | 21 |
|    | 9.1 Epäsuora järjestelmä.....                                 | 21 |
|    | 9.2 Suora järjestelmä .....                                   | 22 |
| 10 | RENGASPAINIENVALVONNAN VAIKUTUS AUTOILJIOIHIN.....            | 23 |
| 11 | TULEVAISUUS .....   | 23 |
| 12 | YHTEENVETO .....  | 24 |
|    | LÄHTEET .....   | 25 |

## 1 JOHDANTO

Rengaspaineiden valvontajärjestelmät ovat vuosien saatossa yleistyneet automerkkien kalleimmissa malleissa. Järjestelmän tehtävä on valvoa rengaspaineita ja varoittaa kuljettajaa, jos paine laskee liian alhaiseksi.

Euroopan unioni on määrännyt rengaspaineiden valvontajärjestelmän pakolliseksi varusteeksi jokaiseen 1.11.2012 jälkeen tyyppi hyväksytyihin ja 1.11.2014 jälkeen ensirekisteröitäviin M1- ja N1-luokan ajoneuvoon. Uuden lain tarkoituksena on parantaa liikenneturvallisuutta ja vähentää liikenteestä aiheutuvia päästöjä.

Tarkoitukseni on selvittää opinnäytetyössäni rengaspaineen vaikutusta ajoneuvon ta-  
loudellisuuteen ja turvallisuuteen. Selvitän myös TPMS:n (Tire Pressure Monitoring System) eli rengaspaineen valvontajärjestelmän toimintaa sekä lakia järjestelmän vaatimuksista ja sen toiminnasta. Lisäksi tarkastelen rengaspaineen valvontaa sekä korjaamoiden että kuluttajan näkökulmasta.

## 2 RENKAAT

Renkaat ovat hyvin tärkeässä roolissa autossa. Renkaan ja tienpinnan kosketuspinta-ala on noin kämmenen kokoinen, ja sen pitävyydestä riippuu koko ajoneuvon hallinta. Renkaiden tehtävä on välittää auton pitkittäis- ja sivuttaisvoimat, jotka aiheutuvat auton kiihdytyksestä, jarrutuksesta ja ohjausliikkeistä. Nämä ominaisuudet riippuvat kitkakertoimesta. Kitkakertoimen suuruus vaihtelee tienpinnan renkaan rakenteen, materiaalin, rengaspaineiden ja muiden tekijöiden mukaan. Jos kitkakerroin on pieni, kiihdytys ja jarrutusmatkat ovat pitkiä sekä sivuttaispito on heikko. Renkaiden täytyy siirtää tehokkaasti tienpinnalla oleva vesi pois renkaan alta, jotta auto ei joutuisi vesiliirtoon. [2, s.123.]

Renkaat kannattelevat koko auton massaa sekä ottavat vastaan ja vaimentavat tien epätasaisuuksista johtuvia voimia yhdessä jousituksen ja iskunvaimennuksen kanssa. Renkaat vaikuttavat myös auton ajomukavuuteen sekä ajonaikaiseen meluun [2, s.123.]

### 3 RENGASPAINHEET

Renkaan käyttöä ajatellen tärkeässä roolissa on oikeat rengaspaineet. Liian alhainen tai muuten väärä rengaspaine vaikuttaa negatiivisesti moneen asiaan. Renkaan kuluminen nopeutuu ja ajokäyttäytyminen heikkenee renkaan jousto-ominaisuuksien muuttuessa. Iso osa renkaiden vaurioitumisista johtuu liian alhaisista rengaspaineista. Liian alhaisilla rengaspaineilla ajettaessa polttoaineen kulutus ja sitä kautta myös päästöt kasvavat, koska vierintävastus alhaisilla rengaspaineilla on suurempi.

#### 3.1 Normaali rengaspaineen aleneminen

Rengaspaineet mukaan luettuna vararenkaan paine tulee tarkistaa vähintään kerran kuukaudessa ja aina ennen pidemmälle matkalle lähtöä. Rengaspaineen lasku on vaikea huomata päällepäin. Renkaan paineen muutos on mahdollista huomata vasta, kun rengas on lähes tyhjä. Nykyään matalaprofiilirenkaat vaikeuttavat entisestään tarkastusta. Paineet on myös säädettävä oikeiksi kuormituksen lisääntyessä. Oikeat rengaspaineet eri kuormituksille löytyvät auton ohjekirjasta, polttoainetankin luukusta tai ovipilarista.

Ilma karkaa luonnostaan renkaan kumin kautta. Normaali paineen aleneminen on noin 0.1 baria kuukaudessa. Renkaiden paineen aleneminen johtuu renkaan vanhentumisen myötä tapahtuvan materiaalin hapettumisen myötä, jolloin rengas päästää ilmaa helpommin läpi. Lämpötilan lasku ja paineen suuntautuminen luonnostaan kohti normaalia ilmakehän painetta renkaan seinämien läpi aiheuttavat myös paineen alenemistä. [1.]

Venttiilit valmistetaan useimmiten kumista. Ajan myötä nekin kuluvat ja haurastuvat. Suurissa ajonopeuksissa venttiili saattaa taipua, ja hauraan venttiilin välistä pääsee vuotamaan ilmaa. Venttiilinhattu on myös pidettävä paikoillaan, koska se suojaa venttiilin neulaa lialta ja kosteudelta. Venttiilit on syytä vaihtaa uusiin aina renkaiden vaihdon yhteydessä, jotta rengaspaineen aleneminen olisi mahdollisimman vähäistä. [1.]

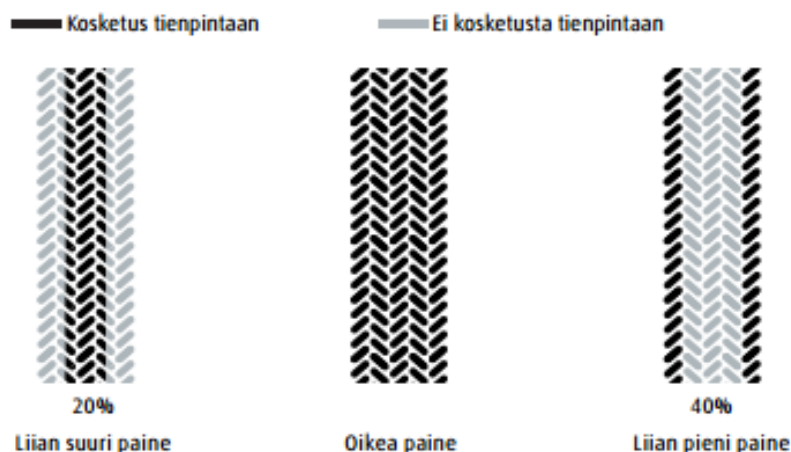
Rengaspaineet tarkastetaan aina jäähtyneistä renkaista vähintään kaksi tuntia käytön jälkeen tai jos on ajettu alle kolme kilometriä hiljaisella vauhdilla. Jos rengaspaineet

joudutaan tarkastamaan heti ajon jälkeen, on suositeltavaa käyttää valmistajan ilmoittamia paineita 0,2-0,3 baria suurempia paineita. Rengaspaineiden tarkastus tulee suorittaa mieluiten aina samalla tarkastetulla ja kalibroidulla paineistuslaitteella, sillä kahden eri rengaspainemittarin välinen mittavirhe voi olla monta barin kymmenystä. [1.]

### 3.2 Lämpötilan vaikutus rengaspaineeseen

Ilman lämpötilalla on suuri vaikutus renkaiden paineeseen. Kesällä rengaspaineet tulee pitää valmistajan suositusten mukaisina. Talvirenkaisiin suositellaan laitettavaksi 0,2 baria suositeltuja paineita suurempi paine. Talvella ulko- ja sisälämpötilojen ero saattaa olla kymmeniä asteita. Rengaspaineet tulisi tarkistaa kovilla pakkasilla ulkona, jotta paineen laskua ei tarvitse ottaa huomioon. Lämpötilan vaikutus henkilöauton rengaspaineisiin on noin 0,1 bar kymmentä astetta kohden. Esimerkiksi kun paineet tarkistetaan +20°C hallissa ja ulkona on -10°C pakkasta, renkaisiin tulee lisätä 0,3 baria suositeltuja paineita suurempi paine, jotta paine olisi oikea ulkonakin. Suuri lämpötilan lasku saattaa aiheuttaa varoitusvalon syttymisen rengaspaineiden valvontajärjestelmässä, sillä lain mukaan 20 % paineen laskun seurauksena järjestelmän on varoitettava kuljettajaa. [2, s.128.]

Kesällä ajon aikana lämmennyt ja auringon lämpöä keränneen renkaan paine saattaa nousta. Tällöin painetta ei ole syytä alentaa, koska vähäisestä paineen noususta ei aiheudu haittaa ajo-ominaisuuksille. Haittana paineen noususta normaalissa ajossa on heikentynyt ajomukavuus, sekä rengas saattaa kulua normaalia nopeammin renkaan keskeltä. [3, s.90.]



**KUVA 1. Renkaan kontaktipinta yli- ja alitäytön seurauksena [5, s.11]**

### 3.3 Typen käyttö renkaiden paineistuksessa

Renkaiden paineistuksessa käytetään yleisesti ilmaa, joka leijailee ympäristössä ja jota hengitetään. Ilma koostuu pääosin typestä (78,1 %), hapesta (20,9 %), vesihöyrystä sekä pienestä määrästä muita kaasuja (1 %).

Lämpötilan vaihtelun takia renkaan sisäpintaan tiivistyy vettä. Kosteus aiheuttaa teräs- ja alumiinivanteiden sekä venttiileiden ruostumista ja hapettumista. Vesi ja ilma heikentävät myös renkaan kumiseosta ja auttavat bakteerien toimintaa renkaan sisäpinnalla. Uuden renkaan rengasrunko sisältää antioksidantteja ja antioksidanttilisäaineita. Ajan myötä happi aiheuttaa hapettumisen, joka etenee renkaan ulkopintaa kohti. Tämä aiheuttaa kestävyysominaisuuksien heikkenemisen sekä kumin kovettumisen. Erottamalla happi ja typpi voidaan saada puhdasta typpeä. Typpi on kuivaa, palamatonta, eikä se reagoi kemiallisesti muiden aineiden kanssa. Typpi ei siis vaurioita vannetta eikä rengasta. [5, s. 6-7.]

Typellä saavutetaan monia muitakin positiivisia ominaisuuksia renkaan paineistuksessa. Typpeä käytettäessä renkaiden paineet pysyvät stabiileina 3-4 kertaa kauemmin kuin tavallisella ilmalla, koska typpimolekyylin ominaisuudet poikkeavat happimolekyylin ominaisuuksista. Näin ollen typen vuotaminen kumin läpi on huomattavasti hitaampaa happeen verrattuna. Typen käyttäminen renkaissa ei vähennä rengaspaineiden tarkastustarvetta. Se ei estä renkaan puhkeamista tai vähennä vuotamista. Typellä paineistettuun renkaaseen ei saa lisätä normaalia paineilmaa, koska tällöin typestä saatava hyöty häviää. [5, s. 6-7.]

Typpeä käytetään renkaiden poikkeuksellisissa käyttöolosuhteissa ja vaativissa ympäristöissä sekä turvallisuutta vaativissa kohteissa. Onnettomuuden sattuessa renkaissa ei ole happea, joka ylläpitää tulipaloa. Veden ja jään muodostumisen ehkäisemiseksi typen käyttäminen on pakollista kaikissa lentokoneiden renkaissa kaikkialla maailmassa, sillä 95-prosenttisen typen kastepiste on alle 56 °C ja 99-prosenttisen alle 73 °C [2]. Kilpa-autoissa käytetään myös renkaiden paineistuksessa typpeä, koska lämpötilasta johtuva tilavuuden muutos typellä on paljon tasaisempaa kuin ilmalla. Lisäksi typen avulla renkaat pysyvät noin 20 % viileämpinä. Typpi sopii myös hyvin keräily-autoille, joilla ajetaan vähän, sekä matkailuautoihin ja vaunuihin. [6, s.6.]

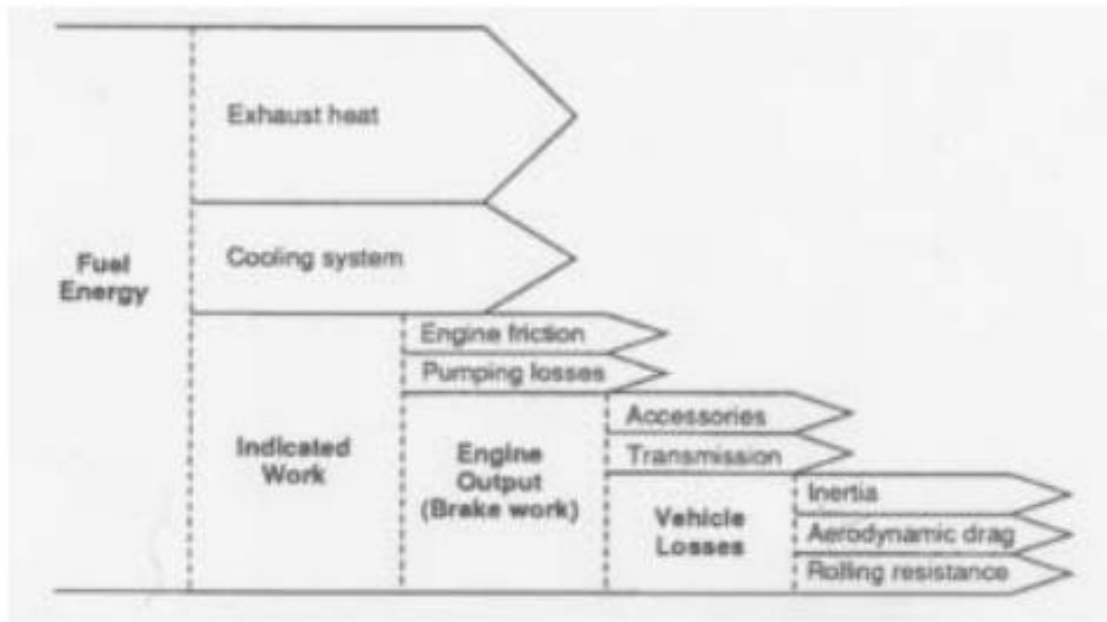


#### 4 TALOUDELLISUUS

Autossa kulutukseen vaikuttavat tekijät jaetaan hyötysuhde- ja ajovastustekijöihin. Lisäksi kuljettaja pystyy ajotavallaan vaikuttamaan polttoaineen kulutukseen. Autoissa polttoaineen kemiallinen energia muutetaan moottorissa mekaaniseksi energiaksi, joka muutetaan voimansiirron ja loppujen lopuksi renkaiden avulla liike-energiaksi. Suurimmat energiahäviöt tapahtuvat moottorissa. Ajoneuvoissa käytettävien Dieselmoottorien hyötysuhde on parhaimmillaan 35- 40 prosenttia. Bensiinimoottorien hyötysuhde vielä dieselmoottoriakin heikompi jääden noin 25 prosenttiin. Voimansiirrossakin tapahtuu tehohäviöitä. Häviö on autosta riippuen noin kymmenen prosentin luokkaa, ja suurin osa tehohäviöstä kuluu erilaisten hitaus- ja kitkavoimien voittamiseen.

Voiman tuotossa ja sen välityksessä tapahtuu tehohäviöitä, mutta iso osa häviöistä kuluu ajovastusten voittamiseen. Ajovastusvoimat koostuvat ilmanvastuksesta, nousuvastuksesta, kiihdytysvastuksesta sekä vierintävastuksesta. Nousuvastus ja kiihdytysvastus johtuvat ympäristöstä sekä kiihdytyksestä, mutta ilmanvastus ja vierintävastus vaikuttavat ajoneuvoon aina liikkeellä oltaessa. Ilmanvastukseen voittamiseen tarvittava voima riippuu auton nopeudesta. Ajonopeuden kaksinkertaistuessa ilmanvastus nelinkertaistuu. Korin muoto suunnitellaan mahdollisimman aerodynaamiseksi huomioiden auton käyttötarkoitus, joten autoilijan on hyvin vaikea vaikuttaa ilmanvastuksen suuruuteen.[3, s.22, s.28.]

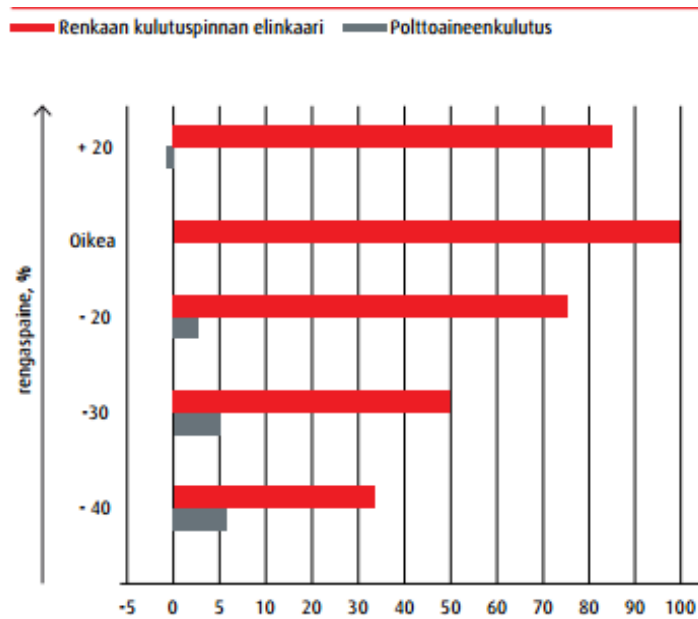
Vierintävastuksella on suuruusluokaltaan huomattava vaikutus polttoaineen kulutukseen. Jo yhden prosentin muutos polttoaineen kulutuksessa vastaa suomen henkilöautoliikenteessä vuosittain noin viiden miljoonan euron muutosta (Alv 0). Vierintävastuksen 10 prosentin muutos vaikuttaa polttoaineen kulutukseen noin 1-4 %, keskimäärin henkilöautoilla kaksi prosenttia. Renkaiden valmistajilla on suuret mahdollisuudet vaikuttaa renkaiden ominaisuuksiin, ja eräs painopiste tällä hetkellä on juuri vierintävastuksen alentaminen ottaen huomioon muitakin tekijöitä, kuten kestoikä, pitomukavuus- ja ajo-ominaisuudet. Renkaan ovat kuitenkin aina kompromissi eri ominaisuuksien välillä. Yleensä on mahdotonta vaikuttaa yksittäiseen ominaisuuteen ilman, että vaikutetaan muihinkin. [7, s. 52; 3, s. 33.]



**KUVA 2. Ajoneuvon polttoaineen kulutukseen vaikuttavia tekijöitä [7, s.52]**

Vierintävastus koostuu renkaan ja tienpinnan yhteisvaikutuksesta. Vierintävastukseen vaikuttavia ajoneuvo ja rengasteknisiä ominaisuuksia ovat auton sekä renkaan massa, renkaan tyyppi ja koostumus, kunto, paineistus, ohjauskulmat, vedosta aiheutuva vääntö sekä ilman ja renkaan lämpötila. Vierintävastusvoima kasvaa suoraan verrannollisena auton massaan, ja se pysyy Suomen ajonopeuksilla lähes muuttumattomina. Vasta suurilla ajonopeuksilla vierintävastusvoima suurenee. Suurin hyöty pienestä vierintävastuksesta saadaan pienillä ajonopeuksilla, koska ilmanvastus on pieni ja vierintävastuksen osuus kokonaisvastuksista suuri. [7, s.28, 32- 33.]

Oikea rengaspaine vaikuttaa olennaisesti vierintävastukseen ja siten myös polttoaineen kulutukseen. Haitallisinta on ajaa liian alhaisilla rengaspaineilla. Liian alhainen paine lyhentää huomattavasti renkaan kulutuspinnan ikää. Kulumisen ja polttoaineen kulutuksen lisääntyminen johtuu siitä, että vajaapaineinen rengas joustaa enemmän ja auto tekee liikkeessään renkaalle muodonmuutostyötä. Rengas pyrkii painumaan kasaan ja puristuskohta liikkuu renkaan kehällä pyörän pyöriessä. Tällöin rengas vaatii enemmän energiaa pyöriäkseen. Paineen lisääminen yli valmistajan suositusten parantaa renkaan rullaavuutta ja pienentää vierintävastusta, mutta rengas saattaa kulua nopeammin keskeltä. Liian alhainen paine taas kuluttaa renkaan kulutuspinnan ulkoreunoja ja renkaan kyljet joutuvat suuremman rasituksen alle, jolloin riski renkaan rikkoutumiseen kasvaa. [2, s.124-125]



**KUVA 3. Rengaspaineiden vaikutus polttoaineen kulutukseen ja renkaan kulutuspinnan elinkaareen [5, s.11]**

## 5 RENGASPAINEN VAIKUTUS TURVALLISUUTEEN

Renkaat ovat merkittävin ajo-ominaisuuksiin vaikuttava riskitekijä henkilö- ja pakettiautojen aiheuttamissa kuolonkolareissa. Jokin renkasiin liittyvä riski on mukana keskimäärin joka seitsemännessä kuolonkolarissa. Renkaiden merkitys korostuu haastavissa keliolosuhteissa. Kolme neljästä renkasiin liittyvästä onnettomuudesta tapahtuu lumisella, jäisellä tai märällä kelillä. Onnettomuustutkinnassa havaitut renkasiin kohdistuvat puutteet liittyvät 90-prosenttisesti huonokuntoisiin, sopimattomaan rengastukseen tai väärin rengaspaineisiin. Riskitekijänä liian alhaisten tai keskenään erilaisien rengaspaineiden osuus onnettomuuksissa 2003- 2012 välisenä tutkimusaikana oli hieman alle 14 prosenttia. Onnettomuustilastoissa vääristä rengaspaineista on kyse silloin kun, yhdessä tai useammassa renkaan painevajaus on yli 20 prosenttia. Rengaspaineen alenemisen vaikutusta ajo-ominaisuuksiin on vaikea havaita, koska se tapahtuu normaalisti vähitellen ja hitaasti. [8, s.4.]

Ajonvakausjärjestelmät ovat nykyisin todella kehittyneitä, ja normaalissa ajossa ei paineen laskua välttämättä huomaa. Vajaapaineistetuilla renkailla ajettaessa auton hallinta vaikeutuu, ohjauksen puoltaminen lisääntyy ja rengas saattaa rikkoutua. Eron saattaa huomata vasta ääriolosuhteissa, kun renkaalta vaaditaan todellista suoritusky-

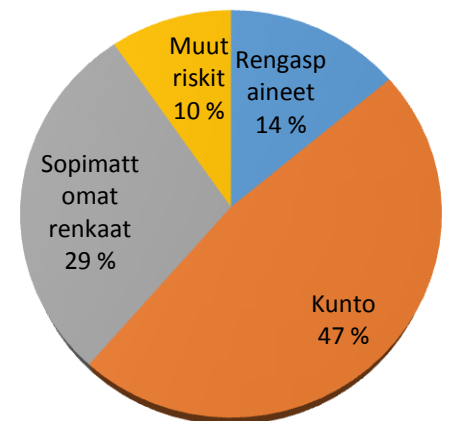
kyä. Pito saatetaan menettää huomattavasti helpommin kuin ajettaessa oikeilla rengaspaineilla. Rengaspaineiden valvontajärjestelmän tehtävä on auttaa myös ajonvakuutusjärjestelmää toimimaan suunnitellulla tavalla. Vuonna 2006 tehdyn selvityksen mukaan joka viides suomalainen ajaa vähintään 0,5 baria liian alhaisilla rengaspaineilla. [8, s.10.]

Autonrengasliiton syksyllä 2012 tekemässä kesärenkastutkimuksessa kysyttiin renkaiden ilmanpaineiden viimeisintä tarkistusajankohtaa. Joka kolmas (34,8 %) autoilija kertoi tarkastaneensa paineet viimeisen kuukauden aikana. Vastaavasti joka neljännen auton rengaspaineet oli tarkastettu kesärenkaiden alle laiton yhteydessä tai ei ollenkaan. [9, s.6.]

**TAULUKKO 1. Kuolemaan johtaneet onnettomuudet 2003- 2012, joihin liittyi jokin rengasriski [10, s. 45]**

| Riskitekijä   | N    | %     |
|---|------|-------|
| <b>Rengaspaineet</b>  |      | 13,94 |
| Liian alhaiset rengaspaineet                                | 37   |       |
| Erilaiset rengaspaineet                                     | 13   |       |
| Tyhjä rengas  | 2    |       |
| <b>Kunto</b>  |      | 47,45 |
| kuluneita renkaita  | 109  |       |
| Heikkokuntoiset nastarenkaat                                | 68   |       |
| <b>Sopimattomat renkaat</b>                                 |      | 28,95 |
| Ominaisuuksiltaan erilaiset renkaat                         | 30   |       |
| ajoneuvoon sopimattomat renkaat                             | 1    |       |
| Keliin sopimattomat renkaat                                 | 77   |       |
| <b>Muut riskit</b>  | 36   | 9,65  |
| Yht.  | 373  |       |
| Onnettomuudet jotka sisälsivät vähintään yhden rengasriskin | 284  | 14,60 |
| Tutkitut onnettomuudet yht.                                 | 1945 | 100   |

**rengasriskit 2003-2012**



## 5.1 Run-flat -renkaat

Run-flat -renkaat ovat niin sanotut tyhjänä ajettavat renkaat. Run-flat -renkaita valmistavat monet suurimmat rengasvalmistajat Niillä pystytään ajamaan turvallisesti, vaikka rengas olisikin päässyt puhkeamaan. Puhjennut Run-flat -rengas on kuitenkin korjattava tai vaihdettava mahdollisimman nopeasti. Run-flat -renkaat voidaan jakaa kahteen ryhmään: Support Ring –renkaiisiin, joiden sisään asennetaan jonkinmoinen erillinen tukirengas. Jos paine alenee, rengas jää lepäämään tukirengasta vasten. Toinen tyyppi on ns. Self Supporting Sidewall -renkaat, joissa on itsekantava rakenne. Kumpikin rengastyypin vaatii autoon automaattisen rengaspaineenvalvontajärjestelmän (TPMS), koska muuten paineen alenemista on vaikea huomata. Paineettomalla renkaalla voi ajaa siirtoajoa valmistajasta riippuen jopa 150km 80km/h nopeudella. Run-flat -rakenteella varustetut renkaat voidaan korjata kulutuspuolelta (esim. nauhan pistot tms.) asiaankuuluvalla paikkausmenetelmällä. Korjauksen saa tehdä vain, jos korjattavasta renkaasta ollaan täysin varmoja, että renkaalla ei ole ajettu selkeästi vajaapaineisena tai tyhjänä. Rengas tulee tutkia erittäin tarkasti sisä- ja ulkopuolelta, jotta renkaasta havaitaan mahdollinen vajaapaineisena ajo, kuten renkaan kylkien vauriot.

Support ring -rengas on tavallinen standardirengas, jonka sisälle on asennettu ns. tukirengas. Tukirengas kantaa renkaan tyhjetessä kuorman ja pitää renkaan jalkaosan paikoillaan. Kyseinen rakenne saattaa vaatia erikoisvanteen jotta tukirengas saadaan asennettua paikoilleen. Support ring -rakenteen etuna on, että menetelmää voidaan käyttää tavallisen renkaan kanssa, joten suorituskyky ja mukavuusominaisuudet ovat ns. normaalit oikeilla rengaspaineilla ajettaessa. [20, s.27.]

Self Supporting Sidewall –renkaiden kyljissä on vahvennettu rakenne, joka ei painu kasaan, vaikka renkaalla jouduttaisiin ajamaan paineettomana. Yleensä run-flat -renkaat voidaan asentaa normaaleille alumiinivanteille, mutta jotkut autonvalmistajat vaativat erikoisvanteen jossa on tavallista korkeampi hump-osa (turvaolake). Autoissa, joissa on ensiasennusrenkaina Self Supporting -renkaat, on jäykemmille renkaille suunniteltu alustarakente. Tällaisiin autoihin ei pidä asentaa tavallisia renkaita, ennen kuin autonvalmistajalta on varmistettu muutoksen vaikutukset auton ajo-ominaisuuksiin. [20, s.27.]

Yleensä Run-flat -renkaat kyetään asentamaan vanteelle jaottamaan pois normaaleilla välineillä, mutta tietyt rakenteet vaativat lisävarusteita asennuslaitteisiin. Asennuksessa on myös huomioitava TPMS-järjestelmä, jonka painanturi voi sijaita venttiilin yhteydessä tai vanteen keskiuomassa. Anturi voi vaurioitua herkästi, joten asennustyössä on oltava erityisen varovainen.[20, s.27.]

## **6 LAKI RENGASPAINOIDEN VALVONTAJÄRJESTELMISTÄ**

1. marraskuuta 2012 lähtien kaikki EU:ssa myytävät uudet tyyppi hyväksytyt ja 1. marraskuuta 2014 lähtien kaikki EU:ssa ensirekisteröitävät alle 3500 kg M1 ja N1 luokan ajoneuvot, joissa jokainen akseli on varustettu yksittäisillä renkailla, tulee jokainen rengas olla varustettuna rengaspaineen valvonnalla [13, s.12].

Laki koskee vain uusia autoja, joten jos autossa ei ostettaessa ole valvontajärjestelmää, ei sitä tarvitse erikseen asentaa. Jos uusista 1. marraskuuta 2014 ja sen jälkeen rekisteröitävistä autoista puuttuu rengaspaineiden valvontajärjestelmä, on auton valmistajalla tai merkin edustajalla mahdollisuus hakea poikkeuslupaa sarjan viimeisille ajoneuvoille. Poikkeusluvalla on mahdollista rekisteröidä pieni sarja ajoneuvoja vuoden aikana eli 31.10.2015 mennessä.

Valvontajärjestelmän on tunnistettava rengaspaineen alenema jokaisessa pyörässä ja varoitettava kuljettajaa 40km/h alkaen aina ajoneuvon huippunopeuteen asti [13, s.12].

Euroopassa järjestelmän on tunnistettava viimeistään 10 minuutin ajoajan jälkeen lämpimän renkaan paineessa 20 prosentin paineen lasku tai paineen aleneminen 1,5 barin minimiarvoon, kumpi kyseisessä ajoneuvossa on suurempi [13, s.12].

Renkaiden yhtäaikaista ja vähitellen tapahuvasta yli 20 prosentin paineenlaskusta on varoitettava varotusvalolla viimeistään 60 minuutin kuluttua ajoajan alkamisesta [13, s.12].

Varoitusvalon tulee syttyä korkeintaan 10 minuutin kuluttua siitä, kun rengaspaineiden valvontajärjestelmässä havaitaan toimintavirhe, jolla on vaikutusta ohjaus- tai vastesignaalin tuottamiseen tai välittämiseen järjestelmässä.

Varoitusmerkki tulee antaa asetuksen 121 mukaisella varoitusvalolla. Varoitusvalon tulee aktivoitua, kun sytytysvirta kytketään päälle. Varoitusvalon tulee näkyä myös päivänvalossa, ja sen on oltava helposti havaittavissa kuljettajan istuimelta. [13, s.13.]



**KUVA 4. UNECE-säännön numero 121 mukainen varoitusvalo [15, s.15]**

Toimintavirhe voidaan ilmaista samalla varoitusvalolla kuin varoitus liian alhaisesta rengaspaineesta. Jos samaa varoitusvaloa käytetään molempien sekä alhaisen rengaspaineen että TPMS-toimintavirheen ilmaisemiseen, sovelletaan seuraavaa: kun sytytysvirta on kytketty päälle, varoitusvalon vilkkuminen ilmaisee toimintahäiriön. Lyhyen ajan kuluttua vilkkumisen on loputtava ja varoitusvalon on jäätävä palamaan jatkuvasti niin kauan, kuin vika on olemassa, ja virta on kytkettynä päälle, kunnes vika on korjattu. Vilkkumisen ja valon palamisen on toistuttava aina, kun virta on kytketty päälle, kunnes vika on korjattu. [13, s.13.]

Merkkivalon vilkkumistoimintoa voidaan käyttää myös omistajan käsikirjassa tai muualla autossa näkyvällä paikalla neuvottavan järjestelmän ohjelmoinnin ja kalibroinnin ilmaisemiseen.

Jos ajoneuvossa on rengaspaineen valvontajärjestelmä, ajoneuvon omistajan käsikirjassa on oltava ainakin seuraavat tiedot: Maininta, että ajoneuvo on varustettu tällaisella järjestelmällä sekä ohjeet järjestelmän nollaamiseksi, jos järjestelmässä on tällainen toiminto. Tietoja varoitusvalon toiminnasta ja merkityksestä sekä tiedot toimista, joihin on ryhdyttävä valon syttyttyä. Jos ajoneuvon mukana ei toimiteta omistajan käsikirjaa, tulee edellä mainitut asiat olla näkyvästi esillä ajoneuvossa. [13, s.13.]

Liikenteen turvallisuusvirasto ja ministeriö tiedotti 9.9.2014 uudesta linjauksesta, jonka mukaan rengaspaineiden valvontajärjestelmä on pakollinen vain uusien autojen ensiasennusrenkaille, eli rengassarjalle, jolla auto ensirekisteröidään. Renkaita uusittaessa tai toista rengassarjaa ostettaessa autoilija voi itse päättää, ottaako hän uusiin ren-

kaisiin valvontajärjestelmän. Säännöksen tiukassa soveltamisessa suomalaiset autoilijat olisivat joutuneet eriarvoiseen asemaan muiden EU-maiden autoilijoihin nähden, koska Suomessa on M1- ja N1-luokan autoille joulukuun alusta helmikuun loppuun asti kestävä talvirenkaiden käyttöpakko. [14.]

Uusi kansallinen erikoissäädös tarkoittaa käytännössä sitä, ettei rengaspaineiden valvontajärjestelmän toimivuutta tarkasteta tai järjestelmän virheilmoituksiin puututa määräaikaikatsastuksessa.

Kuitenkin EU-direktiivin mukaan rengaspaineenvalvontajärjestelmä ei saa olla pois kytkettävissä edes merkkikohtaisella testauslaitteella. Vaikka lain puitteissa järjestelmän ei Suomessa tarvitse toimia ensiasennusrenkaita lukuun ottamatta, kojetaulussa palava varoitusvalo ja joissakin automalleissa oleva varoitusäänimerkki tehosatamassa varoitusta, luultavasti lisää autoilijoiden halua pitää järjestelmä toimintakuntoisena.

## **7 RENGASPAINIEN VALVONTAJÄRJESTELMÄT**

Rengaspaineiden valvonta voidaan toteuttaa joko suoralla tai epäsuoralla mittausmenetelmällä. Lisäksi on niin sanottu hybridijärjestelmä, jossa hyödynnetään molempia tekniikoita.

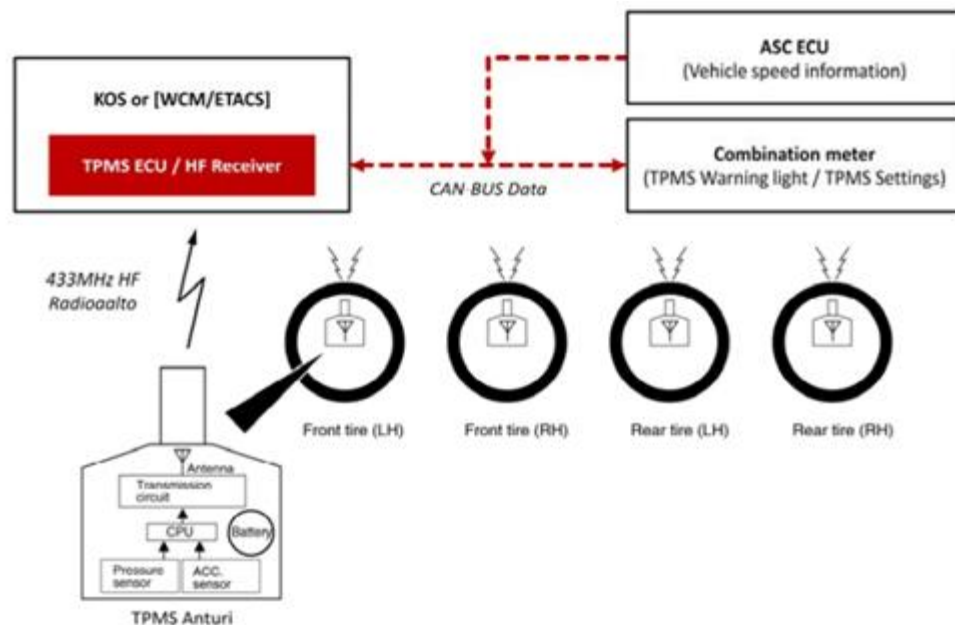
### **7.1 Suora rengaspaineenvalvontajärjestelmä**

Suorassa rengaspaineidenvalvontajärjestelmässä mittaus toteutetaan käyttämällä jokaisessa renkaassa omaa rengaspaineanturia. Myös vararenkaassa voi olla oma anturi. Vastaanotintyyppinä, johon radiosignaali lähetetään, on kolme eri mallia. Vastaanotin voi sijaita jokaisen pyörän lähellä, antureille voi olla yksi yhteinen vastaanotin keskellä autoa tai vastaanotin voi olla sijoitettu jonkin muun järjestelmän yhteyteen, kuten avaimettoman käynnistyksen yhteyteen, joka käyttää yleensä samoja 433MHz HF (high-Frequency) -radiotaajuuksia. Anturitiedot välitetään joko keskuselektronikan ohjainlaitteelle tai omalle TPMS-ohjainlaitteelle. Kun ohjainlaite vastaanottaa tietoa, se tarkastaa ensiksi, onko lähetävä TPMS-anturi rekisteröity. Jos anturi on rekisteröity, ohjainlaite vastaanottaa anturin lähettämän tiedon ja valvoo vastaanotettua tietoa raja-arvojen mukaan. TPMS-ohjainlaite saa ajoneuvon nopeustiedon Ajonva-



kautusjärjestelmän ohjainlaitteelta. Ajoneuvon nopeustietoa käytetään rengaspaineen valvontajärjestelmän toiminnan seurantaan ja ohjaukseen. [4, s.2- 3.]

Ajoneuvon nopeuden saavutettua tietyn rajan TPMS-ohjainlaite tietää odottaa tiedon- siirtoa paineen mittausantureilta. TPMS-ohjainlaitteelta tiedot välitetään kuljettajalle pelkällä mittaristoon sijoitetun varoitusvalon avulla (Low Line järjestelmä), jolloin kuljettajan pitää tarkistaa itse, mistä renkaasta on kysymys. High Line -järjestelmä on kuten Low Line -järjestelmä, mutta ajotietokone kertoo tarkennettuna tiedon renkaan sijainnista ja mahdollisesti paineista. Varoitusvalon lisäksi ilmoitusta voidaan tehostaa äänimerkin avulla. [11, s. 4.]



**KUVA 5. TPMS järjestelmäkaavio [4, s.2]**

Suoralla järjestelmällä pystytään havaitsemaan tarkasti pienet paineen muutokset, myös muutokset, jotka esiintyvät samanaikaisesti kaikissa renkaissa. Lisäksi paineen mittaus onnistuu myös auton ollessa paikallaan. Suorassa rengaspaineen valvontajärjestelmässä on myös renkaan lämpötilan mittaus toiminto sekä anturin pariston alhaisen varauksen ilmoitus. Lisätoimintona voi olla myös renkaan asennon tunnistus sekä kiihtyvyyden mittaus. Paineen mittausanturit toimivat paristoilla, ja niiden kesto on 4-10 vuotta valmistajasta riippuen. Toisissa antureissa paristo on vaihdettavissa, mutta useimmat anturit ovat sinetöityjä, eikä niiden paristoja voi vaihtaa. Paristoa säästääkseen anturit vaihtavat toimintatilaa tilanteen mukaan. [16.]

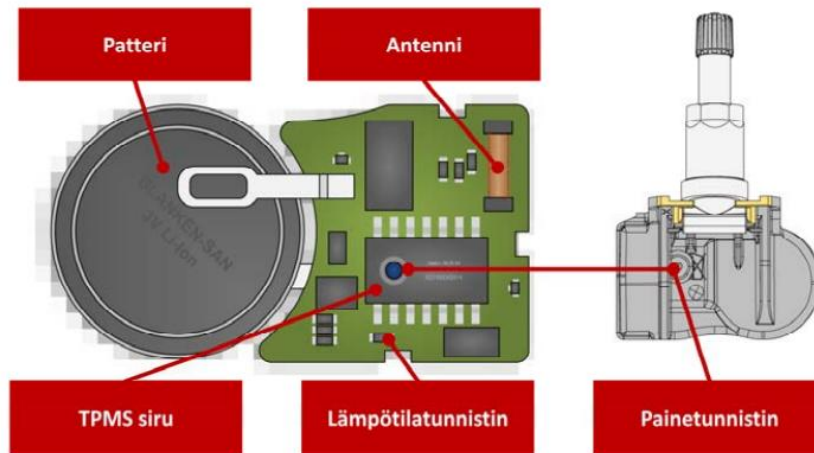
Anturit asetetaan tehtaalla laivaus-tilaan, jolloin ne eivät lähetä radiosignaalia. Esimerkiksi autot, jotka valmistetaan Japanissa, maahantuodaan tässä tilassa, sillä 433 MHz radiotaajuutta ei voi käyttää Japanissa. Vasta maahantuontihuollossa anturit ohjelmoidaan toimimaan, jolloin TPMS-anturi siirtyy Pysäköinti-tilaan. Pysäköinti-tilassa TPMS-anturi lähettää tietoa 13 tunnin välein. [4, s. 8.]

Ajossa anturin tila vaihtelee käynnistys-, ajo- ja odotustilan välillä riippuen ajonopeudesta. Käynnistystilaan anturi siirtyy kytkettäessä autoon sytytysvirta. Tällöin anturi lähettää tietoja viidentoista sekunnin välein. Kun nopeus kasvaa yli 15 km/h ja anturi on tehnyt 30 tiedonsiirtoa, siirtyy se ajotilaan ja lähettää tietoja 60 sekunnin välein. Ajotilasta odotustilaan anturi siirtyy nopeuden pudotessa alle 15 km/h, jolloin anturi ei lähetä tietoja. Takaisin pysäköinti-tilaan anturi siirtyy nopeuden pysyessä alle 15 km/h yli 15 minuuttia. Kaikissa tiloissa lukuun ottamatta laivaus-tilaa anturi tarkkailee painetta jatkuvasti. Jos rengaspaine alenee yli 0,1 bar, anturilta lähetetään välittömästi tieto ohjainlaitteelle. [4, s. 8.]

### **7.1.1 TPMS-anturin rakenne**

On olemassa kahdenlaisia suoran rengaspaineiden valvontajärjestelmän antureita: joko venttiilin yhteyteen tuleva anturi tai sitten Continentalin kehittämä anturi, joka liimataan suoraan renkaan sisäpintaan. TPMS-anturi sisältää pariston, joka on yleensä juotettu piirilevyyn. Joskus paristo saattaa olla vaihdettavissa, mutta anturin sijaitessa renkaan sisällä, tavallisen autoilijan on mahdoton suorittaa vaihtotyötä itse.

Anturin eri osat on juotettu yhteen TPMS-siruun. Siru sisältää prosessorin, kiihtyvyyssanturin, antennin sekä painetunnistimen. Painetunnistimessa on aukko rengaspaineen mittausta varten ja tunnistimen alla on kammio vertailupainetta varten. Paine-eromitataan rengaspaineen ja vertailupaineen väliltä. [4, s.7.]



**KUVA 6. Venttiilianturin rakenne [4, s. 7]**

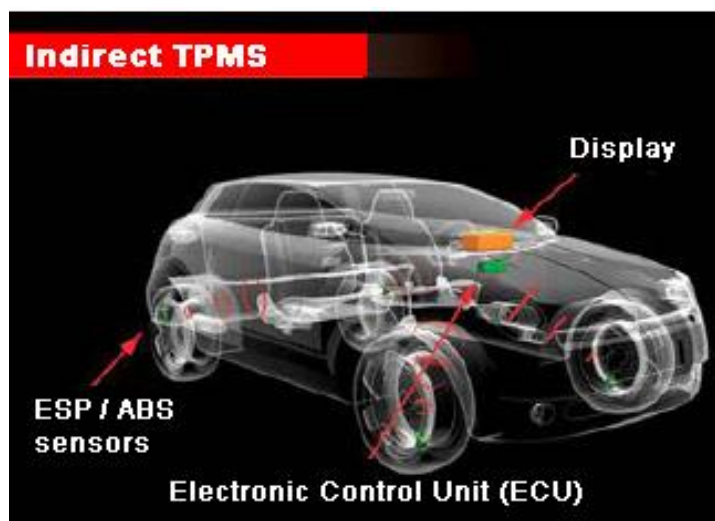


**KUVA 7. Renkaan sisäpintaan kiinnitettävä Continentalin kehittämä anturi [17]**

Anturit asennetaan renkaan sisälle joko alumiini- tai kumi-venttiilin päälle. Kummallekin venttiilityypille on oma anturityyppi, jolla yhteensopivuus on varmistettu. Kumi-venttiili on yleensä helpompi asentaa, ja se vedetään paikalleen vanteelle venttiilin reiästä erikoistyökälulla. Kumi-venttiiliä ei kuitenkaan voi käyttää ajoneuvon maksiminopeuden ollessa yli 210 km/h. Suurien keskipakovoimien vuoksi venttiili saattaa taipua, jolloin ilma voi päästä purkautumaan vanteen ja venttiilin välistä aiheuttaen renkaan paineen alenemisen. Huippunopeuden ollessa suurempi kuin 210 km/h on käytettävä alumiiniventtiileillä varustettuja paineenmittausantureita. Asennettaessa alumiiniventtiilillä varustettua anturia anturi vedetään renkaan läpi, tarkastetaan tiivisteiden istuvuus ja kiristetään kiinnitysmutteri käsitiukkuuteen varmistaen, että anturi pysyy oikeassa asennossa. Lopuksi venttiili kiristetään momenttiavaimella oikeaan tiukkuuteen. [4, s.11; s.13.]

## 7.2 Epäsuora rengaspaineen valvontajärjestelmä

Epäsuora rengaspaineen valvontajärjestelmä ei vaadi erillisiä antureita tai ohjainlaitteita. Ohjelmisto on sisällytetty lukkiutumattomien jarrujen ja ajonvakautus järjestelmän ohjainlaitteen yhteyteen ja pyörintänopeuden tunnistamiseen käytetään kyseisten järjestelmien antureita (Kuva 8.). Järjestelmä tarkkailee renkaan pyörintänopeutta ja tunnistaa paineen alenemisen pyörintänopeuden muutoksen avulla. Järjestelmän tulee erottaa pienen pieni muutos renkaan ympärysmittassa, kaikkien erilaisten ajotilanteiden, kuten kaarreajon, renkaan luiston ym. joukosta. Koska pyörimisnopeuseroja seuraamalla ei ole mahdollista huomata kaikkien neljän renkaan yhtäaikaista paineen laskua, epäsuorissa rengaspaineen valvontajärjestelmissä seurataan myös renkaan ominaisvärähtelyn taajuutta. Värähtelyn taajuutta käsitellään kehittyneillä signaalien suodatus menetelmillä. Värähtelyä vertailuarvot saada antureiden kalibroinnin aikana, ja näitä arvoja vertaillaan jatkuvasti ajon aikaiseen värähtelyyn. [18, s.95.]

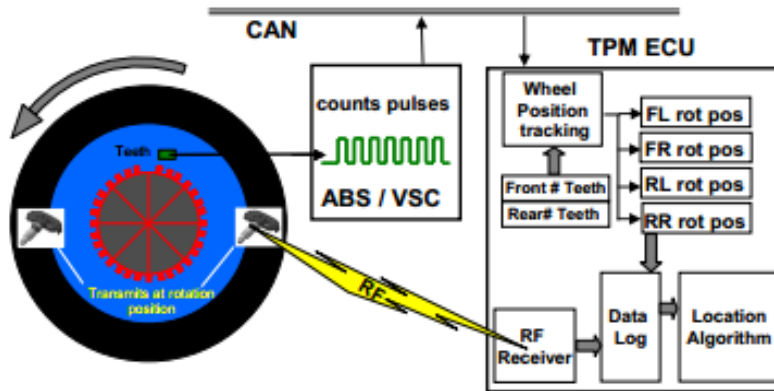


**KUVA 8. Epäsuoran rengaspaineiden valvontajärjestelmän järjestelmäkaavio**  
[16]

## 7.3 Hybridi rengaspaineenvalvontajärjestelmä

On myös kehitetty niin sanottu hybridi rengaspaineen valvontajärjestelmä, jossa käytetään tavallisia renkasiin asennettavia paineen valvonta-antureita. Järjestelmä on yhdistelmä epäsuoran ja suoran järjestelmän välillä. Anturit mittaavat renkaiden paineen, renkaan sisälämpötilan, asennon sekä kiihtyvyyden ja mitattuja arvoja verrataan lukkiutumattomien jarrujen ja ajonvakaussjärjestelmän avulla mitattuihin arvoihin.

Hybridijärjestelmän etuna on, että järjestelmä tunnistaa automaattisesti anturit ja paikallistaa ne. Järjestelmä seuraa lukkiutumattomien jarrujen ja ajonvakautusjärjestelmän pyörintänopeus ja renkaan kääntymistietoja ja vertaa antureilta saatuihin tietoihin, jonka perusteella anturi paikallistetaan. [12.]



**KUVA 9. Hybridi TPMS-järjestelmän järjestelmäkaavio [12]**

#### 7.4 Varoitusvalon toiminta

Kun järjestelmä on kunnossa ja rengaspaineet asetettu oikein, järjestelmän varoitusvalo palaa hetken ja sammuu.

Kun virta kytketään päälle ja järjestelmä havaitsee liian alhaisen rengaspaineen, järjestelmän varoitusvalo jää palamaan ja sammuu vasta, kun rengaspaineet on korjattu oikeiksi. Lisäksi näytössä saattaa järjestelmän varustetasosta riippuen lisätteksti ja ilmoitus renkaasta, jonka paine on laskenut liian alhaiseksi.



**KUVA 10. Alhaisen rengaspaineen varoitus**

Kun sytytysvirrat kytketään päälle ja järjestelmässä on häiriö, varoitusvalo vilkkuu vähän aikaa ja jää palamaan. Näytössä voi olla lisäksi teksti, joka kertoo järjestelmän häiriöstä.



**KUVA 11. Järjestelmävirheen varoitus [4, s. 4]**

Opetus/kalibrointitoiminnon aikana järjestelmän varoitusvalo vilkkuu, kunnes toiminto on suoritettu loppuun. Tämän jälkeen varoitusvalo sammuu. [4, s. 4.]

## **8 RENGASPAININVALVONNAN VAIKUTUS KORJAAMOIDEN TOIMINTAAN**

### **8.1 Asiakaspalvelu**

Rengaspaineenvalvontajärjestelmät tuovat muutoksia korjaamoiden töihin huolto- ja rengashuollon osalta. On tärkeää kouluttaa työntekijöitä TPMS-järjestelmien toimintaan ja huoltoon liittyvissä asioissa, jotta asiakkaita voidaan palvella ja neuvoa ammattitaitoisesti ja jotta huolto ja korjaustöiden yhteydessä ei tapahdu virheitä. Korjaamot joilla on valmiudet ja ammattitaito rengaspaineen valvontajärjestelmien huolto- ja korjaustöihin saavat huomattavan kilpailuedun verrattuna korjaamoihin, jotka eivät pysty TPMS-huolto- ja korjaustöitä suorittamaan.

Asiakas joutuu tekemisiin TPMS-järjestelmän ja yleensä myös korjaamon kanssa monissa tilanteissa. Järjestelmän ilmoittaessa varoitusvalolla ongelmasta anturien vaatiessa huoltoa, korjausta, vaihtoa tai renkaan rikkoutuessa on oltava korjaamoon yhteydessä. Useassa tapauksessa myös renkaan kausivaihdon yhteydessä, etenkin suoran järjestelmän yhteydessä, jolloin rengas-sarja on ohjelmoitava autoon.

Korjaamolla on valmistauduttava monella eri tavalla tuleviin tilanteisiin rengaspaineenvalvontajärjestelmien korjaus- ja huoltotöissä. On kerättävä eri autoja koskevat järjestelmätiedot, kuten onko autossa epäsuora vai suora TPMS-järjestelmä, jotta huolto tai korjausaikaa varatessa osataan valmistautua työhön tarpeellisin osin ja työkaluin sekä varata tarvittava aika. Korjaamon on tiedettävä järjestelmää koskevat mallikohtaiset erityispiirteet ja vaatimukset sekä osattava informoida asiasta asiakkaalle.

Korjaamolla on oltava kattava dokumentointi tehdyistä toimenpiteistä TPMS-järjestelmälle, jotta tulevaisuudessa ongelmatilanteissa voidaan tarkastaa aiemmat huollot ja korjaukset nopeasti ja helposti. Asiakkaalle täytyy informoida selkeästi ja osattava perustella, miksi rengashuolto kestää kauemmin ja huoltotyön hinta on korkeampi kuin autossa, jossa ei ole TPMS-järjestelmää. Koska ohjelmointi vaatii aikaa ja erikoistyökaluja, veloitetaan esimerkiksi renkaiden kausivaihdon normaali hinnan lisäksi korjaamosta riippuen n. 20- 40 euroa järjestelmän ohjelmoinnista.

## 8.2 Korjaamo

Korjaamoilla on varauduttava rengaspaineiden valvontajärjestelmien korjaus ja huoltotöihin oikeilla työkaluilla sekä riittävän kattavalla valikoimalla erilaisia antureita, vara-venttiileitä ja venttiilien huoltosarjoja. Lisäksi on oltava työkalut antureiden ohjelmointiin ja vianmääritykseen sekä erikoistyökalut venttiilien asennukseen ja momenttiavain alumiiniventtiilin oikeaan kiristykseen.

Koska jokainen autonvalmistaja voi käyttää vapaasti haluamaansa anturityyppiä autojen ensiasennusvanteissa, markkinoilla on yli 150 erilaista anturimallia. Anturit maksavat 50–250 euroa anturista sen ominaisuuksista ja autosta riippuen. Autovalmistajat suosittelevat käyttämään vain alkuperäisantureita, jotta järjestelmä toimii varmasti valmistajan määrittämällä tavalla. On olemassa myös niin sanottuja ohjelmoitavia yleisantureita, joita ei ole esiohjelmoitu. Ne voidaan ohjelmoida ongelmitta useimpiin eri autoihin. Kaikki yleisanturit eivät kuitenkaan ole yhteensopivia kaikkien autojen kanssa, joten varastossa on pidettävä monia eri anturimalleja. [16.]

Yleisantureiden lisäksi tarvitaan lisäksi ohjelmointityökalu, jolla anturit voidaan ohjelmoida ajoneuvokohtaisesti. Uutta anturia ohjelmoitaessa ohjelmointityökalulla valitaan valikosta ensin ajoneuvo ja ajoneuvon tekniset tiedot. Seuraavaksi määritetään renkaan sijainti, johon anturia ollaan ohjelmoimassa. Ohjelmointilaite tunnistaa alkuperäisanturin ja käyttää koottuja tietoja uuden anturin ohjelmoimiseen. Ohjelmointityökalulla voidaan luoda myös täysin uusi anturitunnus, mikäli vanhaa alkuperäisanturia ei ole käytössä. [16.]

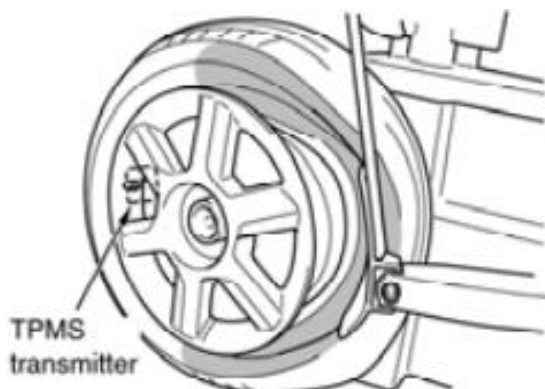
Vianmäärityksessä työkalu ottaa radiosignaalin avulla yhteyden antureihin, jolloin häiriö näkyy työkalun näytöllä. Yleensä merkkikohtaisissa testauslaitteissa yhteys

muodostetaan suoraan OBD-liitännän kautta. OBD-yhteyden kautta pystytään ohjelmoimaan ja suorittamaan TPMS-järjestelmän vianmäärittystä. [16.]

### 8.3 Korjaamon työprosessit

Suoralla rengaspaineen valvontajärjestelmällä varustetun auton anturit on huollettava jokaisen pyörän vaihdon yhteydessä. Venttiileihin ja antureihin muodostuu korroosiota, joten kuluvat osat on korvattava huoltosarjoilla. Huoltosarjat sisältävät venttiilien tyypistä riippuen yleensä venttiililineulan, venttiilihatun, mutterin ja tiivisteen.

Anturien lataustaso on myös tarkastettava jokaisen renkaan vaihdon yhteydessä ohjelmointityökalun avulla. Heikot tai tyhjät paristot vaihdetaan uusiin tai vaihtoehtoisesti anturit vaihdetaan kokonaan, jos paristo on sinetöity anturiin. Rengasta poistettaessa tai asennettaessa vanteelle on oltava todella varovainen, jottei anturi tai venttiili vahingoitu työssä. Tästä johtuen rengaskoneella ei saa painaa rengasta anturin läheltä (kuva 12). [4, s.11.]



**KUVA 12. Alue jolta rengaskoneella painaminen on sallittua (merkitty tummalta) [4, s. 11]**

Jos järjestelmän varoitusvalo ilmoittaa viasta tai häiriöstä, on selvittävät seuraavat asiat:

- On varoitusvalon perusteella pääteltävä, onko rengaspaine alhainen vai onko järjestelmässä häiriö tai virhe.
- Ovatko uuden rengas-sarjan paineet ohjelmoitu oikein järjestelmään.
- On selvittävä, ettei renkaassa ole käytetty paikkausvaahtoa, joka on päässyt tukkimaan painetunnistimen aukon.



- Tarkastetaan, esiintyykö venttiileissä korroosiota tai onko venttiilit tai tiivisteet vaurioituneet.
- Onko esimerkiksi kyydissä ollut toinen rengassarja voinut aiheuttaa häiriön.

Suoritetaan vianmääritys Ohjelmointityökalun avulla:

- Selvitetään, saako järjestelmä yhteyden antureihin
- Jos yksi tai kaksi anturia ei toimi, on mahdollisesti kyseessä anturivika.
- Jos mihinkään anturiin ei saada yhteyttä, saattaa kyseessä olla antenni-, johtosarja- tai ohjainlaitevika.
- Jos järjestelmä toimii väärin tai ei ollenkaan, on tarkistettava, että järjestelmälle tulee sähkö, toimiiko ohjainlaite oikein ja johtosarja ei ole viallinen [4, s. 13-14; 16.]

Epäsuoran järjestelmän vianmääritys voi olla vaikeampaa kuin suoran paineenvalvontajärjestelmän. Vaikka epäsuorassa järjestelmässä on vähemmän osia, niin komponentit ovat muiden järjestelmien yhteydessä. Epäsuora mittausjärjestelmä saattaa aiheuttaa ns. turhan hälytyksen, jos ajetaan pitkiä matkoja huonolla pinnalla. Lisäksi kovat pakkaset saattavat aiheuttaa sekä suoraan että epäsuoraan järjestelmään häiriöitä. [18, s.97.]

## **9 RENGASPAINEN VALVONTAJÄRJESTELMIEN OHJELMOINTI**

### **9.1 Epäsuora järjestelmä**

Epäsuoran rengaspaineenvalvontajärjestelmän ohjelmointi on melko helppoa eikä vaadi yleensä korjaamalla käyntiä. Ohjeet kalibrointiin löytyvät käyttöohjekirjasta. Epäsuora järjestelmä tekee vain vertailevia mittauksia, joten oikeat lähtöpaineet täytyy asettaa oikeiksi ja suorittaa kalibrointi vasta sitten. Kalibrointi käynnistetään erillisestä napista tai ajotietokoneen kautta valikosta. Varsinainen kalibrointi suoritetaan automaattisesti ajon aikana. Kalibrointi kestää kymmenestä kahteenkymmeneen minuuttiin autosta riippuen. [18, s.96.]

## 9.2 Suora järjestelmä

Rengaspaineita muutettaessa kalibrointi onnistuu ilman ammattilaisen apua ja ilman diagnostiikka työkaluja. Uusia antureita asennettaessa tai renkaiden paikkaa vaihdettaessa järjestelmä vaatii ohjelmoinnin. Lisäksi TPMS-antureilla varustettuja pyöriä kuljetettaessa järjestelmä saattaa mennä häiriötilaan ja vaatia anturien uudelleen aktivoimisen. Jotkut järjestelmät osaavat aktivoida lyhyen ajon jälkeen uudet anturit automaattisesti, jotka on mallikohtaisesti tilattu kyseiseen autoon. Useimmiten järjestelmään pitää tallentaa jokaisen renkaan vaihdon yhteydessä tunnistetieto neljästä kulloinkin käytössä olevasta renkaasta. Osassa järjestelmiä on kuitenkin mahdollisuus tallentaa kahden rengassarjan tiedot ohjainlaitteelle. Tällöin renkaiden vaihdettaessa valitaan ajotietokoneelta, kumpi rengassarja on kyseessä. Järjestelmä on diagnostiikkatyökalulla ohjelmoinnin jälkeen heti toimintavalmis, eikä vaadi sopeuttamisajoa. [18, s.96.]

Autoilijan on myös mahdollista ostaa oma TPMS-ohjelmointityökalu, jolloin korjauksen apua ei tarvita. Edullisimmillaan yksinkertainen ohjelmointityökalu maksaa sata euroa, mutta kalleimmat monipuolisilla toiminnoilla varustetut työkalut yli 1000 euroa.



**KUVA 13. TPMS-ohjelmointi/vianmäärittäjätyökalu [4, s. 14]**

## **10 RENGASPAINIVALVONNAN VAIKUTUS AUTOILIJOIHIN**

Omistajan tulee olla vähintään tietoinen siitä, millainen järjestelmä omassa autossa on. Helpoiten järjestelmän perusominaisuuksien selvittäminen onnistuu käyttöohjekirjasta. Käyttöohjekirjasta selviää myös TPMS-järjestelmän nollaus ja kalibrointi, mikäli se on ilman korjaamon laitteita suoritettavissa. Lisätietoja antavat rengasliikkeet sekä merkkikorjaamot. On syytä selvittää, mitä toimenpiteitä eri varoitusvalon toiminnot aiheuttaa.

Autoilijan on syytä olla tietoinen, että varsinkin suorasta rengaspaineen valvontajärjestelmästä aiheutuu rengastöiden yhteydessä lisäkustannuksia. Joskus järjestelmä saattaa vaatia muulloinkin huolto- tai korjaustoimia.

Autoilijan on hyvä muistaa, että vaikka rengaspaineiden valvontajärjestelmästä aiheutuu kustannuksia, niin se voi tuoda myös säästöjä. Esimerkiksi jos puhjenneen renkaan saa paikattua järjestelmän ilmoituksen ansiosta, ennen kuin rengas menee korjauskelvottomaksi tai aiheuttaa onnettomuuden. Alentunut polttoaineen kulutus sekä renkaiden pidentynyt kestoikä tuovat myös vuosien mittaan huomattavat säästöt.

## **11 TULEVAISUUS**

Tällä hetkellä suora rengaspaineenmittausjärjestelmä on epäsuoraa järjestelmää yleisempi. Tulevaisuudessa tilanne saattaa muuttua, kun lukkiutumattomien jarrujen järjestelmää hyödyntävä tekniikka yleistyy ja kehittyy. Myös komponenttien hinnat laskevat nykyistä alhaisemmalle tasolle. ”Innovatiivisiin lähestymistapoihin kuuluu tutkimus, jossa paristot korvataan kokonaan mikroenergian keruulaitteilla, jotka käytännössä käyttävät renkaan liikettä anturien tehon lähteenä. Tällöin paristoa ei tarvitse vaihtaa, joten anturin käyttöikä pidentyy nykyisestä huomattavasti.”[19.]

Kansallista lainsäädäntöä tullaan päivittämään rengaspaineen valvontajärjestelmien osalta 2015 vuoden alkupuolella, sillä nykyisessä kansallisessa auton rakennemuutosta koskevissa vaatimuksissa ei erikseen säädetä rengaspaineen valvontajärjestelmistä

[14]. Lähitulevaisuudessa selviää lopullinen lainsäädäntö TPMS-järjestelmien osalta Suomessa.

Aika näyttää, tuleeko TPMS-järjestelmät pakollisiksi myös raskaaseen kalustoon. Raskaassa kalustossa säästöt rengaspaineiden valvonnan avulla voisivat nousta todella huomattaviksi. Renkaiden käyttöiän piteneminen ja polttoaineen kulutuksen vähentyminen suurilla kilometrimäärillä tuovat selkeää säästöä. Jos pystytään ennakoimaan renkaan tyhjeneminen, tuo sekin suuria säästöjä, sillä auto ei jää tien päälle odottamaan korjaajaa. Tällöin tehokkaita työtunteja ei mene hukkaan.

## **12 YHTEENVETO**

Rengaspaineet ja renkaiden kunto vaikuttaa monella tapaa ajoneuvon käyttäytymiseen. Liian alhainen rengaspaine aiheuttaa ajoneuvon hallinnan vaikeutumista, jarrutusmatkan pidentymistä ja lisää riskiä onnettomuuden syntyyn. Oikeat rengaspaineet tuovat autoilijoille huomattavia taloudellisia säästöjä polttoaineen kulutuksen vähentämisen ja renkaiden pidemmän käyttöiän myötä. Mahdollisesti puhjenneen renkaan säilyminen korjaukelpoisena tuo myös autoilijalle suuria säästöjä rengaskustannuksissa.

Mielestäni turvallisuutta lisäävät järjestelmät ovat todella hyvä asia. Aiempina vuosina pakollisiksi tulleet ABS-jarrut ja turvavyö sekä ajonvakautusjärjestelmä saavat nyt lisäksi rengaspaineen valvonnan. Jos yksikin onnettomuus tai ihmishenki saadaan TPMS-järjestelmän avulla pelastettua, on järjestelmä tarpeellinen ja pakollisuus hyvä asia. Toivottavasti autoilijat pitävät järjestelmät toimintakuntoisina, vaikka Suomessa laki vaatii TPMS-järjestelmän vain ensiasennusrenkaisiin.

## LÄHTEET

1. Renkaan kymmenen hoitovinkkiä. Verkkodokumentti. Michelin.  
<http://www.michelin.fi/henkilöauton-renkaat/rengaskoulu/renkaan-kaytto-ja-huolto/renkaan-kymmenen-hoito-vinkkia>. Päivitetty 28.2.2015. Luettu 28.2.2015.
2. Jouko Rantala & Jarkko Sirola. Autotekniikka 3 Alusta ja hallintalaitteet. Keuruu. Otava. 2011.
3. Ikonen Markku. Aja taloudellisesti. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 80. Verkkodokumentti. <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163936.pdf>. Julkaistu 2013. Luettu 28.2.2015.
4. Mitsubishi Motors TPMS systems. Itseopiskeluohjelma. Mitsubishi Julkaistu 8.7.2014. Luettu 8.3.2014
5. AGA. N-TYRE –rengastyyppi. Verkkodokumentti  
[http://www.aga.fi/internet.lg.lg.fin/fi/images/AGA%20NTYRE%20Brochure%20FI634\\_120507.pdf](http://www.aga.fi/internet.lg.lg.fin/fi/images/AGA%20NTYRE%20Brochure%20FI634_120507.pdf). Päivitetty 25.2.2015. Luettu 28.2.2015
6. AGA. Tyypeä renkasiin. Verkkodokumentti.  
<http://www.gadsat.fi/images/Tyyppi.pdf>. Päivitetty 14.2.2015. Luettu 28.2.2015
7. Lampinen Anssi. Tien pituussuuntaisen epätasaisuuden vaikutus ajoneuvojen vierintävastukseen ja polttoaineenkulutukseen. Verkkodokumentti.  
[http://alk.tiehallinto.fi/voh/Projektit\\_julkaisut/Tien\\_pituussuunt\\_epatas\\_vaikutus.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/voh/Projektit_julkaisut/Tien_pituussuunt_epatas_vaikutus.pdf). Helsinki. 2005
8. Henkilö- ja pakettiautojen rengasriskit 2000- luvulla. Verkkodokumentti. Autoren-  
gasliitto ry. [http://www.autorenngasliitto.fi/index.php?s=file\\_download&id=551](http://www.autorenngasliitto.fi/index.php?s=file_download&id=551). Jul-  
kaistu 3.9.2007 Luettu 8.3.2015
9. Lahti Jouko & Savolainen Mika. Kesärenngastutkimus 1997- 2012. Tutkimustiivis-  
telmä. Autonrengasliitto. 2.9.2013
10. Valt vuosiraportti 2012. Verkkodokumentti.  
<http://www.lvk.fi/templates/vinha/services/download.aspx?fid=314110&hash=cd8eb96eb7d155469c7867f4780a985f2e84209ecc9055b0af7770b7339f8467>. Julkaistu 2013.  
Luettu 8.3.2015
11. Kia TPMS infopaketti. Itseopiskeluohjelma. Kia. 2014.
12. Hybrid Tire Pressure Monitoring System. Verkkodokumentti. TRW.  
[http://www.trw.com/sites/default/files/TRW\\_ge\\_hybridtpms\\_en.pdf](http://www.trw.com/sites/default/files/TRW_ge_hybridtpms_en.pdf). Päivitetty  
12.2.2015. Luettu 8.3.2015
13. Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission (UNECE) sääntö nro 64.  
Verkkodokumentti. UNECE.  
<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/r064r1e.pdf>. Luettu  
8.3.2015

14. Rengaspainevahti pakolliseksi vain ensimmäiseen rengassarjaan. Tiedote. Liikenne ja viestintäministeriö. <http://www.lvm.fi/tiedote/-/view/4419525>. Julkaistu 9.9.2014. Luettu 8.3.2015
15. UNECE sääntö numero 121. Verkkodokumentti. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R121r1e.pdf>. Luettu 8.3.2015
16. Rengaspaineiden valvontajärjestelmät. Verkkodokumentti. <http://www.rengas-online.com/TPMS-rengaspaineiden-valvontajarjestelma.html#13397> . Päivitetty 8.3.2015 Luettu 8.3.2015.
17. Continental TPMS teknologia. Verkkodokumentti. [http://www.conti-online.com/www/automotive\\_de\\_en/themes/commercial\\_vehicles/chassis\\_safety/chassis\\_electronics/ProductInfo\\_CMArticleintelligent\\_tire\\_system\\_en\\_2.html](http://www.conti-online.com/www/automotive_de_en/themes/commercial_vehicles/chassis_safety/chassis_electronics/ProductInfo_CMArticleintelligent_tire_system_en_2.html) . Päivitetty 8.3.2015. Luettu 8.3.2015.
18. Tekniikan maailma. Aikakauslehti. Otavamedia. 16/2014
19. Rengaspaineiden valvontateknologiat. Verkkodokumentti. TPMS Finland. <http://tpms-finland.fi/info/node/20>. Päivitetty 14.3.2015. Luettu 14.3.2015.
20. Rengasnormit. The scandinavian tire & rim organization. 2013.