

Jukka Soinila

Rengaspainevalvonta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

23.5.2014

Tekijä Otsikko	Jukka Soinila Rengaspainevalvonta
Sivumäärä Aika	27 sivua 23.5.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Autosähkötekniikka
Ohjaajat	lehtori Vesa Linja-aho, Metropolia-amk Kouluttaja Jarmo Aalto, HMV - Systems Oy
<p>Insinööri työ käsittelee henkilöautojen rengaspainevalvontaa. Insinööri työ tilaajana on HMV - Systems.</p> <p>Insinööri työssä vertaillaan kolmea erilaista rengaspainevalvonta järjestelmää, suoraa, epäsuoraa ja hybridi- järjestelmää.</p> <p>Rengaspainevalvontaa tarkastellaan tekniikan, huollon, korjaamisen ja ympäristön näkökulmista. Lisäksi rengaspainevalvontaa tutkitaan liikenneturvallisuuden ja lain näkökulmista. Tarkastelun kohteena ovat myös virheitä aiheuttavat tekijät sekä järjestelmien mahdolliset puutteet. Tiedot on koottu autovalmistajien koulutusmateriaaleista ja NHTSA:n (National Highway Traffic Safety Administration) julkaisuista.</p> <p>Järjestelmien käyttö- ja huoltokustannuksista mainitaan työssä vain viitteellisesti, koska hintojen määrittäminen on vielä tässä vaiheessa vaikea luotettavasti arvioida.</p> <p>Työ toimii teoriapohjana HMV - Systems Oy:n ProDiags-eLearning-opetusohjelmassa rengaspainevalvonnasta.</p>	
Avainsanat	TPMS, rengaspainevalvonta

Author(s) Title	Jukka Soinila Tire Pressure Monitoring System
Number of Pages Date	27 pages 23 May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Electronics Engineering
Instructors	Vesa Linja-aho, Senior Lecturer Jarmo Aalto, Training Consultant
<p>This thesis deals with passenger car tire pressure monitor. The thesis was assigned by HMV-Systems.</p> <p>The thesis compares three different types of tire pressure monitoring systems: direct, indirect and hybrid systems.</p> <p>Tire Pressure Monitoring examined engineering, maintenance, repair, and environmental viewpoints.</p> <p>In addition, the tire pressure monitoring examined road safety and law perspectives. The analysis includes the factors causing errors, as well as systems for any deficiencies. Operating and servicing costs work is mentioned only as a reference; because reliable estimation of prices is difficult at this point. Information was gathered from car manufacturers' - training material and NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) publications.</p> <p>This thesis works as theoretical basis for HMV - Systems Ltd ProDiags, e-learning tutorial, tire pressure monitoring.</p>	
Keywords	TPMS, Tire Pressure Monitoring System

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rengaspaineet ja ajoturvallisuus	2
2.1	Rengaspaineet ja liikenneturvallisuusohjelma	3
3	Lämpötilan vaikutus rengaspaineeseen	4
4	Lainsäädäntö	5
5	Rengaspaineen vaikutus ympäristöön	6
6	Rengaspainevalvontajärjestelmien kuvaus	7
6.1	Suora rengaspainevalvonta	7
6.2	Epäsuora rengaspainevalvonta	9
6.3	Hybridirengaspainevalvonta	10
7	Komponentit	11
7.1	Varoitusvalot ja niiden merkitykset	11
7.2	Suoran rengaspainevalvontajärjestelmän komponentit	12
8	Epäsuoran rengaspainevalvonnan komponentit	15
9	TPMS huollon kannalta	16
9.1	Suora rengaspainevalvonta huollossa	16
9.2	Epäsuora rengaspainevalvonta huollossa	18
10	Järjestelmien vertailua	19
10.1	Käyttäjän näkökulma	19
10.2	Huollon näkökulma	19
10.3	Ympäristön näkökulma	19
11	Lopuksi	20
	Lähteet	21

Lyhenteet

TPMS	Tire pressure monitoring system, rengaspainevalvontajärjestelmä
NHTSA	National highway traffic safety administration, USA tieliikenteenturvallisuusvirasto
SSP	Self-Stydy Programme, Volkswagenin itseopiskeluohjelma
ABS	Anti Blockier System, lukkiutumaton jarrujärjestelmä
M1	Henkilöauto
N1	Pakettiauto kokonaismassa enintään 3500 kg
NIRA	NIRA Dynamics AB, ruotsalainen autotekniikan ohjelmistovalmistaja

1 Johdanto

Insinööriyön tilaajana on HMV - Systems Oy. Työn tarkoituksena on toimia teoriapohjana ProDiags-eLearning-opetusohjelmassa rengaspainevalvonnasta. ProDiags-eLearning on virtuaalinen oppimisympäristö, joka mahdollistaa opiskelun ja kouluttamisen internetin välityksellä.

Rengaspainevalvontajärjestelmällä tarkoitetaan ajoneuvoon asennettua järjestelmää, joka seuraa renkaiden painetta tai paineen muutosta ja lähettää vastaavat tiedot käyttäjälle ajoneuvon ollessa liikkeessä.

Insinööriyössä vertaillaan kolmea erilaista rengaspainevalvontajärjestelmää, suoraa, epäsuoraa ja hybridijärjestelmää. Vertailussa keskitytään tekniikan, huollon, korjaamisen ja ympäristön näkökulmiin. Lisäksi rengaspainevalvontaa tutkitaan liikenneturvallisuuden ja lain näkökulmasta. Tarkastelun kohteena ovat myös virheitä aiheuttavat tekijät sekä järjestelmien mahdolliset puutteet. Järjestelmien käyttö- ja huoltokustannuksista mainitaan työssä vain viitteellisesti, koska hintojen määräytymistä on vielä tässä vaiheessa vaikea luotettavasti arvioida.

Työn tilaaja HMV-Systems Oy on erikoistunut ajoneuvojen elektroniikkaan ja sähkötekniikkaan. HMV-Systems Oy kehittää, tuottaa ja markkinoi opetuksen tukijärjestelmiä sekä vianetsinnän apuvälineitä ja koulutuspalveluita. Asiakkaina ja yhteistyökumppaneina ovat oppilaitokset, autokorjaamot ja autokorjaamoketjut, automaahantuoajat, ajoneuvojen ja työkoneiden valmistajat sekä näille palveluja tuottavat organisaatiot.

Insinööriyö on tehty kokoamalla tietoa kirjallisista lähteistä ja hyödyntäen omaa yli 20 vuoden työkokemusta auton asentajana ja huoltoneuvojana. Kirjallisuustiedon ja käytännön kokemuksen yhdistämällä on luotu tämä kokonaisuus.

2 Rengaspaineet ja ajoturvallisuus

Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunnat tutkivat lakisääteisesti kaikki kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet Manner-Suomessa. Liikennevakuutuskeskuksen ylläpitämään onnettomuustietokannan mukaan henkilö- ja pakettiautot ovat aiheuttaneet 2000-luvulla yhteensä 2 647 kuolonkolaria, joista 393 tapausta liittyy renkasiin. Rengasonnettomuuksissa kuoli vuosina 2000 - 2011 471 henkilöä ja vammautui vakavasti 151 henkilöä.

Renkaiden merkitys korostuu erityisesti vaativissa ja nopeasti muuttuvissa kelioloissa. ”Renkaat ovat keskeisin auton ajo-ominaisuuksiin liittyvä turvallisuustekijä. Renkaat ovat olleet riskitekijänä joka seitsemännessä (14,8 %) henkilö- tai pakettiauton aiheuttamassa kuolonkolariissa 2000-luvulla.”

Renkasiin liittyvistä onnettomuuksista 67,4 prosenttia tapahtuu lumisella, jäisellä tai vetisellä kelillä, vaikka useimmiten tieliikenneonnettomuudet sattuvat kuivalla tai paljaalla kesä-/talvikelillä. Lumisen tai jäisen kelin kuolonkolareista peräti 34,4 prosentissa arvioidaan renkailla olleen vaikutusta onnettomuuteen.

Autonrengasliitto ryhmittelee rengasriskit kolmeen pääryhmään:

huonokuntoisiin renkasiin, sopimattomaan rengastukseen ja väärin rengaspaineisiin. Yksittäisistä rengasriskeistä 13,3 prosenttia lukeutuu väärin rengaspaineisiin [1, s. 1.].

Taulukko 1. Onnettomuuden aiheuttajilla todetut rengasriskit 2000–2011 [1, s.1.].

Rengasriski:	Lkm:	Osuus:
Huonokuntoiset renkaat	265	46,9 %
• kuluneita renkaita	148	
• heikkokuntoiset nastarenkaat	117	
Sopimaton rengastus	172	30,4 %
• keliin sopimattomat renkaat	116	
• ominaisuuksiltaan erilaiset	53	
• ajoneuvoon sopimattomat	3	
Väärät rengaspaineet	75	13,3 %
• liian alhaiset rengaspaineet	55	
• erilaiset rengaspaineet	20	
Muut rengasriskit	53	9,4 %
Yhteensä:	565	100,0 %

Rengasriskien jakauma:

Legend:

- Huonokuntoiset renkaat
- Sopimaton rengastus
- Väärät rengaspaineet
- Muut rengasriskit

2.1 Rengaspaineet ja liikenneturvallisuusohjelma

Onnettomuustutkinnassa käytetyn riskikasaumamallin mukaan onnettomuuksiin liittyy aina useita inhimilliseen käyttäytymiseen, ajoneuvoon tai liikenneympäristöön liittyviä riskejä. Pitkän aikavälin liikennejärjestelmä olisi suunniteltava siten, ettei kenenkään tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenteessä. Liikenneturvallisuusohjelman toimenpiteet maksavat yhtä säästettyä kuolemaa kohden arviolta 2,8 miljoonaa euroa, joka vastaa likimain yhden kuolonuhrin laskennallista hintaa [1, s. 1.]

Rengaspainevalvontajärjestelmä auttaa osaltaan liikenneturvallisuutta, poistamalla tietämättömyydestä johtuvaa liian alhaisilla rengaspaineilla ajamista. Rengaspaineiden ollessa kunnossa auton aktiiviset turvajärjestelmät, kuten ESP, ABS ja ASR, toimivat kuten ne ovat tarkoitettu turvaamaan ajoa kuljettajan mahdollisesti tekemistä ajovirheistä huolimatta.

Järjestelmän ollessa pakollinen siitä tulee kattava tulevaisuudessa autokannan uudistumisen myötä.

3 Lämpötilan vaikutus rengaspaineeseen

Rengaspainevalvonnasta huolimatta renkaiden käyttäjällä on jatkossakin suurin vaikutus oikeisiin rengaspaineisiin. Rengaspaineiden mittaus olisi suositeltavaa tehdä vähintään kerran kuukaudessa ja aina samalla mittarilla. Huoltoasemien mittareissa on eroja, jokainen mittari on yksilö.

Ajon jälkeen mitattuna rengaspaineet ovat korkeammat renkaiden lämpenemisen vuoksi. Rengaspaineet tulisi mitata aina kylmistä renkaista. Paine-ero korostuu etenkin talvirenkaissa. Lämpötilan vaikutus henkilöautonrenkaiden ilmanpaineeseen on noin 10 kPa (0,1 bar) / 10 °C.

Yleisesti talvirenkaihin suositellaan käytettäväksi 20 kPa (0,2 bar) korkeampia paineita kuin mitä autonvalmistaja suosittelee kesärenkaihin. Talvirenkaiden paineet tulisi tarkastaa kovalla pakkasella ulkona, ennen kuin renkaat ovat ehtineet lämmitä ajon vaikutuksesta. Lämpötilaero asennushallin ja ulkoilman välillä saattaa olla 40 °C. Tällainen lämpötilaero saa aikaan 40 kPa:n (0,4 bar:n) paine-eron, eli lämpimämmässä paineet ovat korkeammat. Renkaissa, joissa suositeltu paine on 240 kPa (2,4 bar), on 40 kPa:n (0,4 bar:n) muutos 15 %:n suuruinen. Painemuutoksen hälytysrajana on joissain TPMS- järjestelmissä 40kPa (0,4bar) siksi 40°C lämpötilamuutos saattaa aiheuttaa [2, s. 3.]

4 Lainsäädäntö

Rengaspainevalvonta on pakollinen uusissa 1.11.2013 jälkeen esiteltävissä automalleissa ja sitä aiemmin myyntiin tulleisiin automalleihin varusteen on tultava 1.11.2014 mennessä. Laki koskee enintään 3500 kg M1 ja N1 ajoneuvoja, joissa kaikki akselit on varustettu yksittäisillä renkailla. Rengaspainevalvonta ei koske käytössä olevia ajoneuvoja.

Järjestelmän tulee toimia vähintään 40 km/h nopeudesta alkaen, ajoneuvon huippunopeuteen saakka.

Puhkeamistestissä järjestelmän on syytettävä varoitusvalo enintään 10 minuutin kuluttua siitä, kun ajoneuvon jonkin renkaan käytönaikainen paine on pienentynyt 20 prosenttia tai vähimmäisarvoon 150 kPa sen mukaan, kumpi on suurempi.

Hitaan tyhjentyminen testissä (diffuusiotesti) on järjestelmän syytettävä varoitusvalo enintään 60 minuutin kumulatiivisen ajoajan kuluttua siitä, kun ajoneuvon jonkin renkaan käytönaikainen paine on pienentynyt 20 prosenttia.

Toimintavirheen havaitsemisen testissä järjestelmän on syytettävä varoitusvalo enintään 10 minuutin kuluttua siitä, kun ajoneuvon rengaspaineiden seurantajärjestelmässä ilmenee toimintavirhe, joka vaikuttaa ohjaus- tai vastesignaalin tuottamiseen tai välittämiseen järjestelmässä.

Varoitusmerkki on annettava säännön nro 121 mukaisella varoitusvalolla [3, s.15.]

Varoitusvalon on aktivoitava, kun sytytysvirtakytkin on päällä- asennossa, se on oltava havaittavissa myös päivänvalossa. Kuljettajan on kyettävä helposti tarkastamaan sen asianmukainen toiminta istuimeltaan.

Toimintavirheestä voidaan antaa varoitus samalla valolla kuin liian pienestä rengaspaineesta. Jos varoitusvalolla varoitetaan sekä liian pienestä rengaspaineesta että paineenvälontajärjestelmän toimintavirheestä, sovelletaan seuraavaa: Kun sytytysvirtakytkin on päällä- asennossa, varoitusvalon on vilkuttava toimintavirheen osoittamiseksi. Hetken kuluttua on vilkkumisen loputtava ja varoitusvalon pysyttävä jatkuvasti syttyneenä virheen koko keston ajan ja niin kauan kuin sytytysvirtakytkin on päällä-

asennossa. Viikkumisen ja jatkuvan valon jaksojen on toistuttava aina, kun sytytysvir-takytin on päällä- asennossa, kunnes virhe on korjattu.

Varoitusvalon vilkkumisella voidaan antaa tietoa rengaspaineiden seurantajärjestelmän alkutila-asetuksesta ajoneuvon käyttäjän käsikirjan mukaisesti.

Käyttäjän käsikirjassa on annettava ainakin seuraavat tiedot:

Maininta siitä, että ajoneuvo on varustettu kyseisellä järjestelmällä (sekä ohjeet järjes-telmän nollaamiseksi, jos järjestelmässä on tällainen toiminto).

Varoitusvalon kuva (sekä toimintavirheestä varoittavan varoitusvalon kuva, jos sitä var-ten on oma varoitusvalonsa).

Lisätietoja alentuneesta rengaspaineesta varoittavan varoitusvalon merkityksellisyy-destä ja kuvaus siitä, mihin toimiin sen syttyessä on ryhdyttävä.

Jos ajoneuvon mukana ei toimiteta käyttäjän käsikirjaa, vaaditut tiedot on esitettävä näkyvällä paikalla ajoneuvossa [4.]

5 Rengaspaineen vaikutus ympäristöön

Bridgestonen Euroopan laajuisessa Think Before You Drive -turvallisuuskampanjassa v. 2010 tarkastettiin 38 000 henkilöauton renkaat ja tulokset olivat tyrmäviä. Autoiil-joista 71 % autoilijoista ajaa liian pienillä rengaspaineilla (yksi tai useampi vajaapainei-nen rengas/auto) Laskelmat osoittivat että eurooppalaiset autoilijat kuluttavat liian ma-talista rengaspaineista johtuen vuosittain turhaan 12,2 miljoonaa rengasta ennenaikai-sen kulumisen vuoksi ja 2,0 miljardia litraa polttoainetta kasvaneen vierintävastuksen vuoksi. Kasvanut polttoaineenkulutus lisää ilmakehän hiilidioksidikuormitusta vuosittain ylimääräiset 4,8 miljoonaa tonnia [5, s.1.]

Vajaapaineista rengasta ikään kuin puristetaan lyttyyn ajon aikana. Jos autosta irral-laan olevaa pyörää painelee, on helppo ymmärtää, että muodonmuutokseen tarvitaan energiaa [6, s. 33]

Henkilöautojen painon lisääntyminen on aiheuttanut rengaspaineiden nousun. Auton-ja rengasvalmistajien nykypäivän rengaspainesuositukset ovat maksimissaan uusissa henkilöautoissa lähellä 300 kPa, kun ne aikaisemmin olivat alle 200 kPa. Rengaspai-neen nousun vaikutukset päällysteen kulumiseen on havaittu olevan selkeä ja suoravii-vainen: paineen nosto 220:sta 230:een kPa lisää päällysteen kulutusta 3,6 % [7, s.36.]

6 Rengaspainevalvontajärjestelmien kuvaus

6.1 Suora rengaspainevalvonta

Suorassa rengaspainevalvonnassa rengaspainetieto saadaan renkaassa olevasta anturista. Jokaisessa renkaassa on oma anturi, kalliimmissa versioissa myös vararenkaassa on oma anturi.

Anturissa on lähetinosa, joka välittää renkaan painetiedon vastaanotinantennille. Pyörän nopeusanturi vahvistaa paineenlaskun, sillä rengas, jossa on alhainen paine, pyörii nopeammin suoraan ajettaessa. Pyörässä oleva ilman lämpöanturi vahvistaa paineenlaskun. Rengas, jossa on alhainen paine, lämpenee enemmän kuin pyörä, jossa on oikea paine. Lisäksi verrataan pyörän lämpötilaa imuilman lämpötilaan.

Antennivaihtoehtoja on kolme: yksi yhteinen, joka on sijoitettu mahdollisimman keskelle auton alustaa. Toisessa mallissa on jokaisen renkaan välittömässä läheisyydessä antenni, joka vastaanottaa juuri sen renkaan radiosignaalia. Kolmannessa mallissa käytetään jonkin toisen järjestelmän, esimerkiksi keskuslukituksen, antennia. Antenni välittää ohjainlaitteelle seuraavat tiedot:

- pyörän lähetinmoduulin tunniste
- paineen määrän renkaassa
- pyörän kiihtyvyyden
- ilman lämpötilan renkaassa
- pariston varauksen keston, jos se on alle 3 kk

Ohjainlaite varoittaa kuljettajaa liian alhaisesta rengaspaineesta. Varoitusviesti on vähintään kojelautaan syttyvä valo, jonka lisäksi voidaan käyttää myös äänimerkkiä.

Paineanturien virransäästöön on kehitetty erilaisia tiloja jotka pidentävät pariston elinikää:

- Pysäköintitilassa tietoa ei lähetetä, mutta painetietoa mitataan ja lähetin on valmiina lähettämään tietoja.
- Pysäköintitilassa 30B (30-block mode) paineanturi lähettää 30 viestiä 15 sekunnin välein.
- Ajotilassa anturi on aktiivinen koko ajan ja tietoa lähetetään 60 sekunnin välein.

- Unitilassa ei lähetetä tietoa. Paluu ajotilaan tapahtuu, kun auton nopeus on yli 25 km/h vähintään 4 minuutin ajan [8, s, 25.]

Anturien paikannus

Pyörien lähetinmoduulien paikantamiseksi rengaspaineen tunnistusjärjestelmä

- tuntee auton neljän moduulin tunnistukset
- suorittaa kaksi toisiaan täydentävää paikannusta.

Paikannus eteen/taakse

Aktivoituessaan rengaspaineen tunnistusjärjestelmän ohjainlaite pakottaa etupyörien lähetinmoduulit lähettämään kahdella antennilla, jotka sijaitsevat auton etuosassa. Rengaspaineen tunnistusjärjestelmä vastaanottaa etupyörien kahden lähetinmoduulin tunnistukset ja paikantaa ne eteen. Kun autolla ajetaan, takapyörien lähetinmoduulit lähettävät tunnistensa, ja tunnistusjärjestelmän ohjainlaite tunnistaa ne takapyöräksi.

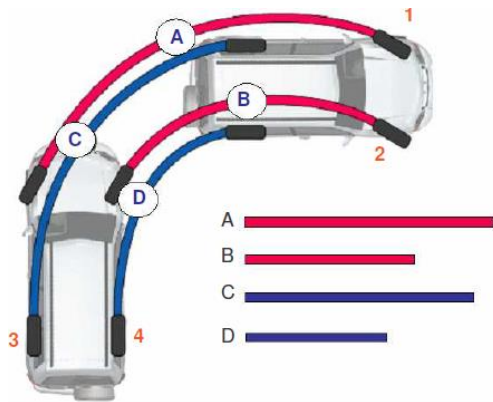
Paikannus oikealle/vasemmalle

Ajon aikana rengaspaineen tunnistusjärjestelmän ohjainlaite saa tietoja

- ohjauspyörän kulmasta
- jokaisen pyörän kiihtyvyydestä pyörien lähetinmoduuleilta
- jokaisen pyörän nopeudesta ESP:n ohjainlaitteelta.

Näiden tietojen avulla tunnistusjärjestelmän ohjainlaite tunnistaa eri puolilla sijaitsevat pyörän lähettimet.

Esimerkki: Jos auto kääntyy oikealle, auton oikealla puolella sijaitsevat pyörät pyörivät hitaammin kuin vasemmalla olevat (kuva 1).



Kuva 1. Pyörien kulkema matka kaarteessa [9, s.11].

6.2 Epäsuora rengaspainevalvonta

Epäsuora rengaspainevalvonta perustuu renkaan värähtelyn valvontaan. Värähtelyssä tarkkaillaan värähtelyn taajuuksia ja värähtelyn ominaisuuksia arvioidaan.

Epäsuora rengaspainevalvontajärjestelmä on yksi ohjelma, joka sijaitsee yleensä ABS-ohjainyksikössä. Ohjelma perustuu joko renkaan ympärysmittaan tai värähtelyn analysointiin. Renkaan ympärysmittaan perustuva valvonta on jäämässä pois epätarkkuutensa vuoksi, mistä syystä sitä ei kuvata tässä enempää.

Värähtelyn analysointiin perustuva ohjelma toimii siten, että rengas värähtelee kuin ilmajousi ajoalustan epätasaisuuksissa. Valvomalla värähtelyn taajuutta, joka muuttuu rengaspaineen muuttuessa, voidaan seurata rengaspainetta. Oikea rengaspaine antaa tietyn värähtelytaajuuden.

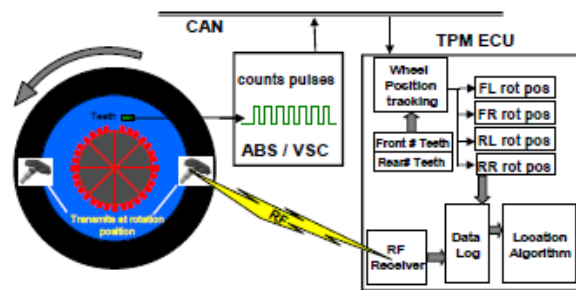
NIRA:n TPMS (Tire Pressure Monitoring System), järjestelmässä käytetään toisen ker- taluvun autoregressiivistä, AR2- mallia löytämään oikea taajuus, jonka avulla rengas- paineita voidaan valvoa. Moottorin ja voimansiirron aiheuttamat värähtelyt aiheuttavat renkaan pyörintänopeussignaaliin häiriöitä, jotka vaikeuttavat taajuuden löytämistä. Taajuuksien löytämiseksi, AR2- mallissa häiriöt on korvattu kohinan vähimmäistasolla. Signaalin käsittely aiheuttaa vääristymää (bias) n. 20 Hz.

Laaja-alaisesta kohinasta johtuen täytyy signaalia esikäsitellä kaistanpäästösuodattimella, jossa on asianmukaiset leikkurajat. Käytettäessä kaistaa 30 - 60 Hz saadaan esiin juuri rengaspaineesta johtuvat värähtelyt.

Rengaspaineen laskiessa 30 % renkaan resonanssitaajuus laskee n. 1 - 2 Hz [10]

6.3 Hybridirengaspainevalvonta

TRW:n valmistama järjestelmä yhdistää suoran ja epäsuoran rengaspainevalvonnan. Hybridi rengaspainevalvonta kerää lämpötila ja painetiedot renkaiden paineantureilta. Rengaspaineantureiden sijainti saadaan ABS pyörintänopeusantureilta (kuva 2) [11, s. 1.]



Kuva 2. Paine ja paikkatiedon kulku hybridi TPMS –järjestelmässä [11, s. 1].

7 Komponentit

7.1 Varoitusvalot ja niiden merkitykset

Painehäviön ollessa 0,3 - 0,4 bar annetaan matalamman prioriteetin hälytys. Keltaiset merkkivalot (kuva 3) syttyvät ja äänimerkki annetaan 5 sekunnin ajaksi, minkä jälkeen suurempi merkkivalo sammuu. Pienempi merkkivalo jää palamaan, kunnes rengaspaineet on korjattu oikeiksi.



Kuva 3. Matalan prioriteetin hälytyksen merkkivalo.

Painehäviön ollessa yli 0,4 bar tai nopeampaa kuin 0,2 bar/min, annetaan korkeamman prioriteetin hälytys (kuva 4).



Kuva 4. Korkean prioriteetin hälytyksen merkkivalo.

Järjestelmän ollessa oppimistilassa annetaan (kuvan 4) mukainen merkkivalo. Jos järjestelmässä on häiriö, siitä kerrotaan samalla merkkivalolla. Suurempi merkkivalo sammuu 5 sekunnin kuluttua, mutta merkkivalo jää palamaan, kunnes oppiminen on valmis [8. s. 9.]



Kuva 5. Oppimis- ja häiriötilan merkkivalo [8. s. 9].

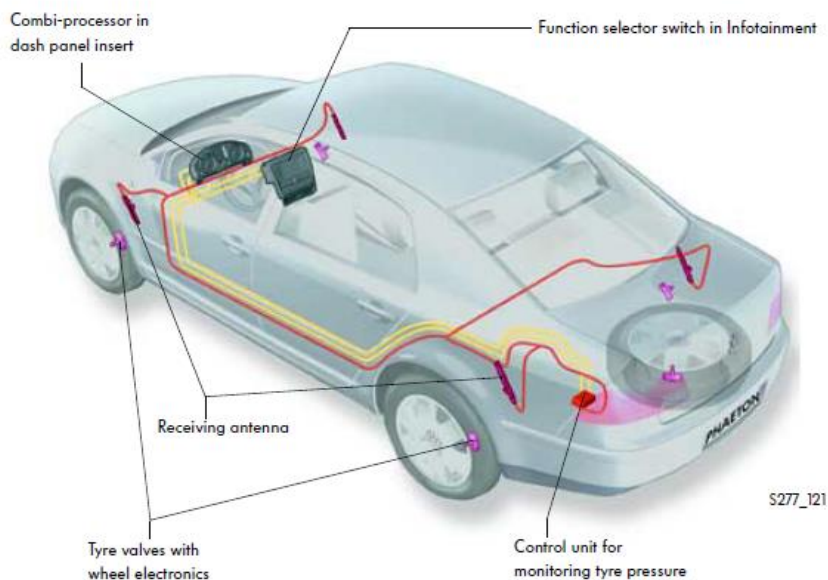
7.2 Suoran rengaspainevalvontajärjestelmän komponentit

Suora rengaspainevalvontajärjestelmä koostuu seuraavista komponenteista:

- paineanturi ja lähetin jokaisessa renkaassa
- vastaanotin antenni 4kpl tai yksi yhdistetty antenni
- ohjainlaite
- varoitusvalo
- summeri.

Alla olevassa kuvassa 6 nähdään komponenttien sijoittelu Volkswagen Phaetonissa. Tässä automallissa on rengaspaineanturi myös varapyörässä.

Tyre pressure monitor (TPM)



Kuva 6. Suoran rengaspainevalvonnan komponentit [8. s.9].

Rengaspaineanturi sisältää

- paineanturin
- lämpötila-anturin
- kiihtyvyyssanturin
- pariston
- antennin
- radioaaltolähtetimen
- ohjauselektroniikan.

Paineantureita valmistetaan erilaisilla lähetystaajuuksilla ja tehoilla. Euroopassa käytetään 434 MHz, ja muualla maailmassa on käytössä 315 MHz taajuutta. Normaali renkaille 10 μW - 30 μW ja paksumpikytkisille renkaille 100 μW . [10, s.13.]

Continental valmistaa renkaaseen integroitua anturia, joka mittaa myös kulutuspinnan paksuutta (kuva 8).



Kuva 7. 434 MHz Rengaspaineanturi [8, s. 31].



Kuva 8. Continentalin renkaaseen integroitu rengaspaineanturi [12].



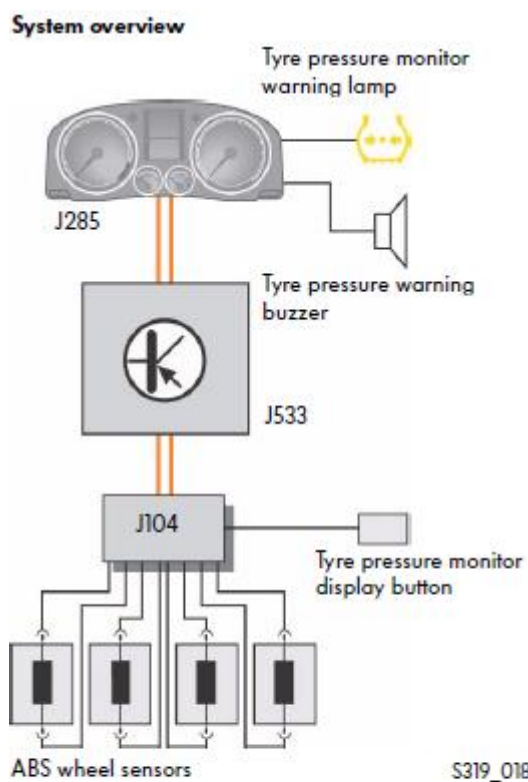
Kuva 9. Paristolla varustettu TPMS-anturi [14, s. 238].

8 Epäsuoran rengaspainevalvonnan komponentit

Epäsuora rengaspainevalvontajärjestelmä koostuu seuraavista komponenteista:

- ABS pyörimisnopeustunnistin, yksi jokaiselle renkaalle
- epäsuoran rengaspainevalvonnan ohjainlaite
- varoitusvalo
- summeri.

Alla olevassa kuvassa 10 nähdään yleiskuva epäsuoran rengaspainevalvonnan komponenteista.



Key

- J104 ABS with EDL control unit
 J285 Control unit with display in dash panel insert
 J533 Data bus diagnostic interface

Kuva 10. Epäsuoran rengaspainevalvontajärjestelmän komponentit. [12, s.40].

9 TPMS huollon kannalta

Ennen osien vaihdon aloittamista on syytä varmistaa, onko vika todellinen. Tutki ennen kuin korjaat, on hyvä ohje tähänkin järjestelmään, joka koostuu ohjelmoinnista, antureista ja langattomasta tietoliikenteestä.

Rengaspaineen varoitusvalon tulee syttyä, kun paine on liian alhainen ja sammua, kun suositeltu paine on saavutettu. Jos valo jää palamaa tai vilkkuu, on tarve lisäselvittelyihin.

9.1 Suora rengaspainevalvonta huollossa

Mahdollisia paineanturivian aiheuttajia ovat seuraavat:

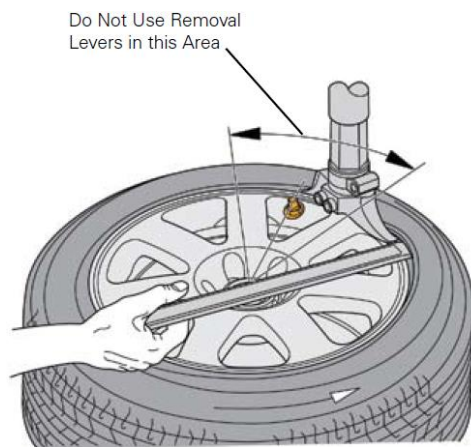
- sensori on lakannut toimimasta pariston loppumisen vuoksi.
- ajoittain toimiva sensori viittaa vähävirtaiseen paristoon.
- jos TPMS- yksikkö ei saa signaalia yhdestä tai useammasta sensorista, tämä viittaa johtosarja tai antenni vikaan.
- jos TPMS yksikkö ei toimi asianmukaisesti tai on vaurioitunut ylijännitteestä, tämä viittaa johtosarjavikaan tai TPMS-yksikön sisäiseen sähkövikaan.
- jos renkaat on juuri vaihdettu, ei järjestelmä ole vielä ehtinyt oppia uusia rengaspaineita. Joissain järjestelmissä TPMS-yksikkö pitää päivittää uusille rengaspaineille. Rengaspaineiden uudelleen päivityksessä tehdyt virheet antavat virheellisesti vikasignaalin.
- liian voimakas radiohäiriö vahingoittaa signaalia, niin ettei siitä voida tulkita painetietoa.
- rengaspaineanturi on voinut tukkeutua renkaanpaikkausaineesta. ultraäänipesukone on voinut rikkoa paineanturin.

Suolan ja galvaanisen korroosion vahingoittama alumiinirunkoinen TPMS-sensori on nähtävissä kuvassa 11.



Kuva 11. Korroosion vaurioittama TPMS-sensori

Rengastöiden yhteydessä on vältettävä vahingoittamasta venttiilissä olevaa paineanturia (kuva 12).



Kuva 12. Turva-alue paineanturin lähellä [8].

Paineanturien sopeuttaminen on tehtävä aina rengastöiden yhteydessä. Yksinkertaisimmillaan sen voi suorittaa käyttöohjekirjasta löytyvien ohjeiden perusteella. Yleensä sopeuttamiseen tarvitaan joko auton tai anturien valmistajan ohjeet ja testilaitte (Kuva 12). Useimmissa automalleissa on mahdollisuus sopeuttaa kaksi rengas sarjaa, yksi kesä- ja toinen talvirenkailla. Kun sarjat on tallennettu auton ohjainlaitteeseen, ei renkaidenvaihdon yhteydessä tarvitse kuin valita auton järjestelmästä, kumpi sarja on käytössä.



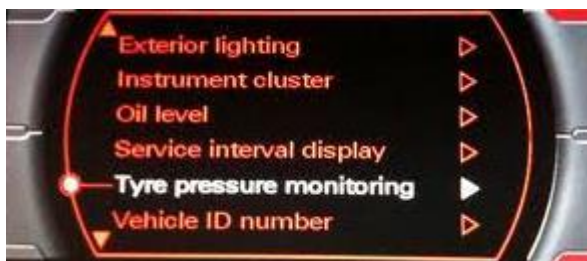
Kuva 13. Peugeot- testilaite paineanturien ja avaimen kaukosäädön sopeuttamiseen.

9.2 Epäsuora rengaspainevalvonta huollossa

Renkaiden kausivaihdon tai uusimisen yhteydessä täytyy TPMS sopeuttaa uusille rengaspaineille. Sopeuttaminen aloitetaan painamalla TPMS- painiketta (kuva 12) tai valitsemalla infonäytöstä kohta rengaspainevalvonta (kuva 13). Sopeutus alkaa kun nopeus ylittää 5 km/h, se kestää n. 7 – 10 min.



Kuva 14. TPMS-painike.



Kuva 15. Rengaspainevalvonnan infonäyttö.

10 Järjestelmien vertailua

10.1 Käyttäjän näkökulma

Kaikki järjestelmät ylittävät laissa määritellyt vaatimukset huomattavasti. Suora TPMS on hyvä, jos auto seisoo pitkiä aikoja, koska se pystyy ilmoittamaan alentuneesta rengaspaineesta, ilman että autolla ajetaan. Puoliksi tyhjentyneestä renkaasta epäsuora TPMS ilmoittaa 0,8 – 8,7 min. tai 0,8 – 8,4 kilometrin kuluttua [15, s.45.]

Kumpikin järjestelmä vaatii käyttäjältä kevyttä perehtymistä tai ainakin käyttäjän ohjekirjan lukemista. Ennen kaikkea TPMS- järjestelmään olisi suhtauduttava kuten muihinkin onnettomuuksia ehkäiseviin järjestelmiin: niistä on enemmän hyötyä kuin haittaa.

Kustannukset kannattaa suhteuttaa rengas- ja vannekuuluihin. Useasti valitaan ulkonäkösyistä kalliimpia vanteita ja renkaita kuin olisi tarpeen. Näissä tapauksissa anturien osuus ei muodostu kovin suureksi. Toisaalta jos valitsee edullisemman rengas- vanneyhdistelmän, jää rahaa anturien uusimiseen.

10.2 Huollon näkökulma

Huollon kannalta epäsuora TPMS on helpompi, koska järjestelmässä ei ole vaihdettavia ja rikkoutuvia antureita. Toisaalta epäsuoran TPMS:n vianhaku saattaa olla vaikeampaa, koska komponentit ovat yhteisiä ABS- järjestelmän kanssa.

Suoran TPMS- järjestelmän anturien vaihto aiheuttaa ylimääräisiä korjaamokäyntejä, koska anturin rikkoutuminen ei todennäköisesti osu samaan hetkeen kuin renkaiden vaihto tai uusiminen. Asiakkaalle kannattaa suositella anturien vaihtoa, jos ne alkavat lähestyä iältään 10:tä vuotta tai venttiilit näyttävät pahoin hapettuneilta. Anturien elinikään vaikuttavat lämpötila, teiden suolaus ja ajomatka.

10.3 Ympäristön näkökulma

Epäsuora rengaspainevalvonta toimii ilman rengaspaineantureita ja -vastaanottimia. Järjestelmän etuna on vähäisempi komponenttien tarve, tällöin mahdollisuus vikoihin on vähäisempi. Myöskään elektroniikkajätettä ei synny auton eliniän aikana. Euroopassa on n.250 milj. autoa, jos kaikki autot varustetaan rengaspaineantureilla, syntyy elektroniikkajätettä n.200 000 kg. [17, s. 1.]

11 Lopuksi

Liian alhainen rengaspaine lisää vierintävastusta ja näin polttoaineen kulutusta, myös jarrutusmatka pitenee ja renkaat kuluvat ennenaikaisesti. Liian korkea rengaspaine vähentää kyllä polttoaineen kulutusta mutta lyhentää renkaiden elinikää, lisää teiden päällysteen kulumista ja näin kuormittaa ympäristöä. Myös suoran rengaspainevalvonnan komponenttien valmistus kuormittaa ympäristöä ja komponentteja uusittaessa muodostuu elektroniikkajätettä.

Ajoturvallisuutta lisäävien kuljettajaa avustavien järjestelmien hyöty jää saamatta tai heikkenee, jos rengaspaineet eivät oikeat. Alhainen rengaspaine aiheuttaa sen, että auton ajonvakaussjärjestelmä (ESP) ei käyttydy kuten valmistaja on sen suunnitellut eli ei pysty korjaamaan kuljettajan aiheuttamaa äkillistä ajoliikettä, joka olisi mahdollisesti vaaraksi ajoturvallisuudelle. Alhainen rengaspaine vaikuttaa ajovakauteen myös jousituksen ja kallistuksenvakaajan kautta. ”Löysä” rengas ottaa vastaan tiestä tulevaa liike-energiaa ja ajosta tulee epävakaata, koska jousitus ja kallistuksen vakaaja eivät pääse tasaamaan energiaa, koska löysä rengas ei välitä energiaa jousille ja vakaajalle kuten ”napakka” rengas tekisi.

Koska väärät rengaspaineet kuormittavat ympäristöä ja aiheuttavat liikennekuolemia sekä vammautumisia, on mielestäni valvonnasta aiheutuvat kustannukset ja valvontalaitteiden valmistuksen, vaihdon ja huollon aiheuttama taloudellinen kuormitus lopulta vähäisempiä kuin mitä tämän asiaan kuntoon laittamattajättäminen maksaisi yhteiskunnalle. Kuolemaan johtaneen onnettomuuden kustannusten ovat Liikenneviraston tilaston 2011 mukaan arvioitu olevan 2 364 000 €, loukkaantumiseen johtaneen onnettomuuden keskimäärin 351 000 € [18, s. 17.]

Lähteet

- 1 Rengasriskitiivistelmä. Verkkodokumentti. Autonrengasliitto. <http://www.autonrengasliitto.fi/index.php?s=file_download&id=467>. Luettu 14.11.2013.
- 2 The Phaeton Chassis. Itseopiskeluohjelma. Volkswagen. Self-Study Program 277 The Phaeton Chassis. Luettu 8.4.2014.
- 3 UNECE sääntö numero 121. Verkkodokumentti. UNECE. <<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R121r1e.pdf>> Luettu 5.5.2014.
- 4 Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission (UNECE) sääntö nro 64 – Yhdenmukaiset vaatimukset, jotka koskevat ajoneuvojen hyväksyntää sellaisien varusteiden suhteen kuin tilapäiskäyttöön tarkoitettu varapyörä-rengasyhdistelmä, itsekantavat run-flat-renkaat ja/tai run-flat-järjestelmä ja/tai rengaspaineen seurantajärjestelmä. Verkkodokumentti. UNECE. <[http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1400250112313&uri=CELEX:42010X1126\(01\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1400250112313&uri=CELEX:42010X1126(01))>. Luettu 12.3.2014.
- 5 Think Before You Drive. Verkkodokumentti. Bridgestone. <http://www.bridgestonenewsroom.eu/stories/5848>. Luettu 14.1.2014.
- 6 Aja taloudellisesti. Turun ammattikorkeakoulu. Verkkodokumentti. <<http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163936.pdf>>. Luettu 2.5.2014.
- 7 Asfalttipäällysteiden pitkäaikaiskestävyyteen vaikuttavat tekijät. Verkkodokumentti. Saimaan ammattikorkeakoulu. <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/23130/Liski_Jussi.pdf?sequence=1>. Luettu 2.5.2014.
- 8 Tire Pressure Monitoring Systems. Itseopiskeluohjelma. Volkswagen. Luettu 22.3.2014.
- 9 JCAE Tyre Pressure Detection & Background Summary. Koulutusmateriaali. Peugeot. Luettu 2.5.2014
- 10 Estimation Properties of A Tire Pressure Monitoring System. Linköping universitet. Verkkodokumentti. <<http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:316640/FULLTEXT01.pdf>>. Luettu 10.4.2014.
- 11 Hybrid Tire Pressure Monitoring System. Verkkodokumentti. TRW. <http://www.trw.com/sites/default/files/TRW_ge_hybridtpms_en.pdf>. Luettu 23.3.2014.
- 12 Continental In-Tire Sensors. Verkkodokumentti. Continental. <http://www.continental-corporation.com/pressportal_us_en/themes/press_releases/3_automotive_group/interior/pr_2014_05_07_in_tire_sensor_read_tread_depth_en.html>. Luettu 15.5.2014.

- 13 Hybrid Tire Pressure Monitoring System. Verkkodokumentti. TRW. <http://www.trw.com/sites/default/files/TRW_ge_hybridtpms_en.pdf>. Luettu 23.3.2014.
- 14 The Golf 2004 Electrical system. Itseopiskeluohjelma. Volkswagen. Luettu 24.3.2014.
- 15 An Evaluation of Existing Tire Pressure Monitoring Systems. Verkkodokumentti. NHTSA. <<http://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/NRD/Multimedia/PDFs/VRTC/ca/capubs/tpms.pdf>>. Luettu 20.4.2014.
- 16 Intelligent Low-Power Management and Concepts for Battery-less Direct Tire Pressure Monitoring Systems. Verkkodokumentti. Springer. <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-71325-8_19> Luettu 15.2.2014.
- 17 Decision on tyre pressure monitoring systems a success for the environment and for traffic safety in Europe. Verkkodokumentti. NIRA Dynamics. <http://www.niradynamics.se/resource.php?tag=UNECE_12_2009_EN>. Luettu 28.1.2014.
- 18 Liikenneonnettomuudet maanteillä vuonna 2011. Verkkodokumentti. Liikennevirasto. <http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lti_2012-07_liikenneonnettomuudet_maanteilla_web.pdf>. Luettu 19.1.2014.
- 19 Indirect Tire Pressure Monitoring Systems - Myths and Facts. Verkkodokumentti. NIRA Dynamics. <http://www.niradynamics.se/resource.php?tag=itpms_myths_english>. Luettu 12.2.2014.