

Aaro Koivusalo

Selvitys rengaspainevalvontajärjestelmien hyödyistä tutkittujen liikenneonnettomuuksien perusteella

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinööriytyö

9.4.2015

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Aaro Koivusalo Selvitys rengaspainevalvontajärjestelmien hyödyistä tutkittujen liikenneonnettomuuksien perusteella 30 sivua 9.4.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Autosähkötekniikka
Ohjaaja	Lehtori Vesa Linja-aho
<p>Tässä insinööriyössä tutkitaan rengaspainevalvontajärjestelmien hyötyjä turvallisuuden kannalta suhteessa järjestelmästä aiheutuviin valmistus- ja käyttökustannuksiin.</p> <p>Turvallisuushyötyjä tarkastellaan käymällä läpi sellaisia liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimia kuolemaan johtaneita onnettomuuksia, joissa osallisella olleella henkilöautolla on ollut väärät rengaspaineet. Tutkituista liikenneonnettomuuksista tarkastellaan syvällisemmin viittä valittua onnettomuutta, joissa on epäilty rengaspaineilla olevan suuri merkitys onnettomuuteen johtamiseen.</p> <p>Insinööriyössä käydään läpi kaikki erilaiset rengaspainevalvontajärjestelmät ja tarkastellaan, minkälaisia hyötyjä ja haittoja erilaisilla järjestelmillä on.</p> <p>Valmistus- ja käyttökustannuksissa tarkastellaan, millaisia kustannuksia rengaspainevalvontajärjestelmien tehdas- ja jälkiasennuksista aiheutuu. Työssä tarkastellaan, mitkä ovat mahdolliset järjestelmän huolto- ja korjauskustannukset sekä kuinka paljon vääristä rengaspaineista aiheutuu lisäkustannuksia verrattuna oikeisiin rengaspaineisiin.</p> <p>Insinööriyön lopussa on myös esimerkkilaskelma, josta saa suuntaa antavan käsityksen, minkälainen ero kustannuksissa on autolla, jossa ei ole rengaspainevalvontajärjestelmää ja autolla, jossa on rengaspainevalvontajärjestelmä.</p> <p>Selvitys osoittaa, että rengaspainevalvontajärjestelmä säästää rengas- ja polttoainekustannuksissa ja on näin ollen hyödyllinen autoilijoille.</p>	
Avainsanat	liikenneturvallisuus, rengaspaineiden valvontajärjestelmä

Author	Aaro Koivusalo
Title	Report on the Tire Pressure Monitoring Systems on the basis of the Benefits of the Investigated Traffic Accidents
Number of Pages	30 pages
Date	9th April 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Specialisation option	Automotive Electronics Engineering
Instructor	Vesa Linja-aho, Senior Lecturer
<p>This thesis examined the tire pressure monitoring systems in relation to the benefits of the safety of the system resulting from the manufacturing and operating costs.</p> <p>Safety benefits have been examined by investigation boards that have analyzed fatal road accidents which the person involved has been driving a car with wrong tire pressure. Five of these accidents in which tire pressure seems to have had a major role leading to the accident were selected for being analyzed in detail / for deeper analysis.</p> <p>The thesis examines all the different tire pressure monitoring systems and discusses what kinds of advantages and disadvantages these different systems have.</p> <p>When examining manufacturing and operating costs special attention is paid to the costs that have to be paid for fitting or retrofitting the tire pressure monitoring system by the factory. This study examines what the possible system maintenance and repair costs are, as well as how much more costs there will be in case of the wrong tire pressure compared with the correct tire pressure.</p> <p>At the end of the thesis is also an example of the calculation, which may give an indicative idea of what kind of difference there is in the cost if the car does not have the tire pressure monitoring system and if the car has a tire pressure monitoring system.</p> <p>This thesis shows clearly that the tire pressure monitoring system has been made in favor of motorists to save tires and fuel costs.</p>	
Keywords	traffic safety, tire pressure monitoring system

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lainsäädäntö	2
2.1	Taustatietoa	2
2.2	Liikenneturvallisuusmääräykset	2
2.3	Direktiivin soveltaminen Suomessa	3
2.4	Määräaikaikatsastus	3
3	Rengaspaineen valvonta	4
3.1	Yleistä renkaista ja rengaspaineista	4
3.2	Suorarengaspaineen valvontajärjestelmä (TPMS)	5
3.3	Epäsuora järjestelmä	7
3.4	Rengaspaineen hybridimittausjärjestelmä	8
4	Kuolemaan johtaneiden liikenneonnettomuuksien tutkinta	8
4.1	Liikenneonnettomuuksien rajaus	8
4.2	Liikenneonnettomuus 1	15
4.3	Liikenneonnettomuus 2	16
4.4	Liikenneonnettomuus 3	17
4.5	Liikenneonnettomuus 4	18
4.6	Liikenneonnettomuus 5	19
5	Valmistus- ja käyttökustannukset	20
5.1	Valmistuskustannukset	20
5.2	Vaikutus polttoainekustannuksiin	21
5.3	Rengaskustannukset	21
5.4	Korjaus- ja huoltokustannukset	21
5.5	Esimerkkilaskelma	22
6	Yhteenveto	22

Lyhenteet

TPMS	Tire Pressure Monitoring System (rengaspaineiden valvontajärjestelmä).
VALT.	Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimien tie- ja maastoliikenneonnettomuuksien onnettomuustietorekisteri.

1 Johdanto

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on määrännyt kaikkiin uusiin henkilöautoihin pakolliseksi rengaspainevalvontajärjestelmän [1]. Tässä insinööriyössä tutkitaan, onko tästä määräyksestä todella hyötyä ihmisten turvallisuuden ja rahansäästön kannalta. Turvallisuushyötyjä tarkastellaan käymällä läpi sellaisia liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimia kuolemaan johtaneita onnettomuuksia, joissa osallisella olleella henkilöautolla on ollut väärät rengaspaineet.

Nykypäivänä hyvin moni autoilija ei tiedä tai unohtaa, että rengaspaineet olisi hyvä tarkastaa vähintään kerran kuukaudessa, koska nykyautojen matalaprofiilirenkaista on lähes mahdotonta sanoa silmämääräisesti, onko rengas vajaa vai täysi.

Rengaspaineet ovat hyvin tärkeä asia liikenneturvallisuuden kannalta. Rengaspaineet vaikuttavat paljon ajoneuvon käyttäytymiseen ja hallittavuuteen. Väärät rengaspaineet voivat aiheuttaa ajoneuvon hallinnan menettämisen ja liikenneonnettomuuden, joka pahimmassa tapauksessa voi johtaa kuolemaan.

Rengaspaineidenvalvontajärjestelmä mahdollistaa, että autoilija saa tiedon, mikäli rengaspaineissa on vajausta tai paine-eroja. Vajaat rengaspaineet aiheuttavat lisäkuluja polttoainekustannuksissa, koska renkaan vierintävastus suurenee. Vajaat rengaspaineet aiheuttavat myös renkaiden nopeaa tai epätasaista kulumista.

Rengaspainevalvontajärjestelmän ansiosta autoilijan ei tarvitse enää jatkossa huolehtia rengaspaineiden tarkkailusta, riittää kun käy lisäämässä rengaspainetta, jos rengaspainevalvontajärjestelmä ilmoittaa vajaasta renkaasta.

Autonvalmistajat asentavat autoihin järjestelmät luonnollisesti valmiiksi tehtaalla. Autonvalmistajille tämä tarkoittaa, että renkaanvaihto saattaa tulla teknisesti nykyistä vaikeammaksi, koska tiettyjen automallien keskusyksiköt vaativat antureiden ns. uudelleenopettamisen OBD-portin kautta mikäli sensorit vaihtuvat renkaiden sesonkivaihdon yhteydessä. Rengasliikkeetkin joutuvat valmistautumaan uuteen määräykseen hankkimalla asianmukaiset työkalut pisteisiinsä ja kouluttamalla henkilökunnan.

Tutkimusten mukaan noin joka viides suomalaisautoilija ajaa vaarallisen vajaapaineisilla renkailla. Vain noin joka kolmas suomalainen on tarkistanut rengaspaineet viimeisen kuukauden aikana. [1]

2 Lainsäädäntö

2.1 Taustatietoa

Liikenneturvallisuusmääräyksen vaatimusta perusteltiin sekä turvallisuusseikoilla että keinona alentaa auton polttoaineen kulutusta. Liian pienellä rengaspaineella ajettaessa polttoaineen kulutus kasvaa. USA:ssa järjestelmä on ollut uusissa autoissa pakollinen vakiovaruste jo vuodesta 2007 alkaen. [2]

2.2 Liikenneturvallisuusmääräykset

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on määrännyt EU-direktiivin 661/2009 [3, s. 1.] mukaan, että kaikissa uusissa henkilöautotyypeissä otetaan käyttöön rengaspaineidenvalvontajärjestelmä lokakuussa 2012 alkaen ja kaikissa uusissa henkilöautoissa lokakuussa 2014 [1].

Rengaspainevalvontajärjestelmää koskeva EU-direktiivi astuu voimaan 1.11.2014 ja koskee autoja, jotka on tyyppihyväksytty marraskuun 2012 jälkeen sekä kaikkia marraskuun 2014 jälkeen myytäviä uusia autoja. Määräys ei koske vanhojen autojen omistajia. Jos siis jo käyttöön rekisteröidyssä autossa ei ole paineenvalvontajärjestelmää, sitä ei tarvitse jälkikäteen asentaa. [4]

Määräys ei myöskään koske matkailuautoja, vaikka nekin ovat M1-luokan henkilöautoja. Syynä on se, että useimmiten matkailuauto on rakennettu pakettiauton alustalle ja valmiin auton omamassa ylittää sen rajan, joka määräykseen liittyy [2].

2.3 Direktiivin soveltaminen Suomessa

Trafi kertoi aluksi, että rengaspaineiden valvontajärjestelmää koskeva vaatimus tulisi sovellettavaksi ensiasennusrenkaiden lisäksi myös seuraaviin rengassarjoihin. Se koski silloin sekä talvi- että kesärenkaita. Tällainen vaatimus oli mahdollinen antaa, koska ensiasennushetken jälkeen renkaita koskevat määräykset ovat kansallisia. [2]

Asiasta syntyi kuitenkin laaja keskustelu. Siinä pidettiin vaatimuksia osittain huonosti harkittuina. Rengaspaineen valvontajärjestelmissä esiintyy teknisiä ongelmia talvella. Järjestelmä nostaa sekä uuden auton hintaa että kaikkien autoilijoiden kustannuksia renkaita uusittaessa. Ruotsissa rengaspainevahtia koskevaa EU-direktiivin soveltamista koskeva päätös oli rajattu koskemaan vain ensiasennusrenkaita, mutta ei seuraavia rengaskertoja eikä käytännössä talvirenkaita. Suomalaiset autoilijat olisivat erilaisten säännösten kohteena kuin autoilijat muualla EU-maissa. [2]

Liikenneministeri puuttui asiaan ja pyysi uutta arviota Trafilta. Seurauksena oli se, että Trafi muutti linjaansa Ruotsissa omaksutun mukaiseksi. Rengaspainevahtia koskeva määräys koskee nyt Suomessakin vain ensiasennusrenkaita. Kun auton renkaat uusitaan, seuraavissa ei rengaspainevahti ole pakollinen. Auton omistaja voi itse päättää, onko hankittavassa rengassarjassa järjestelmä vai ei. [2]

Uudet autot valmistetaan ja toimitetaan valmistajatehtailta kesärenkain. Kun auton ensimmäinen rekisteröinti tehdään niillä, rengaspainevahtia koskeva määräys täyttyy, vaikka autoon oitis vaihdettaisiin talvirenkaat. [2]

Trafi on ilmoittanut, ettei nykyisessä kansallisessa, auton rakennemuutosta koskevissa vaatimuksissa ole erikseen säännöstä rengaspainevahdistä. Säännöstä tullaan päivittämään vuoden 2015 alkupuolella [2].

2.4 Määräaikaikatsastus

Tammikuusta 2015 alkaen määräaikaikatsastuksessa havaittu vikakoodi rengaspainevalvontajärjestelmässä johtaa hylkäykseen ja uusintakatsastukseen. Tätä ajankohtaa aikaisemmin viasta on tullut vain huomautus ja vika on kehoitettu korjaamaan. [2]

Jos auton rengaspainevahti havaitsee rengaspaineen eroavan hyväksytyistä arvoista, syttyy auton kojetaulussa varoitusvalo. Tilanteesta jää merkintä myös auton vikakooditiedostoon. [2]

3 Rengaspaineen valvonta

3.1 Yleistä renkaista ja rengaspaineista

Renkaat ovat parantuneet huomattavasti viime vuosikymmeninä suorituskyvyn ja kulutuksen kannalta, mutta ne vaativat silti enemmän huomiota kuin auton monet muut osat.

Monet autoilijat tarkastavat renkaansa silmämääräisesti ennen ajoon lähtöä; näin voidaan kuitenkin havaita vain täysin tyhjä rengas tai lähes tyhjä rengas. Kuvasta (1) nähdään, että rengaspainetta on hyvin vaikea arvioida silmämääräisesti. Kuvassa on vielä kohtalaisen korkeaprofiilinen rengas. Rengaspainetta on vielä hankalampi arvioida silmämääräisesti matalaprofiilisemmasta renkaasta, joissa renkaan kyljet ovat matalia.



Kuva 1. Rengaspaineet ylärivissä vasemmalta oikealle 0,5–1,5 bar ja alarivissä välillä 2,0.–3,0 bar 0,5 bar:n välein [5, s. 91].

Ympäristön lämpötilan vaihtelu vaikuttaa paljon rengaspaineisiin: 10 asteen lämpötilamuutos muuttaa rengaspainetta 0,1 bar. Renkaista ei häviä painetta vain puhkeamisesta aiheutuneesta vuodosta, vaan renkaista häviää painetta myös luonnollisesti ajan myötä. Jopa uusista renkaista häviää painetta 10 % vuodessa. [5, s. 90.]

Rengaspainevalvontajärjestelmä on sähköinen järjestelmä, joka mittaa auton renkaiden paineen ja ilmoittaa siitä auton kuljettajalle mittaristossa tai ajotietokoneen näytöllä. On olemassa kahdenlaisia rengaspainevalvontajärjestelmiä, suora- ja epäsuorajärjestelmä.

3.2 Suorarengaspaineen valvontajärjestelmä (TPMS)

Suorassa järjestelmässä on 4 lähetintä ja 4 antennia (vastaanotinta). Ajoneuvon jokaisella pyörällä on siis paineanturi ja lähetin, jotka mittaavat tarkan rengaspaineen ja lähettävät painetiedon radiolähetystenä kyseessä olevan renkaan vastaanottimelle. Jokaisella lähettimellä on yksilöllinen koodaus.

Jokaisen rengaspainetunnistimen sisällä on paristo, jolla on rajattu käyttöikä. Joissain järjestelmissä paristot on vaihdettavissa ja joissain on vaihdettava koko tunnistin. On myös tunnistimia, joissa on sähkömagneettiseen induktioon perustuva virtalähde.

Rengaspainetunnistin on tulitikkuaskin kokoinen laite, joka sijaitsee vanteen sisäpuolella (kuva 2 s. 7).

Suoran järjestelmän hyödyt

- rengaspaine saadaan mitattua tarkasti, noin 0,1 bar:n tarkkuudella
- renkaiden lämpötila voidaan mitata.

Suoran järjestelmän haitat

- paineantureissa on paristot, joilla on rajattu käyttöikä, noin 100–105 kk
- kallis valmistaa

- tietyt järjestelmät hankaloittavat renkaanvaihtoa

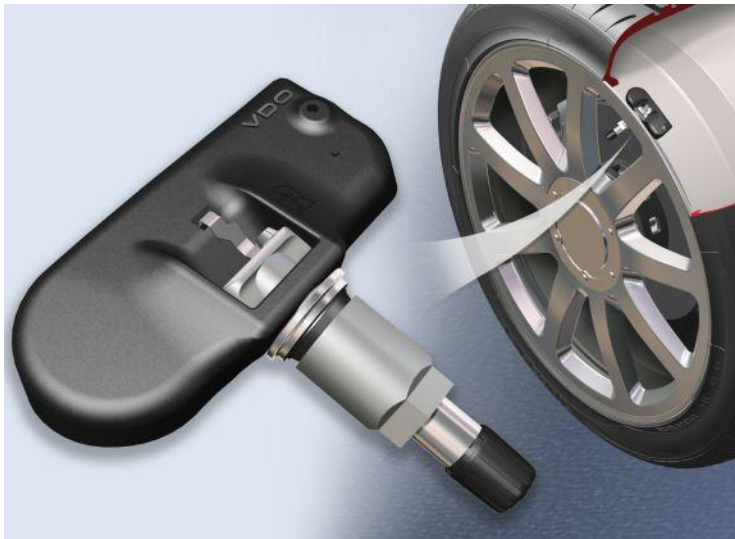
Schrader/Siemens/TPSM-järjestelmä

Schrader/Siemens/TPSM käyttää suoraa järjestelmää, jossa on vastaavasti 4 lähetintä joka pyörällä, mutta vain yksi vastaanotin (keskusvastaanotin). Jokaisella lähettimellä on valmistajan antama numerokoodi.

Tässä järjestelmässä on renkaanvaihdon yhteydessä otettava huomioon, että jos pyörän paikka vaihtuu, tunnistimet on ohjelmitava uudelleen erityisellä aktivaattorilla tai diagnoositesterillä. Tätä järjestelmää käyttävät mm. Renault, Peugeot, Citroen. [6, s. 9–12.]

BERU TTS -järjestelmä

BERU käyttää yhtä lähetintä ja yhtä vastaanotinta/pyörä, joten renkaanvaihdon yhteydessä järjestelmää ei tarvitse kalibroida uudelleen. Tässä järjestelmässä jokaisen pyörän paine pystytään näyttämään samaa aikaa ajotietokoneen näytöllä. Myös renkaiden lämpötila pystytään näyttämään ajotietokoneella. Järjestelmä hälyttää varoitusäänellä, jos rengas on 25 % tai enemmän vajaa. Järjestelmää käyttävät BMW, Porsche, Audi, Volkswagen ja Mercedes-Benz. [6, s. 6–7.]



Kuva 2. Rengaspainetunnistin, joka on vanteen sisäpuolella on tulitikkuaskin kokoinen laite.

3.3 Epäsuora järjestelmä

Epäsuorassa järjestelmässä ei ole rengaspainetunnistimia, vaan rengaspaineet mitataan ABS-tunnistimien kautta. ABS-jarrutunnistimet mittaavat renkaiden pyörimisnopeutta rengaskehän pituuden avulla, laskevat paineen ja lähettävät tiedon ajotietokoneelle. Vajaapaineisen renkaan kehän pituus on hieman pienempi kuin täyden renkaan. Ajotietokone pystyy laskemaan tämän eron ja ilmoittaa siitä varoitusvalolla mittaristos- sa tai hälytyksäänellä, jos rengas on tyhjentynyt merkittävästi.

Kun varoitusvalo syttyy mittaristoon, autoilijan on täytettävä vajaapaineinen rengas tai tarvittaessa korjattava tai uusittava viallinen rengas, Tämän jälkeen kuljettajan täytyy nollata rengaspaineiden valvontajärjestelmä ajotietokoneesta napin painalluksella, kun renkaiden paineet ovat ohjearvoissa, muutoin varoitusvalo jää palamaan. Epäsuoraa järjestelmää käyttävät mm. Volkswagen, Renault, Audi. [6, s. 4.]

Epäsuoran järjestelmän hyödyt

- Halpa valmistaa

- Ei tarvitse vaihtaa paristoja
- Ei hankaloita renkaanvaihtoa

Epäsuoran järjestelmän haitat

- Epätarkka mittatulos
- Voidaan lukea vain auton liikkussa

3.4 Rengaspaineen hybridimittausjärjestelmä

Tässä järjestelmässä on yhdistetty suora ja epäsuora TPMS-järjestelmä. Rengaslämpötilanmittaus tapahtuu rengaspainetunnistimella ja paineen tunnistus tapahtuu ABS-järjestelmän kautta. [7, s. 1.]

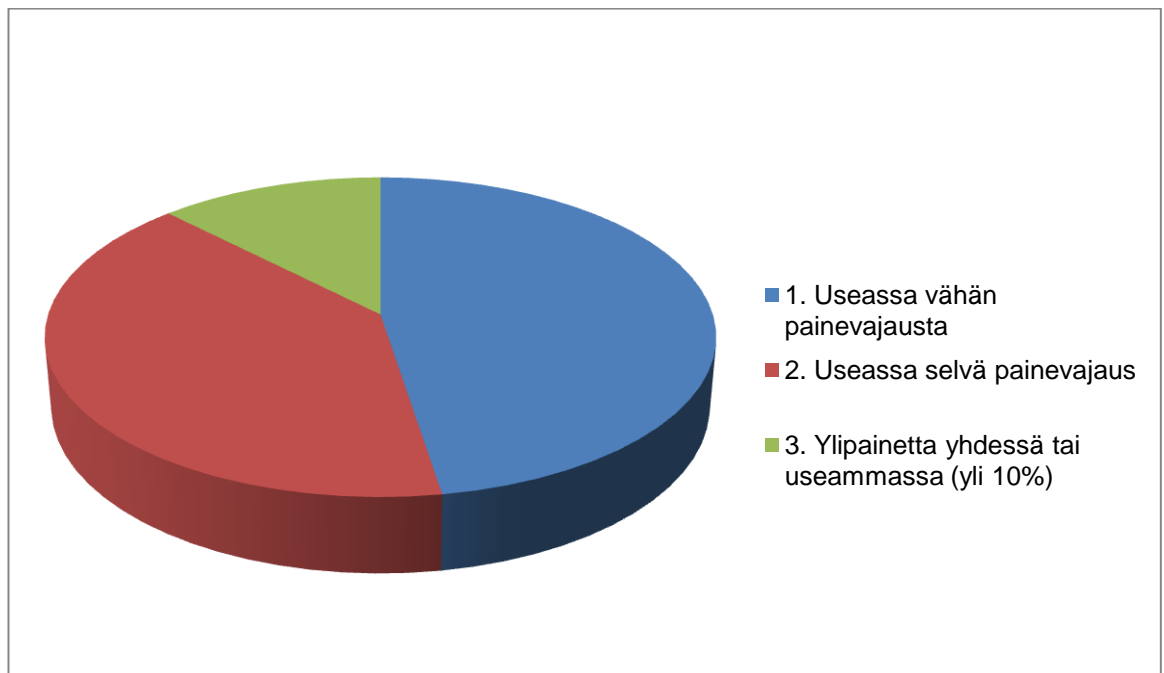
4 Kuolemaan johtaneiden liikenneonnettomuuksien tutkinta

4.1 Liikenneonnettomuuksien rajaus

Onnettomuuksien tutkinta oli rajattu vain vuosille 2010–2012, koska tutkittava aineisto olisi muuten ollut liian laaja. Vuosina 2010–2012 tutkijalautakunnat tutkivat yhteensä 137 kuolemaan johtanutta moottoriajoneuvo-onnettomuutta, joissa oli osallisena henkilöauto, jonka renkaissa oli ali- tai ylipainetta ennen onnettomuutta [8]. Nämä 137 onnettomuutta on jaoteltu kolmeen ryhmään rengaspaineiden mukaan, jota on havainnollistettu kuvassa 3. Onnettomuuksia oli yhteensä 580, mikä nähdään myös taulukosta (4) s.14 vuosilukujen 2010–2012 kohdalta.

- Useassa vähän painevajasta: 65
- Useassa selvä painevajaus: 55

- Ylipainetta yhdessä tai useammassa (yli 10 %): 17
- Oikeat rengaspaineet: 389
- Rengaspaine ei tiedossa: 54
- Onnettomuuksia yhteensä: 580



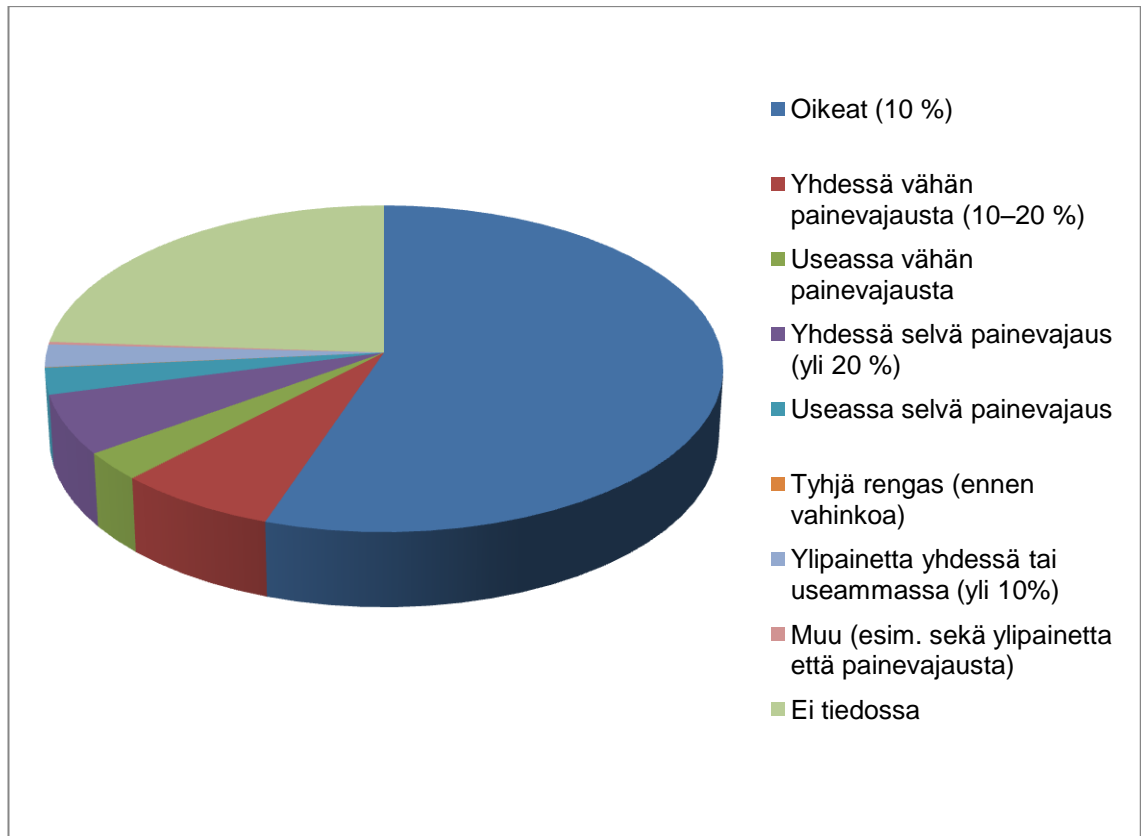
Kuva 3. Väärät rengaspaineet ennen onnettomuutta.

Vuosina 2003–2012 liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunnat tutkivat yhteensä 2010 kuolemaan johtanutta moottoriajoneuvo-onnettomuutta, joissa oli osallisena henkilöauto. Osallisia henkilöautoja oli näissä onnettomuuksissa 2483 kpl [8]. Suurimmalla osalla näissä onnettomuuksissa olleilla autoilla oli oikeat rengaspaineet, mutta jopa kolmasosalla oli ohjearvoista poikkeavat rengaspaineet, kuten taulukosta 1 ja kuvasta 4 voi nähdä.

Taulukko 1. Henkilöautojen renkaiden paine ennen onnettomuutta v. 2003–2012 [7].

Renkaiden paine	Määrä
Oikeat (10 %)	1346
Yhdessä vähän painevajasta (10–20 %)	171
Useassa vähän painevajasta	69
Yhdessä selvä painevajaus (yli 20 %)	144
Useassa selvä painevajaus	64
Tyhjä rengas (ennen vahinkoa)	1
Ylipainetta yhdessä tai useammassa (yli 10%)	55
Muu (esim. sekä ylipainetta että painevajasta)	6
Ei tiedossa	584
Yhteensä	2440

Kuvassa 4 on havainnollistettu selkeämmin ohjearvoista poikkeavat rengaspaineet. Kuvasta voidaan huomata, että suurin osa ohjearvoista poikkeavissa rengaspaineissa painepoikkeama on ollut vain yhdessä renkaassa. Todennäköisimmin yhdessä renkaassa on ollut vuoto. Tapaukset, joissa kaikissa renkaissa on painevajasta, johtuu yleisesti siitä, että auton rengaspaineita ei ole tarkastettu riittävän usein.



Kuva 4. Renkaiden paine ennen onnettomuutta.

Taulukossa 2 on jaoteltu onnettomuudet ajoneuvon osallisuuden mukaan. Yksittäisvahinko tarkoittaa esimerkiksi tieltä suistumista ja eläinvahinko esimerkiksi hirvikolaria. Taulukosta 2 nähdään, että osallisten ominaisuuksilla ei ole suuria merkityksiä rengaspaineiden kannalta.

Taulukko 2. Henkilöautojen renkaiden paine ennen onnettomuutta v. 2003–2012 osallisen ominaisuuden mukaan jaoteltuna.

Renkaiden paine	Osallisen ominaisuus				Yht.
	Pääaiheuttaja	Vastapuoli-puolet	Yksittäisvahinko	Eläinvahinko	
Oikeat (10 %)	545	388	392	21	1346
Yhdessä vähän painevajausta (10–20 %)	71	39	60	1	171
Useassa vähän painevajausta	25	16	25	3	69
Yhdessä selvä painevajaus (yli 20 %)	63	20	61	0	144
Useassa selvä painevajaus	16	18	29	1	64
Tyhjä rengas (ennen vahinkoa)	1	0	0	0	1
Ylipainetta yhdessä tai useammassa (yli 10%)	20	16	17	2	55
Muu (esim. sekä ylipainetta että painevajausta)	1	0	5	0	6
Ei tiedossa	245	127	195	8	584
yhteensä	987	633	784	36	2440

Taulukosta 3 voidaan nähdä, että yli puolet onnettomuuksista on tapahtunut kuivalla kelillä.

Taulukko 3. Henkilöautojen renkaiden paine ennen onnettomuutta v. 2003–2012 keli-tyypin mukaan jaoteltuna.

Renkaiden paine	Kelityyppi					
	Kuiva keli (<0 tai >0 c)	Vetinen keli	Luminen, jäinen	Muu	Ei tie- dossa	Yht.
Oikeat (10 %)	782	232	324	4	3	1345
Yhdessä vähän painevajaus- ta (10–20 %)	91	43	37	0	0	171
Useassa vähän painevajaus- ta	38	16	15	0	0	69
Yhdessä selvä painevajaus (yli 20 %)	77	23	44	0	0	144
Useassa selvä painevajaus	37	14	13	0	0	64
Tyhjä rengas (ennen vahin- koa)	1	0	0	0	0	1
Ylipainetta yhdessä tai use- ammassa (yli 10 %)	38	5	12	0	0	55
Muu (esim. sekä ylipainetta että painevajasta)	5	1	0	0	0	6
Ei tiedossa	374	98	109	1	1	583
Yhteensä	1443	432	554	5	4	2438

Taulukosta 4 voidaan havaita, että tapaukset joissa henkilöautolla on ollut painevajaus-
ta useassa renkaassa, ovat laskeneet vuosina 2008–2012 ja tapaukset, joissa yhdessä
renkaassa on ollut painevajasta ovat lisääntyneet vuosina 2008–2012.

Taulukko 4. Henkilöautojen renkaiden paine ennen onnettomuutta v. 2003–2012 tapahtumavuoden mukaan jaoteltuna.

REPAI-NE(Renkaiden paine)	Tapahtumavuosi										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Oikeat (10 %)	136	136	137	112	167	130	139	114	150	125	1346
Yhdessä vähän painevajausta (10-20 %)	15	5	4	3	21	32	26	25	25	15	171
Useassa vähän painevajausta	21	18	13	7	10	0	0	0	0	0	69
Yhdessä selvä painevajaus (yli 20 %)	5	8	14	10	16	23	13	22	22	11	144
Useassa selvä painevajaus	10	18	17	11	8	0	0	0	0	0	64
Tyhjä rengas (ennen vahinkoa)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Ylipainetta yhdessä tai useammassa (yli 10%)	4	5	8	6	6	3	6	3	5	9	55
Muu (esim. sekä ylipainetta että painevajausta)	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	6
Ei tiedossa	88	87	88	100	89	54	24	15	23	16	584
Total	279	278	282	252	319	242	208	179	225	176	2440
Frequency Missing = 43											

Väärät rengaspaineet eivät olleet välittömänä riskinä yhdessäkään näistä vuosina 2010–2012 tapahtuneista onnettomuuksista, mutta tutkijalautakunnat olivat kirjanneet väärät rengaspaineet (liian alhaiset rengaspaineet, erilaiset rengaspaineet tai ominaisuuksiltaan erilaiset renkaat) taustariskiksi 20:een näistä onnettomuuksista [8].

Näistä 20 onnettomuudesta rajasin pois onnettomuudet, joissa alkoholilla tai sairaskohdauksella oli vaikutus onnettomuuden syntyyn. Jäljelle jäi viisi onnettomuutta, joissa päättelin väärillä rengaspaineilla olleen suurin merkitys onnettomuuden syntyyn ja joissa rengaspaineiden valvontajärjestelmä olisi mahdollisesti voinut estää onnettomuuden.

Tapauksissa esiintyvät analyysit ja arvioinnit perustuvat liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien jäsenten päätelmiin. Ajoneuvotekniset tiedot on jätetty pois, koska niillä ei ole merkitystä rengaspaineiden kannalta.

Välittömät riskitekijät ovat liikennetilanteessa aktiivisesti vaikuttaneita, usein äkillisiä tekijöitä. Vrt. taustariskit, jotka ennemminkin selittävät välittömän riskin syntyä. Taustariskit mahdollistavat tai eivät estä tapahtumien johtamista onnettomuuteen.

Seuraavassa osiossa käsitellään näitä viittä valitsemaani kuolemaan johtanutta moottoriajoneuvo-onnettomuutta yksitellen. Onnettomuuksista on kerrottu lyhyesti tapahtumakuvaus, välittömät ja taustariskitekijät, rengaspaineet sekä oma arvio rengaspaineiden merkityksestä onnettomuudelle. Tutkijalautakunta mittaa rengaspaineet onnettomuuden jälkeen.

4.2 Liikenneonnettomuus 1

Henkilöauto A ajoi seututietä ajonopeudella 80 km/h. Tie oli tasainen ja kaartoi loivasti vasemmalle. Kaarteen jälkeen henkilöauto A alkoi heittelehtimään ja ajautui vastaan tulevien kaistalle. Vastakkaisesta suunnasta lähestyi maastohenkilöauto B ajonopeudella 80 km/h.

Henkilöauto A törmäsi oikealla sivullaan maastohenkilöauton B keulaan.

Tapahtumahetkellä oli päivänvalo ja sää oli kirkas, ilman lämpötila -3 astetta. Tien 6,5 metriä leveä kestopäällyste oli lumipolanteinen, tiekohtainen nopeusrajoitus 80 km/h.

Henkilöauton kuljettaja A1 menehtyi onnettomuuspaikalla ja maastohenkilöauton kuljettaja B1 vammautui.

Välittömät riskitekijät:

Henkilöauton A nopeus oli liian suuri olosuhteisiin ja renkaiden kuntoon nähden.

Osallisen A taustariskit:

Henkilöautossa A oli kuluneet ja erimerkkiset takarenkaat ja vasen takarengas oli huomattavan vajaapaineinen (0,8 bar).

Oma arvio: Arvioni mukaan suurin syy onnettomuuteen johtamiseen oli huonot takarenkaat ja vajaapaineinen rengas vielä vaikeutti ajoneuvon hallittavuutta.

4.3 Liikenneonnettomuus 2

Henkilöauto A ajoi yhdystietä noin 60 km/h. Loivasti oikealle kaartuvan mutkan jälkeen suoran avautuessa kuljettaja A1 menetti korkeassa lumijäisessä polanteessa autonsa hallinnan renkaiden osuessa jyrkkään jääpolanteen reunaan ja ajautui vastaantulijan kaistalle. Vastakkaisesta suunnasta oli tulossa henkilöauto B ylinopeudella (yli 82 km/h), paikalla on nopeusrajoitus 60 km/h. Henkilöautot törmäsivät B:n ajokaistalla nokat vastakkain.

Henkilöauton kuljettaja A1 kuoli heti ja B1 loukkaantui.

Välittömät riskitekijät:

Henkilöauto A joutui sivuluisuun auton kulkiessa pois ajourista. Kuljettaja ei ollut varautunut näin äkkinäiseen hallinnan menetykseen.

Osallisen A taustariskit:

Tieurat huomattavan syvät 4,5–5,5 cm (sallittu hoitotaso 1–5 cm).

Ajorata oli osin jäinen/liukas, (ajourat olivat paljaat).

Autossa A oli vanhat ja vajaapaineiset renkaat kulunein nastoin, mikä vaikeutti osaltaan ajoneuvon hallintaa.

Vasen etu: rikki, oikea etu: 1,8, oikea taka: 1,8, vasen taka: 1,8 (bar).

Mitattujen renkaiden rengaspaineet olivat yli 20 % suositeltua painetta alhaisemmat.

Oma arvio: Huonoilla renkailla oli suuri merkitys ajoneuvon hallinnan menettämiseen ja vajaapaineiset renkaat vielä hankaloittivat lisää ajoneuvon hallittavuutta.

4.4 Liikenneonnettomuus 3

Henkilöauto A ajoi kantatien suoralla osuudella pohjoiseen nopeudella noin 90 km/h. Vastakkaisesta suunnasta oli tulossa henkilöauto B nopeudella noin 70 km/h.

A:n edessä ajanut henkilöauton kuljettaja (silminnäkijä) kertoi, että hän näki henkilöauton A kulkeutuvan vastaantulevien kaistalle ja törmäävän henkilöautoon B.

Henkilöauton kuljettaja B1 kuoli välittömästi onnettomuuspaikalle ja kuljettaja A1 loukkaantui, mutta ei muistanut tapahtumasta mitään.

Sää oli kirkas, päivänvalo, tienpinta kuiva, lämpötila -10 astetta.

Välittömät riskitekijät:

Henkilöauto A on saattanut lähteä ohitukseen. A ei kuitenkaan jarruttanut tai yrittänyt keskeyttää ohitusta. Edessä ajaneen silminnäkijän mukaan A:n ajo oli rauhatonta, välillä auto saavutti ja välillä jäi kauemmas.

Osallisen A taustariskit:

Osallisella A oli vähäinen (noin puolen vuoden) ajokokemus.

Edellä ajaneen henkilöauton nostattama lumipilvi saattoi haitata näkyvyyttä eteen.

Renkaiden ilmanpaineissa oli merkittäviä eroja, mikä on saattanut vaikuttaa auton ohjattavuuteen.

Vasen taka: 1,2, Oikea taka: 1,9, eturenkaat tyhjä. Mitattujen renkaiden rengaspaineet olivat yli 20 % suositeltua painetta alhaisemmat.

On myös mahdollista että edellä ajanut auto yritti tahallaan estää A:n ohitusta kiihdyttämällä nopeutta.

Oma arvio: Rengaspaineilla on tuskin ollut suurta merkitystä siihen, että ajoneuvo on ajautunut vastaantulevienkaistalle. Ajautuminen vastaantulevien kaistalle on johtunut tuntemattomasta syystä. Arvelisin, että kuljettaja A1 on saattanut nukahtaa rattiin.

4.5 Liikenneonnettomuus 4

Henkilöauto A ajoi valtatieä pohjoiseen, saavutti ajoneuvon B ja aloitti ohituksen siirtyen vastaantulevien kaistalle. Vastaantulevan liikenteen takia kuljettaja A1 keskeytti ohituksen päättämällä palata takaisin kaistalleen B:n taakse. Samalla kuljettaja B1 havaitsi liikennetilanteen ja jarrutti tehdäkseen tilaa ohittajalle. Palatessaan kaistalleen A:n oikea etukulma osui B:n vasempaan takaosaan.

Törmäyksen seurauksena henkilöauto B suistui vastaantulevienkaistalle, jossa henkilöauto C törmäsi jarruttamatta B:n oikeaan sivuun.

Henkilöauto B:n etuistuimella ollut matkustaja B2 kuoli heti.

A:n ja B:n nopeudet olivat liikenneonnettomuuden alkaessa noin 80 km/h ja C:n 70 km/h.

Tiellä oli 80 km/h nopeusrajoitus A:n ja B:n tulosuuntaan ja 100 km/h C:n tulosuuntaan.

Sää oli kirkas, päivänvalo, 10,0 m leveä asfalttipäällyste oli kuiva ja ilman lämpötila -2 astetta.

Välittömät riskitekijät:

A1 lähti ohitukseen, vaikka C oli lähietäisyydellä. B1 hidasti ohitustilanteessa, jolloin B jäi A:n sivuttaisliikkeen linjalle. C1 havaitsi vaaratilanteen liian myöhään, eikä kyennyt estämään yhteentörmäystä.

Osallisen A taustariskit:

Henkilöautossa A oli liian alhaiset rengaspaineet, mikä on saattanut vaikuttaa auton hallittavuuteen nopeassa ohjausliikkeessä.

Vasen etu: 2,3, oikea etu: 1,4, vasen taka: 1,5, oikea taka: 1,6. Kolmessa renkaassa selvä painevajaus.

A 1 lähti ohitukseen varmistamatta, että ohitus voidaan tehdä turvallisesti.

Virhearvio B:n toiminnasta ohitustilanteessa: A 1 oletti B:n jatkavan ajoaan tasaisella nopeudella.

Nopean etenemisen asenne.

Tehokkaan auton suorituskykyyn luottaminen.

Väsymys/vireystilan lasku vaikutti havainto-, harkinta- ja toimintakykyyn.

Pitkäkestoinen ja turruttava ajotehtävä.

Työmatka henkilöautolla yöaikaan.

Valtatiellä ei ole riittävästi turvallisia ohituspaikkoja.

Oma arvio: Rengaspaineilla on tuskin ollut kovin suurta merkitystä, koska kuljettaja A1 ei ilmeisesti menettänyt ajoneuvon hallintaa, vaan teki virhearvion palatessaan omalle kaistalleen.

4.6 Liikenneonnettomuus 5

Henkilöauto A suistui seututieltä vasemmalle johtavassa kaarteessa vasemmalle. Kuljettaja A1 menetti autonsa hallinnan, jonka seurauksena auto heittelehti, pyörähti pituussuunnassa ympäri ja päätyi sivuojaan katolleen. Nopeuden arvioidaan olleen vahingon alkaessa enintään 70–80 km/h.

A1 kuoli heti.

Vahinko tapahtui päivänvalossa, asfalttipäällysteinen tie oli osittain jäässä, ilman lämpötila +2,5. Ojanpohja oli 1,5 metriä tien pintaa alempana. Paikalla oli yleisrajoitus 80 km/h.

Välittömät riskitekijät:

Ajoneuvon hallinnan menetys.

Osallisen A taustariskit:

Liian suuri tilannenopeus, liukas tie, paikallinen liukkaus, A1 ei varautunut keliolosuhteiden muutokseen, A:ssa oli liian alhaiset rengaspaineet 1,5 -1,7 bar. Kuormaus (tavara-tilassa kuormaa 100 kg), kaarteessa ei ollut kaidetta.

Oma arvio: Rengaspaineilla on ollut varmasti vaikutus hallittavuuteen, varsinkin, jos takarenkaat ovat olleet vajaapaineisemmat renkaat. Ajoneuvon kuormaustilanteessa pitäisi olla hieman ohjearvoja korkeammat rengaspaineet.

5 Valmistus- ja käyttökustannukset

5.1 Valmistuskustannukset

EU-säädöksen piiriin kuuluvissa autoissa on tehtaalta tullessaan jo asennettu rengaspainevalvontajärjestelmä, joka on siten sisältynyt auton ostohintaan.

Markkinoilla olevien anturien hinnat ja laatu vaihtelevat erittäin paljon. Tällä hetkellä suurimmat anturivalmistajat tulevat Amerikasta, Euroopasta sekä Aasiasta ja niiden tuotevalikoimissa on sekä OE- (autonvalmistajien alkuperäisosa) että jälkimarkkina-antureita. Markkinoilla olevien anturien hintahaitari on tällä hetkellä noin 50–250 €/kpl. [4], joten uuden auton hinta nousee 200–1000 € rengaspainevalvontajärjestelmän takia.

Rengasliikkeiltä uudistus vaatii runsaan tuhannen euron ohjelmointijärjestelmän hankkimisen. Se on rengasliikkeelle kuitenkin kannattavaa, sillä he saavat samalla myös lisää asiakkaita.

5.2 Vaikutus polttoainekustannuksiin

Liian alhainen rengaspaine lisää polttoaineen kulutusta. Esimerkiksi 0,5 bar:n painevajaus lisää polttoaineen kulutusta noin 0,1–0,3 litraa 100 kilometrillä. [9, s. 12.]

Koska vierintävastus on lähes nopeudesta riippumaton, kun taas ilmanvastus kasvaa jyrkästi nopeuden lisääntyessä, vierintävastuksen osuus auton kokonaisvaikutuksista on suurimmillaan pienillä ajonopeuksilla. Ajettaessa pienillä nopeuksilla sellaisissa olosuhteissa, joissa pysähdyksiä on harvoin eli jolloin energiaa ei tarvita kiihdytyksiin, vaa-paineiset renkaat voivat kasvattaa kulutusta jopa 20 %. [5, s. 91.]

5.3 Rengaskustannukset

Oikein toimiva TPMS-järjestelmä ilmoittaa heti, jos auton rengas vuotaa ja vuotava rengas voidaan paikata heti, ennen kuin rengas menee pilalle. Uuden renkaan hinta on koosta ja valmistajasta riippuen noin 100–250 €/kpl.

Jos renkaissa on 0,4 bar:n painevajaus, renkaat kuluvat 25 % nopeammin, kuin oh-jearvojen mukaisissa rengaspaineissa olevat renkaat.

5.4 Korjaus- ja huoltokustannukset

Suorassa rengaspainevalvontajärjestelmässä on paristot, joiden kestoikä on arviolta 5–7 vuotta, mutta Suomen talviolosuhteet saattavat lyhentää paristojen kestoikää huomattavasti. Paristot sijaitsevat vanteen sisällä, joten renkaat on otettava vanteelta pois, että paristot voidaan vaihtaa. Tämä työ maksaa noin 110 € + paristojen hinnan, ellei paristoja vaihdeta renkaiden uusimisen yhteydessä.

Autoilijan olisi järkevä vaihtaa rengaspaineanturit tai niiden paristot (jos paristot ovat vaihdettavissa) aina renkaiden uusimisen yhteydessä, vaikka paristot eivät olisikaan

tyhjät. Autoilijan kannattaa vaihtaa rengaspaineanturit, jos ne alkavat lähestyä iältään 10:tä vuotta tai venttiilit näyttävät pahoin hapettuneilta. Anturien elinikään vaikuttavat lämpötila, teiden suolaus ja ajomatka. [10, s. 19.]

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. [10, s. 19.]

5.5 Esimerkkilaskelma

Henkilö A ostaa uuden auton, joka on varustettu rengaspainevalvontajärjestelmällä, maksaa siitä 18 000 €, ja henkilö B ostaa uuden auton jossa ei ole rengaspainevalvontajärjestelmää, maksaa siitä 17 500 €, kun rengaspainevalvontajärjestelmän hinnaksi on arvioitu 500 €.

Molemmat kuljettajat ajavat autolla vuodessa 20 000 kilometriä. Kuljettaja B ei koskaan tarkasta rengaspaineita ja ajaa tietämättään 10 000 kilometriä 0,5 bar vajailla rengaspaineilla. Koska auto kuluttaa 0,2 litraa enemmän polttoainetta 100 kilometrillä, niin kuljettajan B auto kuluttaa 20 litraa enemmän polttoainetta kuin kuljettajan A.

20 litraa polttoainetta maksaa noin 30 € (bensiniin ja dieselin keskiarvo). Henkilö B joutuu myös uusimaan renkaansa 25 % useammin kuin henkilön A. Uusi rengassarja maksaa noin 500 €.

Näiden perusteella olen laskenut, että rengaspainevalvontajärjestelmä maksaa itsensä takaisin 7 vuodessa, jos oletetaan, ettei rengaspainevalvontajärjestelmään tule vikoja. Rengaspainevalvontajärjestelmän vikaantumisen ja sen korjaus muuttaa kustannusarviota.

6 Yhteenveto

Työssä käytettiin Liikennevakuutuskeskuksen aineistoa tutkijalautakuntien vuosina 2003–2012 tutkimista kuolemaan johtaneista moottoriajoneuvo-onnettomuuksista. Liikennevakuutuskeskus avusti aineiston käytössä.

Työssä selvitettiin, onko rengaspainevalvontajärjestelmästä todella hyötyä autoilijoiden kannalta vai onko se taas yksi ”turha laki”, niin kuin monet, varsinkin ammattikuljettajat, ovat sanoneet.

Onnettomuustilastojen perusteella katsoisin, että rengaspaineiden valvontajärjestelmän merkitys turvallisuuden kannalta on melko vähäinen eikä uusi laki paranna autoilijoiden turvallisuutta merkittävästi, mutta tutkimusten perusteella rengaspaineiden valvontajärjestelmän ansiosta autoilijat voivat säästää merkittävästi polttoaine- ja rengaskustannuksissa.

Vaikka moni autoilija tiedostaa, että rengaspaineet pitäisi tarkastaa vähintään kerran kuukaudessa, suurin osa autoilijoista ei viitsi tarkastaa rengaspaineita niin usein. On myös niitä autoilijoita, jotka eivät tiedä, että rengaspaineet pitää tarkastaa kerran kuussa tai eivät osaa itse tarkastaa paineita ja rengaspainemittarikin on aivan vieras esine. Myös tieto siitä, kuinka paljon rengaspainetta pitää olla, saattaa tuottaa vaikeuksia osalle autoilijoista.

Tilastojen perusteella näitä edellä mainittuja autoilijoita on niin paljon, että se on yksi suurimmista syistä uuden lain voimaan tulon kannalta [1].

Työn aiheen pohjalta voisi jatkossa toteuttaa laajemman tutkimuksen esimerkiksi ottamalla enemmän tutkinta-aineistoa käsiteltäväksi. Tässä työssä tutkittiin vain kuolemaan johtaneita onnettomuuksia, ja muita onnettomuuksia on varmasti paljon enemmän. Tutkinta-aineistoa voisi ottaa käyttöön myös ulkomailta, esimerkiksi Yhdysvalloista, jossa rengaspainevalvontajärjestelmä on ollut käytössä jo paljon kauemmin.

Lähteet

1. Taskinen, Kimmo. Loppuvuonna astuu voimaan uusi laki – voi aiheuttaa hankaluuksia autoilijoille. Verkkodokumentti. Iltasanomat. <<http://www.iltasanomat.fi/autot/art-1288676190739.html#comments-anchor>>. Luettu 10.2.2015.
2. Rengaspainevahti vaaditaan vain ensimmäiseen rengassarjaan, eikä kaikkiin henkilöautoihin. Verkkodokumentti. Se-Mäkinen Oy. <<http://www.se-makinen.fi/node/index/details/node/rengaspainevahti-pakolliseksi/format/html/language/fi/page/etusivu>>. Luettu 10.2.2015.
3. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 661/2009. Verkkodokumentti. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:200:0001:0024:FI:PDF>>.
4. Rengastietoa. Verkkodokumentti. Vianor Oy. <<http://vianor.fi/rengastietoa/tpms-jarjestelma/tpms-usein-kysyttya/>>. Luettu 10.2.2015.
5. Ikonen, Markku. 2013. Aja taloudellisesti. Oppimateriaali. Turun Ammattikorkeakoulu. <<http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163936.pdf>>.
6. Tammi, Kari. 2014. Oppimateriaali kurssilta Ajoneuvojen turvajärjestelmät.
7. Hybridi rengaspainevalvonta. Verkkodokumentti. TRW <http://www.trw.com/sites/default/files/TRW_ge_hybridtpms_en.pdf>. Luettu 10.2.2015.
8. VALT vuosiraportti. 2014. Verkkodokumentti. Liikennevakuutuskeskus. <<http://www.lvk.fi/fi/Raportit/Vuosiraportit>>.
9. Ruusu, Antti. 2013. Polttoaineen kulutuksen vähentäminen. Insinööriyö. Mikkelin Ammattikorkeakoulu. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/62243/Ruusu_Antti.pdf?sequence=1>.

10. Soinila, Jukka. 2014. Rengaspainevalvonta. Insinööriyö. Metropolia Ammatti-
korkeakoulu.

<<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/76976/Opinnaytetyo%20Soinila.pdf?sequence=1>>.

