

## Teematutkinta

# RENGASRÄJÄHDYKSET

Tutkittujen kuolemantapausten taustat, keskeiset syyt ja vastaavien tapaturmien torjuntakeinot.



TOT-teematutkinnassa tutkitaan työpaikalla sattunut uusin kuolemantapaus ja analysoidaan samalla aiemmin tutkitut vastaavankaltaiset TOT-tapaukset. TOT-teematutkinnan keskeisenä tavoitteena on esittää vastaavien tapaturmien torjuntaa hyviksi todettujen käytäntöjen ja nykytekniikan avulla.

# 1. Tutkittujen rengasräjähdysten taustat

Tapaturmavakuutuslaitosten liiton johdolla on tutkittu vuosina 1987 -2011 yhteensä 9 työntekijän kuolemaan ja 2 työntekijän vahingoittumiseen johtanutta rengasräjähdystä. Näistä 3 on sattunut rengasliikkeissä, 3 mekaanisen puuteollisuuden yrityksissä ja 2 kuljetusliikkeissä. Lisäksi yksittäisiä tapauksia on sattunut autokorjaamolla, kiviteollisuudessa ja renkaan pinnoitusyrityksessä. Räjähäntynyt rengas oli 6 tapauksessa kuorma-auton rengas ja 3 tapauksessa työkoneen rengas.

Renkaan aiheuttama painepurkaus aiheutti 8 kuolemantapausta ja 2 loukkaantumista. Näistä tapauksista on laadittu TOT-raportit 37/87, 3/97, 14/97, 10/02, 14/03, 23/03, 20/06 sekä vuonna 2011 sattuneen tapauksen kuvaus (3/11, Liite 1). Yksi onnettomuus aiheutui siitä kun lukkorengas oli jäänyt asentamatta, TOT-raportti 10/02. Lisäksi kaksi kuolemantapausta on sattunut muussa rengasalan työssä, kun paistokammion pääty irtosi räjähtämällä (TOT 11/05) ja auton asentaja puristui kuorma-auton renkaan ja lokasuojan väliin (TOT 28/01).

Tutkituissa tapauksissa oli kaksi täysin samanlaista rengasräjähdystä (TOT 14/96 ja TOT 20/06), joissa kiilakiinnitteistä ”tykkipyörää” oltiin irrottamassa tai asentamassa.

Tutkitut tapaukset osoittavat sen, että rengastöitä tehdään useilla toimialoilla ja monenlaisille kuljetus- ja kuormausvälineille. Näiden yritysten asennushenkilökunta ei pääsääntöisesti ollut saanut rengastöihin minkäänlaista turvakoulutusta.

## 2. Rengasräjähdysten keskeiset syyt

### 2.1 Räjähähdysvaaraa ei pidetty omalla kohdalla mahdollisena

Kaikissa tutkituissa tapauksissa räjähdysvaaraa ei ollut tiedostettu.

Tämä ilmeni siinä, että

- käytettiin väärä työmenetelmiä
- renkaista ei poistettu painetta
- nojattiin täytön aikana renkaaseen kyynärpäällä,
- rengasta kuunneltiin asettamalla korva aivan sen viereen
- käytettiin pituudeltaan vain 0,5m mittaista täyttöletkua tai
- tarkastettiin riittämättömästi rengasta tai vannetta.

Paineenalaista rengasta hakattiin usein myös ohjeiden vastaisesti purkamisen helpottamiseksi rautakangella tai lekalla, mikä oli osasyynä räjähtämiseen. Lisäksi yhden renkaan vannetta korjattiin hitsaamalla, jolloin renkaan sisään muodostuneet savukaasut paloivat nopeasti räjäyttäen renkaan (TOT 37/87).

Yhdessäkään tutkitussa tapauksessa ei käytetty rengastöihin rakennettua turvatai rengashäkkiä. Useissa tapauksissa se oli kyllä hankittu työpaikalle, mutta sitä ei juurikaan käytetty.

## **2.2 Kokemattomuus ja puutteet perehdyttämisessä**

Kaksi kolmasosaa tapauksista sattui muille työntekijöille kuin päätoimisten rengasliikkeiden työntekijöille ja heitä ei ollut riittävästi perehdytetty rengastöiden vaaroihin ja turvallisiin työmenetelmiin. Rengasalan työntekijät olivat vastaavasti pääosin kokeneita ja koulutettuja, ja heille rengasräjähdyksiä sattuukin selvästi harvemmin kuin muille rengastyötä tekeville. Erityisesti raskaan renkaiden osalta puutteita on myös perehdyttäjien koulutuksessa.

## **2.3 Puutteita valvonnassa ja vaarojen arvioinnissa**

Rengastöille on laadittu selkeitä ohjeita ja määräyksiä viranomaisten ja alan toimijoiden toimesta, mutta niiden soveltamista työpaikoilla ei ollut valvottu riittävästi. Puutteellinen valvonta johtuu osaltaan useasti siitä, etteivät valvontavastuussa olevat henkilöt ole tiedostaneet vaaratilanteita, eikä heille kuuluvia oikeudellisia vastuitaan. Tapauksia tutkittaessa havaittiin myös puutteita sekä vaarojen arvioinnissa että perehdyttäjien osaamisessa ja asenteissa.

## **2.4 Renkaan tai vanteen vaarallista vaurioitumista ei tunnistettu**

Renkaat, joilla on ajettu vajaapaineisina/tyhjinä, muodostavat valtaosan raporttien kuolemantapauksista. Renkaan poikkeukselliseen kulumiseen tai vajaapaineisena ajamiseen ei kiinnitetty riittävästi huomiota. Keskeistä räjähdyksissä oli myös se, että tyhjää rengasta paineistettiin vian etsintää varten.

Renkaiden runkolankojen vaurioituminen oli keskeisin syy renkaiden räjähtämiseen. Yhdessäkään tapauksessa rengasta tai vannetta ei ollut tutkittu asianomaisella tavalla, irrottamalla rengas vanteelta, pesemällä rengas ja vanne ja tutkimalla mahdollisia vauriokohtia. Vauriotutkimusta ei ilmeisesti useimmissa tapauksissa osattu tehdä tai ei ole ollut kunnollisia laitteita renkaan tai vanteen tutkimiseen.

Ongelmaksi todettiin myös se, että ajoneuvoa kuljettanut henkilö ei ollut joko huomannut ajon aikana renkaan vajaapaineisuutta tai huomattuaan sen, ei ollut jättänyt siitä selkeää tietoa renkaan korjaajille. Tällöin renkaan korjaaja oli eräässä tapauksessa päätellyt virheellisesti ainoastaan venttiilin vuotaneen (TOT 3/97).

## **2.5 Ongelmat ”tykkipyörien” kanssa**

Ns. ”tykkipyörien” irrottamisessa ja purkamisessa ei noudatettu turvaohjeita (TOT 14/96, TOT 14/03, TOT 11/06 ja TOT 20/06). Lukkovanteita on tykkipyörissä, joita käytetään esim. saha- ja puunjalostusyrityksissä sekä varsin yleisesti yli 14 tn trukeissa, työkoneissa, nostureissa, maansiirtokoneissa ja kaivoskoneissa. Nämä pyörät kiinnitetään koneeseen kiilapaloilla eikä vanteissa ole varsinaista keskiötä. Paripyörien väliin asennetaan metallilieriö ja pinnanpulttikiinnitys menee kiilojen lä-

pi. Ohjaavat pyörät kiilataan kiinnikkeitä vasten. Ongelmana tässä kiinnitystavassa on irrotettaessa se, että epäpuhtautta kertyy kiinnityselimiin ja usein käytetään väärä voimakeinoja.

### **3. Vastaavien rengasrjähdysten torjuntakeinot**

#### **3.1 Vaarojen arviointi**

Työnantajan vastuulla on riittävän järjestelmällisesti selvittää ja tunnistaa työpaikan yleisistä työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat rengastyön vaara- ja haittatekijät. Perehdyttämisessä tulee käyttää todellisia esimerkkejä tapaturmista, joissa työntekijä on vahingoittunut tai menehtynyt toimiessaan vastoin turvaohjeita.

Turvallisia työmenetelmiä suunniteltaessa on hyvä, että suunnitteluryhmään osallistuvat sekä esimiehet että työntekijät. Työmenetelmien ja käytettävien välineiden muuttuessa vaarat pitää arvioida uudelleen.

Vaarojen arvioinnissa tulee kiinnittää huomiota erityisesti seuraaviin tilanteisiin:

- paripyöräasennukset,
- paripyörät, jotka on varustettu välissä olevalla metallilieriöllä (tykkipyörät),
- kun työskennellään jaettujen vanteiden kanssa,
- pinnoitettu rengas, jossa on havaittu pintavikoja,
- käyttöpainetta alhaisemmalla paineella ajettu rengas,
- ylikuormituksen alaiseksi joutunut pyörä,
- liikenneonnettomuudessa vahingoittunut pyörä,
- epäillään piilevää vanneauriota tai
- epäillään piilevää rengasvauriota.

Piilevän rengas- tai vanneaurion tunnistamisessa auttaa paljon käyttäjältä saatu informaatio. Vaurion korjaajan tulee myös kysyä vaurioitumiseen liittyviä yksityiskoh-  
tia. Käyttäjä on velvollinen kertomaan vaurion taustatekijöistä.

#### **3.2 Rengasalan koulutuksen laajentaminen kaikkiin rengastöitä tekeviin**

Rengastöihin osallistuva henkilökunta tulisi ehdottomasti saattaa riittävän turvallisuuskoulutuksen piiriin. Heillä tulisi olla yleinen TTK:n myöntämä työturvallisuuskortti ja rengasturvallisuuskortti. Erityisen tärkeitä kohderyhmiä ovat etenkin rengasalan muut satunnaisesti tai oman työn ohella rengastöitä tekevät, jotka työskentelevät teollisuudessa, kuljetusaloilla jne.

Rengasturvallisuuskortti on verrattavissa tulityö-hygienia yms. erikoiskoulutukseen ja siitä on saatu erinomaisia tuloksia turvallisuusajattelun parantajana alan erikoisliik-  
keissä. Tästä on osoituksena mm. tutkitut yhdeksän rengasrjähdyskuolemaa, joissa ammatikseen renkaan asennustöitä tekevien ja koulutettujen osuus on ollut vain yksi kuolemantapaus.

Perehdyttäjien riittävä osaaminen edellyttää hyvää rengasalan tuntemista ja osaamista sekä rengasturvallisuuskortin suorittamista ja päivittämistä sekä riittävä pedagoginen kokemus/pätevyys. Hänen tulee tuntea työturvallisuusmääräykset sekä työnantajan että työntekijän vastuut.

Teollisuuden yhteisiltä työpaikoilta on tullut esiin vaatimus, että yritykset edellyttävät jatkossa rengastöiden tekemisen ehdoksi omalla alueellaan sitä, että rengastyöntekijöillä on rengasturvallisuuskortti ja asianmukaiset työvälineet.

### **3.3 Raskaan kaluston renkaiden turvallinen paineistaminen**

Rengastyössä työ ajan myötä arkipäiväistyy ja työstä vaarallisen” paineastian” kanssa tulee rutiini arkipäiväinen homma. Kokeneet asentajat, jotka tehneet pitkään tietävät vaaran, mutta ovat tottuneet ja tuudittautuvat helposti virheellisesti uskomaan, ettei nytkään mitään satu, kun ei ole mitään aiemmin sattunut.

Aina kun rengasta paineistetaan, tulee varmistaa, että vaara-alueella ei ole muita henkilöitä.

#### **a) Täyttöhäkki käytettävissä**

- Varmista ensin, että täyttöhäkin päällä tai ympärillä ei ole esineitä tms., jotka lentävät ympäristöön renkaan räjähtäessä. Häkkiin ei saa kiinnittää mitään ylimääräistä.
- Aina ensimmäiseksi renkaan ja vanteen tarkistus.
- Esitäyttö suoritetaan pyörän ollessa asennuskoneessa.
- Esitäyttöpaine n. 3 bar. Varmista, että rengas on noussut vanteelle
- Varsinainen käyttöpaine häkissä siten, että ensin paineistetaan n.15% yli varsinaisen käyttöpaineen, sitten muutaman minuutin (5-15min.) varoajan jälkeen lasketaan normaaliin käyttöpaineeseen. Erytishuomio tulee kiinnittää korjattuihin tai pinnoitettuihin renkaisiin.
- Rengas kiinnitetään ajoneuvoon

#### **b) Ei täyttöhäkkiä**

Jollei turvahäkkiä ole, tulee kaikille renkaita käsitteleville opettaa oikea ja mahdollisimman turvallinen menettelytapa renkaita paineistettaessa.

- Aina ensimmäiseksi renkaan ja vanteen TARKKA tarkistus
- Esitäyttö suoritetaan pyörän ollessa asennuskoneessa
- Esitäyttöpaine n.3 bar, ja varmista, että rengas on noussut kunnolla vanteelle
- Asennetaan rengas ajoneuvoon edellä mainitussa paineessa ja pyöränpulttien kiinnityksen jälkeen normaali käyttöpaine siten, että paineistaminen suoritetaan min. 2 m pitkällä täyttöletkulla ja täyttäjän tulee olla AINA renkaan kulutuspuolella suunnassa.
- Vasta tämän jälkeen lasketaan ajoneuvo tunkilta



HUOM. Käsiteltäessä suurten työkoneiden renkaita tulee täyttöletkun pituus suhteuttaa renkaan kokoon, jolloin täyttöletku pitää olla joissakin tilanteissa jopa 3,5 m.

### c) Lisähuomautukset

- Renkaanvaihtopaikoilla painejärjestelmä tulee saattaa sellaiseen kuntoon, että ko. koeponnistus on mahdollista
- Maksimipainetta määritettäessä tulee kuitenkin ottaa huomioon rengasvalmistajan painerajat.
- Mikäli vaihdettavat renkaat jäävät varastoon odottamaan jatkokäyttöä, on varastoinninpaine 50% käyttöpaineesta.
- Lisätäytöt edellisen ohjeen mukaan.
- Tasapainottaminen tulee tehdä kuitenkin lopullisella käyttöpaineella.

Pääperiaatteena renkaiden paineistamisessa on välttää suuripaineisen renkaan käsittelyä ja toisaalta varmistaa täytetyn renkaan mahdollisimman turvallinen käsittely sen eri työvaiheissa. Suosituksen taustalla on tapauksia, joissa rengas on räjähtänyt esim. häkissä käyttöpaineisena.

Jos rengas on alkanut vuotaa ajon aikana ja siihen on laitettu venttiilin kautta korjausaineita, niin rengas voi räjähtää kun sitä hitsataan.

## 3.4 Ajoneuvojen ja työkoneiden käyttäjien valistaminen ohjeilla ja koulutuksella

Valtionhallinnon ja muiden suurten toimijoiden tulee tiedottaa turvallisuuskoulutusmahdollisuudesta. Suurin rengasräjähdysriski on rengastöitä satunnaisesti ja oman työn ohessa tekevillä. Riski on suuri myös, jos rengastyö mielletään täytetyöksi, jota pystyy tekemään miltei jokainen. Yleensä ei tiedosteta kuinka vaarallinen painepurkaus on. Työturvallisuuskeskuksen julkaiseman renkaan turvallisen paineistamisen oppaan mukaan 11.00 R 20 -kokoisen kuorma-auton renkaan räjähtäessä kahdeksan barin paineella tuloksena on 32 tonnin paineaalto.

Renkaissa voidaan käyttää ajon aikana myös painevahtia, joka on helppo ja halpa ratkaisu raskaiden renkaiden rengaspaineiden seurantaan. Painevahti on venttiiliin asennettava ledivalo, joka alkaa välkkyä kun rengaspaine putoaa 0,6 baria. Normaalisti venttiili on venttiilinsuojan sisällä ja päällä on musta venttiilinsuojan hattu. Painevahdissa venttiilinsuojan hattu on valkoinen, joten se alkaa loistaa kokonaan punaisena, kun venttiiliin ruuvattu, paineen alenemisesta kertova ledi välkky.

Rengastöiden turvallistamista varten on laadittu kuvilla varustetut ohjeet renkaiden ja vanteiden tarkastamista ja hylkäämistä (Liitteet 2, 3, 4, 5 ja 6).

## 3.5 Alan erikoisliikkeiden palvelujen käyttäminen

Rengasräjähdysriskiä voidaan myös merkittävästi vähentää, jos tietyt riskialttiit rengastyöt kuten tykkipyörät ja suuret renkaat, korjataan ja asennetaan vain rengasalan erikoisliikkeissä.

## **4. Tutkimuksessa mukana olleet TOT-tapaukset, rengasräjähdykset**

TOT 37/87 Asentajan kuolema työkoneen vuotavaa pyörää hitsattaessa

TOT 14/96 Huoltomies kuoli pyörän räjähdettyä kesken irrotustyön

TOT 3/97 Rengas räjähti, ulospurkautunut ilma osui korjausmiestä rintakehään

TOT 10/02 Pyöräkuormaajan rengas irtosi paineistuslaitteesta ja törmäsi voimalla asentajaan

TOT 14/03 Kaksi miestä kuoli pyöräkuormaajan renkaan paineen purkauduttua

TOT 23/03 Rengas räjähti koeponnistuksen yhteydessä

TOT 11/06 Rengas räjähti asennettaessa paikalleen ajoneuvonosturiin

TOT 20/06 Rengas tyhjjeni räjähdysmäisesti lukkorenkkaan murruttua renkaan vaihdon yhteydessä

TOT 3/11 Liite 1 Yrittäjä menehtyi renkaan räjähdettyä asennuskoneessa

### **Lisätietoja**

Kumialalle suunnatun Rengasturvallisuuskortti-koulutuksen järjestävät Työturvallisuuskeskuksen (TTK) kumiteollisuuden ja autonrengasalan työalatoimikunta, jossa ovat edustettuina alan työnantaja- ja palkansaajajärjestöt.

Työturvallisuuskeskus on julkaissut kaksi renkaiden paineistamiseen liittyvää työpai-  
kan seinälle kiinnitettävää moniväristä julistetta, jotka liittyvät kuulon suojaamiseen ja  
turvahäkin käyttöön. Niitä voi tilata Työturvallisuuskeskuksesta. Lisätietoja saa osoit-  
teesta: [http://www.tyoturva.fi/toimialat/kumiteollisuus\\_ja\\_autonrengasala](http://www.tyoturva.fi/toimialat/kumiteollisuus_ja_autonrengasala)

### **Liitteet**

Liite 1 Kuvaus uusimmasta rengasräjähdyksestä

Liite 2 Ohjeita renkaiden hylkäämiseen

Liite 3 Ohjeita vanteiden hylkäämiseen

Liite 4 Tykkipyörät. Vanteen hylkäyskriteerit ja asennusohjeet

Liite 5 Pyörän asennus ajoneuvoon

Liite 6 Jaettavat vanteet, esimerkki turvallisesta työskentelystä

## Liite 1

# Vuonna 2011 sattunut rengasräjähdys

Yrittäjä menehtyi renkaan räjähdettyä asennuskoneessa



**Kuva 1. Täyttömittari ja asennuskoneessa räjähtänyt rengas.**

Tapaturmalla ei ollut silminnäkijöitä. Tapaturman kulku on päätelty tapahtumapaikan tutkinnan ja tehtyjen haastattelujen perusteella. Tapaturma oli sattunut perjantaina iltapäivällä. Tapaturmassa kuollut yrittäjä NN (69- v.) löydettiin kuolleena hallin lattialta seuraavana maanantaina puolen päivän jälkeen ohikulkijan toimesta. NN:llä oli pieni yhden miehen kuljetusliike. Hänellä oli ollut aiemmin useita vuosia myös rengasalan yritys, jossa kerrotun mukaan oli ainakin kaksi vaaratilannetta kun rengas oli räjähtänyt.

Tapaturmassa räjähtänyt kuorma-auton rengas oli tuotu yritykseen korjattavaksi. Rengas vanteineen oli kiinnitetty asennuskoneeseen. NN oli ryhtynyt paineistamaan rengasta vuotokohdan löytämiseksi. NN käytti täyttömittaria, jossa oli noin 0,5 metriä pitkä täyttöletku (Kuva 1). NN lukitsi mittarin kahvan täyttöasentoon rautalangalla. Lukituksen tarkoituksena oli ilmeisesti täyttää rengas ”omia aikojaan”, jotta NN olisi voinut tehdä samalla muita töitä. Kun rengas oli joko täyttynyt tai antanut hälyttäviä



ääniä, NN siirtyi renkaan eteen joko tarkastellakseen rengasta tarkemmin tai irrottaakseen täyttöletkun renkaasta.

Kun NN oli renkaan edessä, rengas räjähti yläosastaan aiheuttaen 110 cm pitkän kehän suuntaisen repeämän. Räjähdyksen paineaalto oli suuntautunut NN:n kasvoihin ja ylävartaloon. NN kuoli välittömästi. Yrityksessä ei ollut renkaan levittäjää rengasvaurioiden havaitsemiseen eikä turvahäkkiä.



**Kuva 2. Renkaan pinnassa ollut kulumisjälki (sormen kohdalla) ja osa pinnan repeämisjäljestä.**

Räjähäntänyt rengas oli tehdaspinnoitettu. Levypyörä oli normaali 9x22.5 teräslevypyörä. Asennuskone oli vanha mutta normaalisti toimiva. Keskeinen syy räjähdykseen oli renkaan vajaana tai tyhjänä ajossa syntynyt runkolankojen vaurio, joka aiheutti paineistettuna 110 cm:n pitkän ja hyvin suorareunaisen repeämän (Kuva 2).

Työmenetelmä ei ole vastannut turvallisen asennuksen kriteereitä. Rengas, jossa oli havaittavissa selvät tyhjänä/vajaana ajosta kertovat hankaumat, ei ollut paineistamiskelpoinen. Renkaan runkolangat olivat vaurioituneet. Rengashallissa ei ollut alkeellisimpiakaan turvavarusteita. Renkaan levittäjää, jolla rungon vauriot olisi voinut todeta, ei ollut. Lisäksi turvahäkki paineistusautomaatilla olisi todennäköisesti voinut estää tapaturman seuraukset.

## Liite 2

# Ohjeita raskaiden renkaiden hylkäämiseen

Jos renkaassa tai vanteessa havaitaan jokin seuraavista vaurioista, niitä ei tule asentaa ja ne on **poistettava käytöstä ja romutettava**:



**Kuvasarja 1:** Paripyörän rengas vaurioituu, jos sillä ajettu tyhjänä tai selvästi alipaineisena. Renkaan sivuissa on selvästi **havaittavaa hankaumaa, kulumaa tai värimuutosta**. Lisäksi renkaan sisäkalvossa voi olla kulumaa tai värimuutosta tai rengasta alta otettaessa se on erittäin lämmin tai jopa kuuma. On myös erittäin tärkeää varmistaa, että kyseisen parin täyspainainen rengas on jatkossa myös käyttökuntoinen.



**Kuvasarja 2:** Pienetkin **renkaan sisäkalvovauriot** aiheuttavat romuttamisen, jos niitä on enemmän kuin yksi. **Yksi voidaan ehkä korjata**, mutta useampia ei. Vaurio voi johtua valmistusvirheestä, iskusta tai esineen pistosta ajon aikana tai alhaisella paineella ajamisesta. Korjauksen jälkeenkin kalvo voi vaurioitua edelleen johtuen myöhemmin ”paulan” syntymiseen renkaan kylkeen ja edelleen renkaan räjähtämiseen.

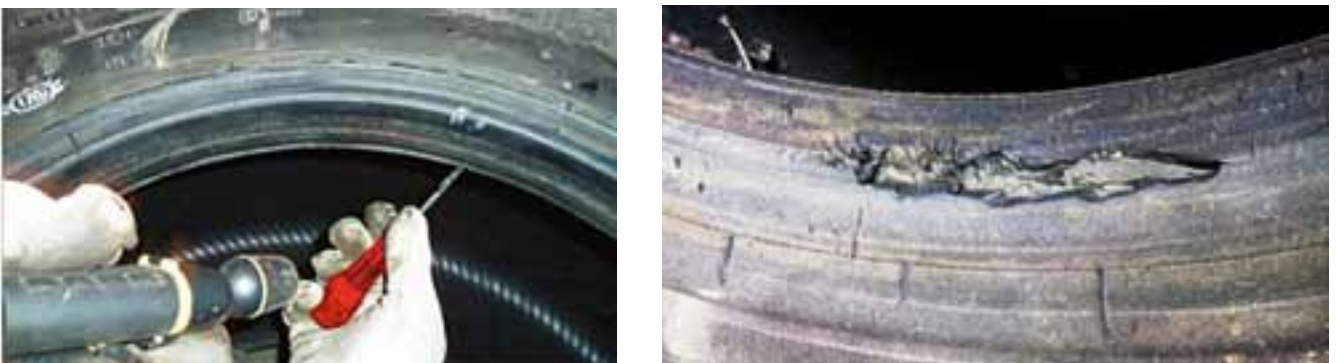




**Kuvasarja 3: Sisäkalvovaurio** voi olla myös aivan **jalkaosan reunassa**, jolloin se on aiheutettu asennettaessa. Tämä vaurio on todella vaikea havaita, ja vaatii asentajalta ”selkärankaa” myöntää ja havaita oma asennusvirhe, mutta vaurio on erittäin vaarallinen, kun rengas paineistetaan. Paine pääsee ko. vauriosta renkaan runkolankojen väliin ja käytössä aiheuttaa kudosisirtoamia ja lopulta räjähtää.



**Kuvasarja 4: Jalkaosan väsymisvaurio**, jossa halkeama kiertää rengasta kehän suunnaisesti 5-20 mm asennusviivan yläpuolella. Tällainen rengas on aina poistettava käytöstä. Vaurion aiheuttaa usein liian suuri kuormitus renkaan ilmanpaineeseen nähden. Taustalla voi myös olla kulunut tai huonokuntoinen vanne. Usein on syynä myös liian kapealle vanteelle asentaminen, jolloin renkaan jalkaosa ei asetu tarkoitetulla tavalla vanteelle.



**Kuvasarja 5: Renkaan vastepinnoissa** ei saa olla pienintäkään **vauriota**, koska niistä suotuu ilmaa renkaan runkolankojenväliin ja se lämmitessään kaasuuntuu ja rengas räjähtää. Räjähdys voi tapahtua myös renkaantäyttövaiheessa. Tämä vika voi tulla renkaaseen myös huolimattoman asennuksen aikana, jolloin sen havaitseminen vaatii erityistä tarkkuutta. Vastepinnan vaurio voi syntyä myös tyhjänä tai vajaapaineisena ajosta. Tällaisia vaurioita **EI SAA KORJATA**.



**Kuvasarja 6:** Radial -rakenteisissa renkaissa **katkenneet runkolangat** nostavat selkeästi havaittavan säteensuuntaisen paulan. Jos lankoja on useampia poikki, tulee rengas romuttaa. Jos paula on leveämpi kuin ”lyijykynä”, on lankoja niin monta poikki, että romutus on ainoa oikea toimenpide.



**Kuvasarja 7:** Kuvion **pohjien syvät murtumat** voivat johtua valmistusvirheestä, alipaineesta, ylikuormasta tai renkaan ikääntymisestä. Jos murtumat ovat syviä, eli tukivyöt ovat jo nähtävissä, on rengas romutettava. Kuviopohjan murtumat voivat aiheutua myös käyttöolosuhteeseen sopimattomasta rengastyypistä.

**Huom!:** Kun renkaan ikää ilmaiseva **DOT numerosarja on 3-numeroinen**, voi sen romuttamista suositella jo iän perusteella, sillä se on tehty jo viime vuosisadalla. Esimerkiksi Yhdysvaltojen liikenneministeriön vaatimat koodit ovat DOT DVDE MTA **129**. Vuodesta 2000 alkaen renkaan valmistusajankohta on merkitty sen kylkeen 4-numeruisella luvulla, esimerkiksi 2107 tarkoittaa vuoden 2007 viikkoa 21.

## Liite 3

# Ohjeita vanteiden hylkäämiseen

## 1. Yleisohjeet

Vannevaurioiden tunnistamisessa tulee noudattaa seuraavia periaatteita ja käytäntöjä:

- Vanteet tarkastetaan aina rengastyön yhteydessä
- Vanteet tarkastetaan ajoneuvon vuosihuollon yhteydessä
- Mikäli yksi vanneaurio havaitaan, niin samalla tarkastetaan koneen tai ajoneuvon kaikki vanteet
- Tarkastuksissa tulee keskittyä raskaimmin kuormitettuihin vanteisiin kuten kanta-vuus, ajoalusta, rengaspaine, ajomatka, käyttömäärä jne.

Vanteiden tarkastuksessa tulee kiinnittää huomiota vanteen kehän ja sarven alueeseen sekä niiden taivutuskohtiin erityisesti renkaan jalkaosan alueella, keskiön ja vanteen kehän liitoskohtiin, venttiiliaukon reunoihin sekä kaikkiin hitsausseamoihin. Näiden lisäksi lukkorenkaallisilla vanteilla tulee tarkastaa lukkorengas, lukkorengaan ura ja moniosaisilla vanteilla kaikki vanteen irrotettavat osat.

Raskaasti kuormitettua vannetta tarkastettaessa suositellaan, että rengas irrotetaan vanteelta, vanne hiekkapuhalletaan puhtaaksi ja tarkastetaan. Tarkastuksen jälkeen se maalataan uudestaan. Maalauksen väri vaihtuu vuosittain, jolloin tiedetään aina värin perusteella vanteen tarkastustilanne. Toinen tapa on vaihtaa systemaattisesti vanteet tietyn käyttötuntimäärän välein uusiin riippumatta niiden kunnosta. Tärkeätä kunnon-seurannassa on systemaattinen dokumentointi, jolloin tiedetään tarkkaan kunkin vanteen käyttötilanne.

## 2. Ylivedettävät ”tubeless”-vanteet

### 2.1 Ruostunut vanne



**Kuva 1. Tyypillinen kauttaaltaan ruostunut kuorma-auton vanne, joka tulisi kunnostaa tai romuttaa.**

Kauttaaltaan ruostuneet vanteet tulee poistaa käytöstä (Kuva 1). Niiden kunnostaminen uudelleen käyttöön on myös mahdollista, ellei ruoste ole turmellut vannetta liian paljon. Ruoste vanteessa heikentää vähitellen vanteen lujuutta, mutta se saattaa asennusvaiheessa aiheuttaa karheudellaan renkaan vastepintojen vaurioitumisen. Tällöin rengas voi alkaa ajon aikana vuotaa, jolloin on vaarana renkaan kudosten vaurioituminen ja mahdollinen renkaan räjähtäminen uudelleen täytön tai käytön yhteydessä.



Ruostuneeseen vanteeseen ei rengas asetu myöskään oikein. Paripyörissä vähäinenkin ruoste laippojen vastepinnoissa aiheuttaa ajon aikana pyöränpulttien löystymisen. Myös venttiilin tiivis kiinnittäminen on vaikeaa ruosteiseen venttiiliaukkoon. Ruosteisesta vanteesta on myös vaikea havaita mahdollisia hiushalkeamia ja muita vaurioita.

## 2.2 Ylikuumentunut vanne

Vanne ja myös rengas voivat vaurioitua, jos vanne kuumenee liiaksi ajon aikana laakerivian tai jarrujen laahaamisen takia. Kun pyörän laakeri on ”hirttänyt” kiinni, se aiheuttaa selvän värimuutoksen uudessakin vanteessa vanteen korkean lämpötilan johdosta (Kuva 2). Oheinen vanne oli ollut käytössä vasta yhden viikon. Vanteen lujuusominaisuudet muuttuvat liiallisesta lämpenemisestä olennaisesti. Tällöin vanteen valmistamisen yhteydessä syntyneet jännitteet ”karkaavat” ja vanteen lujuus voi heiketä ja sen muoto muuttua. Liiksi kuumentunut vanne tulee romuttaa, vaikkei se ulkoisesti näyttäisikään siltä.



**Kuva 2. Ylikuumentunut vanne kun pyörän laakeri oli hirttänyt kiinni johtaa hylkäämiseen. Vanteen laipassa on havaittavissa selvä värimuutos.**

## 2.3 Vanteen muotovirheet

Vanteisiin tulee muotovirheitä ulkopuolisten iskujen, laakereiden kiinniajojen ja väsymisen myötä. Kolhujen oikomista voi pienissä muotovirheissä tehdä, mutta oheisen kuvan 3 kaltaisissa vioissa se ei ole suositeltavaa. Jos vannetta kuumennetaan oikomisen aikana, se muuttaa aina vanteen metallin rakennetta ja myös sen lujuusominaisuuksia



**Kuva 3. Ajon aikan vaurioitunut vanteen reuna, mikä johtaa vanteen hylkäämiseen.**

## 2.4 Vanteen vastealueen kuluminen

Vanteen sarvi voi kulua ajon aikana joskus hyvin teräväksi (Kuva 4). Ongelma korostuu alumiinivanteissa, joille on kuitenkin tehty sabluuna, jonka antamien toleranssien mukaan kulua voidaan hioa. Annettuja arvoja ei saa ylittää. Kevyt hionta sallitaan myös teräsvanteille, mutta sarven täytyy säilyttää kaarevuutensa oikeanlaisena, jotta rengas asettuu oikeaan asentoon.



**Kuva 4. Vanteen kulunut vastepinta voi johtaa vanteen hylkäämiseen.**



**Kuva 5. Vanne, jonka pultinreiät ovat soikeat, koska pultit ovat olleet ajon aikana löysällä. Tällainen vanne on romutettava.**

## 2.5 Muut vanteen romuttamisperusteet

Vanne on poistettava käytöstä ja romutettava jos

- sen pultinreiät ovat soikeat tai selvästi kuluneet
- keskiösovitteisissa vanteissa keskireikä on kulunut tai siinä on muotovirhe
- vanteessa on hiushalkeamia, sekä pultinreikien välissä että vanneuran pohjassa keskilaipan kiinnityskohdissa.

## 3. Lukkovanteelliset vanteet

### 3.1 Yksiosaiset lukkovanteet

Mikäli lukkovanteita pitää vaihtaa, tulee AINA varmistua niiden sopivuus kyseiseen vanteeseen. Moniosaisia lukkovanteita ei koskaan tulisi vaihtaa yksittäin, vaan kaikki osat tulee vaihtaa samalla kerralla. Kun vanne puretaan säilytystä varten, ne tulee sitoa toisiinsa kiinni luotettavasti.



**Kuva 5 Lukkovanteen vaurioitunut lukkoura ja liiksi ruostunut lukkovanne johtavat vanteiden hylkäämiseen.**

Lukkovanetta ja sen osia tarkastettaessa tulee kiinnittää huomiota seuraaviin seikkoihin:

- lukkovanneuran muotovirheet
- lukkovanneuran korroosio
- paripyörissä vastepintojen kolhut ja korroosio
- hiushalkeamat lukkovanneurissa
- hiushalkeamat pulttikehissä.

### **3.2 Jaettavat vanteet (kaksiosaiset vastelaippaiset)**

Jaettavat vanteet ovat yleistyneet kevyehköissä työkoneissa (trukit, henkilönostimet) ja niiden yhteydessä on sattunut useita vaaratilanteita. Liitteessä 6 esitetään trukin renkaan korjaaminen oikeassa järjestyksessä ja turvallisella tavalla. Kyseinen menetelytapa koskee kaikkia jaettavia vanteita koosta riippumatta.

**Lisätietoja:** Jorma Järvenpää, Jari Karjalainen, Markku Vanhala, Mika Yli-Marttila: Työkoneiden käytös turvallisuus ja vanteiden hylkäysperusteet. VTT Tuotteet ja tuotanto, tutkimusraportti BTUO22-021006, 20.6.2002. 43 s. + liitteet 10 s.

## Liite 4

# Tykkipyörän vanteen hylkäyskriteerit ja asennusohjeet

## 1. Tyypilliset tykkipyörät

Tykkipyörällä tarkoitetaan vannetta, jossa ei ole sellaista keskilaippaa kuin normaali-vanteessa, jossa on pultinreiät pyörän kiinnitystä varten. Tykkipyörä kiinnitetään kiiloin, joiden läpi kiinnityspultti asennetaan. Kiilat kiristyvät pulttien kiristyessä. Kiinnityksessä on erittäin tärkeää vastepintojen ja kiilojen puhtaus sekä pulttien oikea kiristysjärjestys ja –momentti. Tykkipyörissä on pitkät kiinnityspultit ja paripyörissä vielä välilieriö, joten renkaan ja vanteen asennusmuuttujia on huomattavasti enemmän kuin normaalissa renkaan ja vanteen kiinnitystavassa. Lukkovanteellisista tykkipyöristä tulee AINA poistaa paineet ennen pyöränpulttien irrotusta (Kuva 1).

Miltei kaikki tykkipyörätyypin räjähdysonnettomuudet ovat johtuneet siitä, että pyörää navalta irrotettaessa on lyöty lekalla tms. lukkovanneuran ulkoreunaan ja siitä on



**Kuva 1. Tyypillinen lukkovanne**

aiheutunut murtuma vanteessa ja voimakas painepurkaus. Jos esim. sisintä pyörää täytyy lyödä, se on tehtävä varoen ja lukkovanteen vastakkaiselle puolelle. Sitä ei kuitenkaan suositella, vaan pyörä olisi saatava irti puhdistamalla kiinnityspinnat ja tarpeen vaatiessa käytettävä ruosteenirrotuskemikaaleja.

Tykkipyörien vanteet tulee tarkastaa erittäin huolellisesti ja sitä ennen tulee ensin puhdistaa:

- lukkovanneura ja siinä ei saa olla muotovirheitä eikä hiushalkeamia

- lukkovanteet ja niissä ei saa olla muotovirheitä
- vannekehä ja sen tulee olla myös muodoltaan virheetön

Vanteen ikä on myös romutuskriteeri ja pelkästään käyttötuntien ollessa suuri, ne tulisi romuttaa. Ajoneuvon omistajan tulisi pitää kirjaa tämän takia raskaasti kuormite-  
tuista vanteista.

Koska tykkipyörien vanteissa ei ole varsinaista keskilaippaa, pyörän kiinnitys tapahtuu kiilapaloin, jotka kiristyvät vanteen kehälle. Tätä menetelmää käytetään yleensä työkoneissa kuten kurottajatruckeissa, joissa pyörän kiinnitykseen kohdistuu suuria sivuttaisvoimia ja ”normaali” laippakiinnityksen kesto voi joutua liian ko-





**Kuva 2. Teollisuudessa yleisesti käytetyn kurottajan renkaat ja vanteet joutuvat kovalle kuormitukselle.**

van rasituksen kohteeksi (Kuva 2).

Tykkipyörissä jälkikiristysten merkitys korostuu. Tykkipyörän pulttien oikea kiristysjärjestys ja -momentti ovat ehdottoman tärkeitä.

Tykkipyöristä tulee **AINA** poistaa rengaspaineet ennen pyörän irrotustyön aloitusta (TOT 14/98 ja TOT 20/06)). Jotta paineiden poistaminen on mahdollista, tulee pyöriin asentaa joko venttiilijatkot tai riittävän pitkät venttiilivarret, jotta paineenpoisto on helppo suorittaa (Kuva 4). Iso osa ta-



**Kuva 3. Kurottajatruckin tykkipyörien kiinnitystavat voivat olla erilaisia. Oikeassa kuvassa venttiilin jatke on asennettu oikein, siitä renkaasta on helppo poistaa paine.**

paturmista on tapahtunut juuri tämän työvaiheen aikana ja kun painetta ei ole maltettu laskea kokonaan pois.

Tykkipyörän vanteen asennuksen tekee haasteelliseksi se, että lukkovanneura on hyvin lähellä vanteen reunaa. Tykkipyörän ongelmana on se, että lukkovanneura vanteessa on hyvin ohut samoin kuin sen takavaste ja ne eivät kestä yhtään lyöntiä eikä vääntöä (kuva 5 ja 6). Pyörän irrottamisessa on käytettävä tarvittaessa ruosteenirrotukseen tarkoitettuja kemikaaleja. Usein myös painepesurilla pesu riittää.

Kun tykkipyörän rengas on irrotettu vanteeltaan tai asennetaan vanteelle, tulee AINA vanteesta tarkistaa vähintään seuraavat kohteet:

- korroosioauriot
- muotovirheet
- hiushalkeamat (tarvittaessa särömittaus, esim. kurottajat)
- lukkovanteiden kunto ja yhteensopivuus
- kiinnityspintojen kunto
- vanteen käyttöikä vaihtelee käytön mukaan.





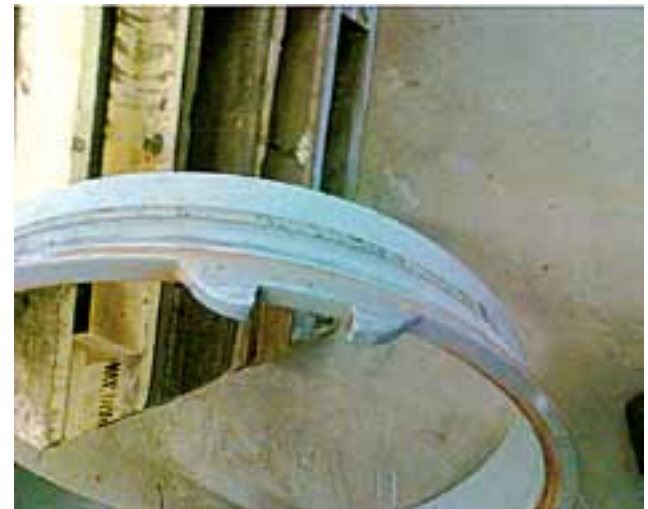
*Kuva 4. Tykkipyörän lukkovanteen ura eikä takavaste kestä hakkaamista metallisella työkalulla.*

## 2. Tyypilliset lukkovanteet

Lukkovanteita on käytössä monta tyyppiä, I-osaisia II-osaisia, III-osaisia.

Kaikissa niissä kuitenkin on tehtävä samat tarkistusrutiinit:

- sopivuus vanneuriin
- sopivuus setin toisiin lukkovanteisiin
- korroosio, hiushalkeamat.



*Kuva 5. Tyypillisiä lukkovanteita*

## 3. Tyypilliset lukkopalat

Raskaaseen käyttöön tarkoitetuissa pyörissä on valtaosassa käytössä lukkopalat, jotka lukitsevat vanteen ja lukkovanteet yhteen siten, ettei rengas pääse pyörimään vanteellaan äärimmäisissä rasitusolosuhteissa. Toisaalta se suojaa myös sen, etteivät sisemmät lukkovanteet pääse nousemaan uristaan, esim. renkaan täyttövaiheessa. Näihin lukkopaloihin kohdistuu samat tarkistusmenetelmät kuin lukkovanteisiin.

Useasti näkyy, ettei puuttuvien palojen tilalle ole hankittu uusia. Puuttuvien ja vaurioituneiden tilalle on ehdottomasti hankittava uudet.



*Kuva 6. Tyypillisiä renkaita, joissa on käytössä lukkopalat.*

## 4. Tykkipyörän asennus vanteelleen

Periaatteessa kaikki lukkovanteellisen pyörän asennukseen annetut ohjeet pätevät myös tykkipyörässä. Useasti näissä raskaammissa laitteissa olevissa vanteissa on erittäin pitkällä ”helmalla” varustettuja lukkovanteita.

Näiden lukkovanteiden voitelu riittävällä vannerasvakalvolla on erittäin tärkeä turvallisuustekijä. Pahin tämän tyyppin onnettomuuksista johti kahden asentajan menehtymiseen. Syynä tähän onnettomuuteen oli, ettei rengas noussut lukkovanteen helmalle vannerasvauksen puuttumisen vuoksi ja renkaan ollessa jo lähellä käyttöpainetta, lukkovanteeseen ja vanteeseen suunnattu lekanisku sai aikaan voiman, joka laukaisi renkaan vanteelleen ja lyönnistä aiheutuneet hiusmurtumat lukkovanneurassa murtuivat, saaden aikaan kohtalokkaan räjähdysen.



## 5. Tykkipyörän kiinnitys koneeseen

Normaali ristiin kiristyssääntö pätee myös tykkipyörien osalta. Koska kyseessä on kuitenkin menetelmä, jossa on yleisiä kiinnitysmenetelmiä enemmän kitkapintoja ja muuttujia, on erittäin tärkeää käyttää oikeaa kiristysmomenttia, joka löytyy koneen huolto-ohjeista. Myöskään kaikkien vastakkain olevien kosketuspintojen puhtautta ei voi liikaa korostaa.

Kiinnityspulttien jälkikiristys on tässä kiinnitystavassa vieläkin tärkeämpi kuin muissa kiinnitystavoissa.

## Liite 5

# Pyörän asennus ajoneuvoon

Ajoneuvon pyörien tehtävänä on kantaa kuormaa, siirtää voimia, ohjata ajoneuvoa ja toimia osana ajoneuvon jousitusta.

### 1. Pyörän asennuksessa huomioonotettavat seikat

Pyörän asennuksessa on otettava huomioon seuraavat seikat:

- Varmista, että pyörä sopii navalle.
- Tarkista pulttien ja muttereiden eheys sekä navan ja vanteen kunto.
- Puhdista vanteen ja navan vastepinnat huolellisesti.
- Tarkasta kierteet sekä puhdista ja voitele ne ohuella öljyllä.
- Kiristä mutterit oikein; ensin alimmainen, ristikkäin ja kahdessa osassa oikeaan momenttiin.
- Muista kiristuksen jälkitarkastus (lämpötilanvaihtelut).

**Huom.** Autorengasliitto ry:n muistossa 12.9.2008 on tarkempia lisäohjeita pyörän oikeaan asentamiseen erityisesti siitä näkökulmasta, ettei pyörä irtoaisi ajon aikana.

### 2. Havaittavia merkkejä pyörän kiinnityksen löysyydestä

Löystyneet pyöränpultit muodostavat aina turvallisuusriskin ajoneuvon kuljettajalle ja muulle liikenteelle. Ensimmäisiä merkkejä pyörän pulttien löysyydestä lisääntyvän tärinän lisäksi voi olla sadekelillä vanteen pintaan tulevat raidat (Kuva 1).



*Kuva 1. Kun vanteen pultit ovat olleet löysällä ajon aikana, on vanteeseen jäänyt sadekelillä kuvan mukaiset pulttien juurista lähtevät valumisraidat. Toinen merkki pyörän muttereiden löysyydestä on laippamutterin ja vanteen yhtymäkohtaan ajon aikana tullut ohut ja kirkas hiertymäjälki.*

### 3. Esimerkki vaurioista kun vanteen pultit ovat olleet löysällä ajon aikana

Löysällä olleet pyörän pultit vaurioittavat nopeasti myös vanteen ja sen pultit. Oheisissa kuvissa 2 ja 3 on nähtävissä vanne- ja pulttivauriot kun ajoneuvolla oli ajettu renkaan vaihdon jälkeen vasta 380 km, kun pultit olivat olleet löysällä eikä pultteja ollut jälkikiristetty.





*Kuva 2. Vanteen pulttien reiät ovat tulleet soikeanmuotoisiksi kun ajon aikana pultit ovat olleet löysällä.*



*Kuva 3. Vanteen pultit ovat vaurioituneet pahoin kun ajon aikana pultit ovat olleet löysällä.*

**Huom.** Pyörien jälkikiristäminen on suoritettava **aina**, kun pyörä on ollut irti vanteesta.

## Liite 6

# Jaettavat vanteet, esimerkki turvallisuustyöstä

Jaettavat vanteet ovat yleistyneet kevyehköissä työkoneissa (trukit, henkilönostimet) ja niiden yhteydessä on sattunut useita vaaratilanteita. Seuraavassa esitetään trukin renkaan korjaaminen oikeassa järjestyksessä ja turvallisella tavalla. Kyseinen menetelmä koskee kaikkia jaettavia vanteita koosta riippumatta.



**1. Pysäköi trukki turvallisesti tasaiselle paikalle. Laske haarukka alas.**



**2. Poista renkaasta venttiilineula. HUOM. Rengasta ei saa koskaan irrottaa paineellisenä.**



**3. Irrota rengas akselilta.**



**4. Avaa kaksiosaisen vanteen kaikki pultit.**



**5. Irrota vanteen osat erilleen siihen soveltuvalla työkalulla.**



**6. Toinen vanteen osista on nyt irrotettu.**





**7. Molemmat vanteen osat ovat irrotettuina.**



**8. Sisärengas ja vannenauha on irrotettu. Puhdista ne osat jotka asennat takaisin.**



**9. Asenna sisärengas renkaan sisään ja lukitse sen venttiili.**



**10. Aseta vannenauha ja vanteen toinen puolisko renkaaseen.**



**11. Asenna toinen vanteen puolisko renkaaseen.**



**12. Kiinnitä vanteen puoliskot toisiinsa.**



**13. Laita uusi neula ja lukitse se paikalleen.**



**14. Laita renkaaseen hieman ilmaa, maksimissaan 1,5 bar.**



**15. Kiinnitä varsinaiset pyöränpultit.**



**16. Täytä rengas VASTA tässä vaiheessa täyttöpaineseen vähintään 2 m päässä ja seisomalla renkaan kulutuspinnan puolella.**



**17. Tarkista, että venttiili ei vuoda. Laita venttiilin hattu paikalle.**



**18. Trukki on nyt valmiina käyttöä varten.**

Raportti on hyväksytty TVL:n TOT-johtokunnan kokouksessa 3.9.2013.

Tässä tutkintaraportissa esitetään tutkintaryhmän käsitys tapaturmaan johtaneiden tapahtumien kulusta ja tapaturmatekijöistä sekä suositukset vastaavien tapaturmien torjuntatoimenpiteistä.

TOT-tutkinnan ja -raportin tarkoituksena on työtapaturmien torjunnan tehostaminen. Raportin tarkoituksena ei ole ottaa kantaa eri osapuolten syyllisyyteen eikä vastuisiin.

