

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2023

Riina Pahlberg

Työohje renkaiden tuotekehitystestaukseen



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

Syksy 2023 | 34 + 18 sivua

Riina Pahlberg

Työohje renkaiden tuotekehitystestaukseen

Toiminnallinen opinnäytetyö toteutettiin UTAC Automotive Testing Finlandin toimeksiannosta. Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa työohje henkilöauton renkaiden tuotekehitystestaukseen.

Teoriaosiossa kerrotaan renkaiden testauksesta yleisellä tasolla, osiossa keskitytään C1-luokan renkaiden talviolosuhteissa tapahtuvaan kenttätestaukseen. Työssä hyödynnetään omaa sekä kollegoiden kokemusta ja osaamista, alan internetlähteitä sekä yrityksen sisäistä verkkoa. Ennen lopullisen version julkaisua testitiimin kommenttien ja ehdotuksien perusteella ohjeeseen on tehty tarkennuksia.

Työohje sisältää 18 sivua, ja siinä kuvataan työn suorittamisen kannalta olennaisimmat asiat 14 eri testin osalta. Kattavat ohjeet pyrkivät yhtenäistämään toimintatapoja, toimivat perehdytyksen apuna sekä soveltuvat myös kokeneempien työntekijöiden käyttöön. Laadittua työohjetta voidaan jatkossa käyttää pohjana myös muiden työohjeiden laadinnassa.

Asiasanat:

kenttätestaus, rengastestaus, työohje

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Bachelor of Engineering, Automotive and Transportation Engineering

2023 | 34 +18 pages

Riina Pahlberg

Work instructions for tire development testing

This functional thesis was implemented as an assignment for UTAC Automotive Testing Finland. The aim of the thesis was to develop and implement work instructions for development testing for passenger car tires.

The theory part covers tire testing procedures on a general level, focusing on field testing with passenger car tires in winter conditions. The thesis utilizes personal and colleague expertise and both internet and internal sources. Before the final version was published, some refinements had been made based on test team's comments and suggestions.

The work instructions contain 18 pages. The instructions describe the most essential operations for 14 different tests. The comprehensive instructions aim to unify the operating methods, serve as an orientation aid and are suitable for use by more experienced employees. In the future, the work instruction template can also be used as a basis for the preparation of other work instructions.

Keywords:

field testing, tire testing, work instructions

Sisältö

Käytetyt lyhenteet	6
1 Johdanto	7
2 UTAC Automotive Testing Finland	8
3 Rengastestaus	11
3.1 Testausprosessi	11
3.2 Testausmenetelmät	12
3.3 Testausolosuhteet	14
3.4 Testivalmistelut	16
3.5 Testaustoimintaa säätelevät lait, asetukset ja määräykset	17
3.6 Kantavuusindeksin määrittäminen	20
3.7 EU:n rengasmerkintä	21
3.8 Tuotekehitystestaus	23
4 Työohje	26
4.1 Tarkoitus	26
4.2 Rakenne	26
4.3 Sisältö	28
4.4 Prosessi	30
5 Johtopäätökset	31
Lähteet	32
 Kuvat	
Kuva 1 Testaustoiminta UTAC:lla	10
Kuva 2. CTI-penetrometri	15
Kuva 3. Yleisimmät standardin mukaiset testit	19
Kuva 4. EU:n rengasmerkintätarra	22

Kuva 5. Tyypillisimmät epäviralliset rengastestit	24
Kuva 6. Työohjeen sisällysluettelo	27
Kuva 7. Työohjepohja	29

Käytetyt lyhenteet

Benchmark	Kilpailijavertailu. Oman tuotteen tai toiminnan vertailua muihin toimijoihin kehitystarkoituksessa.
ISO	<i>International Organization for Standardization.</i> Kansainvälinen standardoimisliitto.
M+S	<i>Mud+Snow.</i> Valmistajan merkintä renkaan soveltuvuudesta talviolosuhteisiin.
MT	<i>Magazine test I. lehtitesti.</i> Aikakausilehden tarpeisiin räätälöity ajoneuvo- tai rengastesti.
RD	<i>Research and development I. tutkimus ja tuotekehitys.</i> Tuotekehitystarkoituksessa suoritettava rengastesti.
Regulaatio	Määräys
RMA	<i>Rubber Manufacturers Association.</i> Yhdysvaltalaisien kumirenkaiden valmistajien kansallinen kauppa- ja tukiryhmä.
SFS	Suomen standardoimisliitto.
SRTT	<i>Standard Reference Test Tire.</i> Referenssi- I. vertailurengas, joka on valmistettu, valvottu ja varastoitu ASTM-standardin mukaisesti.
STRO	<i>The Scandinavian Tire & Rim Organization</i>
UNECE	<i>Economic Commission for Europe of the United Nations.</i> Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomissio.
3PMSF	<i>3 Peak Mountain Snowflake.</i> Rengasmerkintä kertoo E-säännön mukaisen lumipitotestin läpäisystä.

1 Johdanto

Opinnäytetyö on toteutettu UTAC Automotive Testing Finland:n toimeksiantona. Työn tavoitteena oli laatia yrityksen tarpeisiin tutkimus-, tuotekehitys-, lehti- sekä benchmark-testien (myöh. RD- ja MT-testit) suorittamisen tueksi soveltuva työohje sekä perehtyä laaja-alaisemmin renkaille suoritettaviin testauksiin sekä alaa sääteleviin lakeihin, määräyksiin ja standardeihin.

Testityyppi, josta työohje on laadittu, valikoitui toimeksiantajayrityksen aloitteesta, sillä kyseiselle testityyppikokonaisuudelle ei työohjetta ollut aiemmin olemassa, vaan tieto toimintatavoista on kulkenut lähinnä suullisesti. Aiheen valinta tukee lisäksi oman osaamisen kehittymistä RD- ja MT-testeistä vastaavana testi-insinöörinä yrityksessä.

Opinnäytetyö alkaa toimeksiantajayrityksen esittelyllä. Opinnäytetyön rajaamiseksi teoriaosiossa käsitellään rengastestausta yleisellä tasolla pyrkien antamaan käsitys sen laaja-alaisuudesta, yleisimmistä testityypeistä, testaus toimintaa säätelevistä laeista ja normeista sekä raottamaan talviolosuhteissa tapahtuvan testauksen erityispiirteitä. Työohjeen sisältö kattaa C1-luokan renkaille suoritettavat yleisimmin käytetyt RD- ja MT-testauksen testityypit. Ajoneuvotestaus omana kokonaisuutenaan on jätetty tämän työohjeen ja opinnäytetyön ulkopuolelle.

Testausta käsittelevän osion jälkeen käydään läpi liitteenä olevan työohjeen laatimisen prosessi sekä esitellään sen rakenne ja sisältö yleisellä tasolla. Työohje kokoaa kirjalliseen muotoon yleisimpien UTAC Ivalossa suoritettavien RD- ja MT-testien suoritustapojen pääpiirteet, yleistyneet käytännöt ja toimiviksi havaitut toteutustavat ja välineet. Liitteenä olevan työohjeen tiedot kuuluvat liike- ja ammattisalaisuuden piiriin, ja ne luovutetaan ainoastaan työn tilaajan käyttöön.

2 UTAC Automotive Testing Finland

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on UTAC-konsernin Suomen toimipiste UTAC Automotive Testing Finland. Yhtiön aputoiminimiksi on rekisteröity UTAC Ivalo ja Test World. (Hilli, M. 2023.)

Ranskalais-brittiläinen UTAC-konserni tarjoaa teknisiä palveluita ajoneuvoteollisuudelle, kuljetusalalle, kemianteollisuudelle sekä puolustus- ja turvallisuusteollisuudelle. Yhtiön testikeskuksilla Ranskassa, Iso-Britanniassa, Suomessa sekä Marokossa on jokaisella omat erityispiirteensä. Suomen testikeskuksissa keskitytään erityisesti talviolosuhteissa tapahtuvaan testaukseen. (UTAC 2023a.)

Ajoneuvojen, renkaiden ja komponenttien talvitestaukseen erikoistunut Test World Oy perustettiin vuonna 1991 (Lindroos 2018). Test Worldin vuodesta 2015 omistanut Millbrook Group tytäryhtiöineen fuusioitui Utac Ceramin kanssa loppuvuodesta 2020, ja kesäkuussa 2021 konsernin yhteiseksi brändiksi valittiin UTAC (Automotive World 2021). Yhtiö toimii puolueettomasti, ja sen perustoiminta onkin pysynyt samanlaisena koko olemassaoloajan.

Pohjois-Lapissa Ivalossa sijaitseva Suomen testikeskus, nykyiseltä nimeltään UTAC Automotive Testing Finland, käsittää kaksi toimipistettä. Yritys tarjoaa virallisia tyyppi hyväksyntävaatimusten mukaisia rengastestejä sekä asiakkaan toiveiden mukaan räätälöityjä rengastestejä erilaisilla rataprofiileilla ja testipinnoilla (kuva 1). Testauspalveluiden lisäksi yritys vuokraa asiakkailleen testiratoja, ajoneuvoja sekä henkilökuntaa. Tiloja vuokrataan myös erilaisiin promootio- ja esittelypalveluihin, tuotelanseerauksiin ja median tarpeisiin. (UTAC 2023b.) Yrityksen asiakkaita ovat rengas- ja ajoneuvovalmistajat ympäri maailmaa (Lindroos 2018).

Mellanaavan toimipisteen viisi sisätestihallia mahdollistavat ympärivuotisen testauksen talviolosuhteissa (Automotive World Ltd. 2021; House of Lapland 2022). Testihallien yhteydessä ja läheisyydessä sijaitsevat työtilat autonostureineen ja perustyökaluineen, toimistot, kylmäkontit sekä

sähköautojen latausmahdollisuus. Testihalleissa radan ja ilman lämpötilaa sekä kosteutta voidaan säätää testin ja asiakkaan tarpeiden mukaisesti.

Talvikaudella testihallien lisäksi testauskäytössä on yli 100 kilometriä vaihtelevalla profiililla olevia ulkoratoja. (UTAC 2023b; UTAC2023c.)

UTAC Automotive Testing Finland työllistää ympärivuotisesti noin 60 henkilöä, ja talvikaudella määrä nousee reilusti. Yhtiön liikevaihto vuoden 2022 tilinpäätöksen mukaan oli 11,82 miljoonaa ja tilikauden tulos 745 tuhatta. (Alma Media Oyj 2023.)



OUR SOLUTIONS

UTAC provides a wide scope of tyre testing services.



TYPE APPROVAL

- **ECE R30:** Passenger car and car-trailer tyres (M1/N1/O1/O2)
- **ECE R54:** Light commercial vehicles, heavy duty vehicles and their trailers (M2/M3/N/O3/O4)
- **ECE R64:** Temporary-use spare tyres
- **ECE R75:** Motorcycle tyres
- **ECE R106:** Tractor tyres
- **ECE R108 and R109:** Re-tread tyres
- **ECE R117:** Tyre noise, snow grip and rolling resistance
- **ECE R141 :** Tyre pressure monitoring system (TPMS)
- **ECE R142 :** Installation of motor vehicles' tyres
- **ECE R164:** studded tyres
- **(EU) 458/2011:**
TRAFICOM/220809/03.04.03.00/2019
(Technical requirements for and type approval of studded tyres of vehicles)
- **Decree 408/2003, amendment 466/2009:**
Studded tyre road wear
- **SFS7503:** Studded tyre road wear
- **ISO 19447:** Passenger car tyres -method for measuring ice grip performance -loaded new tyres



LABELLING

EC Tyre Labelling Regulation No. 2020/740

ECE R117/R108/R109 Rolling resistance

- MTS for C1 and C2 tyres
- Hawitech machine for C3 tyres

Tests under the currently applicable method

- Torque
- Force
- Deceleration
- Power
- Noise testing

Key tyre performance attributes:

- Rolling resistance (fuel efficiency)
- Wet grip (safety)
- External rolling noise (exterior noise emissions)
- Snow Grip (safety)
- Ice Grip (safety)
- Buffing



DEVELOPMENT & BENCHMARKING

- **Wet & dry handling**
- Snow & ice handling
- Snow & ice traction
- Snow & ice braking
- Wet & dry braking
- Aquaplaning longitudinal & lateral
- Noise (inside & outside car)
- Comfort
- Tyre wear for summer, all season, normal and Nordic tyres
- For development/benchmarking projects we can apply our industry-approved methods, typical car magazine methods, or use our customers' methods. Programs UTAC can be created individually for customer needs.



EVENTS

- Tyre **Demonstrations & Launches**
- **Test Tracks and Facilities** to demonstrate tyres in summer and winter conditions
- Opportunity for end clients, dealers, media etc **to drive vehicles in realistic** yet safe environment, off the public road
- **Supporting services** for promotional and experience events



Kuva 1 Testaustoiminta UTAC:lla (Hilli, M. 2023)

3 Rengastestaus

Renkaiden valmistus on erittäin kilpailtu ala ja läpi renkaan elinkaaren jatkuva rengastestaus erittäin tärkeä osa renkaiden kehitysprosessia. Renkaiden testausprosessi on monivaiheinen ja testaustoiminnan kenttä on erittäin laaja. (Kuva 1.)

Vaikka rengastestauskeskus voidaan virallisissa dokumenteissa luokitella laboratoriodiksi, tapahtuu testaus kuitenkin kentällä, aidossa ympäristössä testikuljettajan suorittamana. Tätä kutsutaan *kenttätestaukseksi*.

Testausta voidaan suorittaa rengasvalmistajan omiin standardeihin perustuvana testinä tai tietyn regulaation mukaisena virallisena hyväksyntätestinä. Virallisilla testeillä viitataan tässä työssä testeihin, joita säätelevät asetukset ja standardit. Epävirallisiksi, tuotekehitys-, benchmark- tai lehtitesteiksi kutsutaan työn tilaajan omiin käytänteisiin ja toiveisiin pohjautuvia ja käyttöön räätälöityjä testejä. Tyypillisesti renkaan valmistuksessa ja tuotekehitystyössä yhdistellään näitä kaikkia.

3.1 Testausprosessi

Kaiken testaamisen lähtökohtana on turvallisuus. Testitulokset ovat työkaluja rengaskehittäjille; ne auttavat ymmärtämään paremmin renkaiden suorituskykyä erilaisissa olosuhteissa sekä kehittämään niiden suunnittelua ja valmistusta. Tavoitteena on tarjota kuluttajille erilaisiin olosuhteisiin mahdollisimman turvallisia ja suorituskykyisiä renkaita. (Tires Testing 2023; United Tires LLC 2023.)

Uuden renkaan kehittäminen tarkoittaa valmistusmateriaalien, kumiseoksen koostumuksen, kudusrakenteen ja erilaisten kulutuspintakuvioiden testaamista. Simulaatioiden avulla voidaan arvioida, kuinka rengas reagoi kiihdytettäessä ja jarruttaessa jäällä tai lumella. Simulaatioiden perusteella luodaan renkaan

prototyyppejä, joita testataan luonnollisissa käyttöolosuhteissa. (Tires Testing 2023.)

Testaus alkaa valmistusmateriaalien valinnasta ja jatkuu mahdollisten tyyppihyväksyntätestausten kautta tuotekehitystestauksiin renkaan kuluttajamarkkinoille päätyminen jälkeen. Testausta suoritetaan uusien renkaiden lisäksi myös kulutetuille renkaille. (Tires Testing 2023.)

Renkaiden testauksen pääalueet ovat:

- a) renkaan yksittäisten valmistusmateriaalien laboratoriotestaus
- b) kokonaisten renkaiden laboratoriotestaus
- c) tyyppihyväksyntään liittyvä laboratorio- sekä kenttätestaus
- e) tuotannon vaatimustenmukaisuuteen ja laadunvalvontaan liittyvä testaus
- f) tuotekehitystestaus (Tires Testing 2023.)

Tyyppihyväksyntätestissä renkaan täytyy saavuttaa määrätty taso suorituskäytössä saadakseen tyyppihyväksynnän. Tuotekehitystestauksessa tähdätään renkaiden tekniseen kehittämiseen rengasvalmistajien sisäisten vaatimusten mukaisesti sekä suoritetaan kilpailijoiden tuotteiden vertailua ja analyysiä. (Tires Testing 2023; United Tires LLC 2023.) Viime vuosina myös energian säästöön on alettu kiinnittää aiempaa enemmän huomiota, minkä ansiosta renkaiden taloudellisuus on nostettu turvallisuuden ja suorituskäytön ohella tärkeäksi kehityskohteeksi (Warrier 2016).

3.2 Testausmenetelmät

Renkaita voidaan testata perinteisessä laboratoriossa suoritettavilla koneellisesti simuloituilla testeillä sekä testikuljettajien suorittamilla objektiivisilla ja subjektiivisilla kenttätesteillä (Tires Testing 2023).

Laboratoriossa pystytään suorittamaan turvallisesti ja toistettavasti sekä rengasvalmistajien omia että erilaisia standardoituja testejä. Testausta voidaan

suorittaa laajalla skaalalla yksittäisen valmistusmateriaalin testauksesta koko renkaan erittäin suurilla nopeuksilla tai kuormituksella tapahtuvaan tuhoavaan testaamiseen. Luomalla tietynlaiset olosuhteet pystytään myös renkaan ikääntymistä sekä sen vaikutuksia renkaan ominaisuuksiin simuloimaan keinotekoisesti. Laboratoriossa tapahtuvassa testauksessa muuttujia on vähemmän ja olosuhteet ovat paremmin muokattavissa ja kontrolloitavissa verrattuna kenttätestaukseen. Lisäksi testaus on usein myös kustannustehokkaampaa sekä sen toistettavuus on parempaa. (Warrier 2016.)

Testausta voidaan suorittaa erilaisten standardien mukaisesti tai rengasvalmistajan haluamilla menetelmillä. Valmistusmateriaalitestauksessa testataan ja analysoidaan yksittäisiä komponentteja, kuten kumiseosta ja kudosmateriaaleja. Tavoitteena on löytää optimaaliset valmistusmateriaalit renkaan kestävyuden, pito-ominaisuuksien, joustavuuden ja muiden tärkeiden ominaisuuksien parantamiseksi. Vanteille asentamisen ja ilmanpaineen vaikutuksia voidaan arvioida testaamalla renkaan rakennetta, jolloin nähdään sen luotettavuus ja turvallisuus erilaisissa käyttöolosuhteissa. Pidon testaamiseen laboratorio-olosuhteissa erilaisilla pinnoilla sekä kuormilla käytetään muun muassa vetotestausta ja kitkakokeita. Valmiista renkaasta voidaan röntgensäteiden avulla etsiä sen rakenteesta epätasaisia ja heikompia kohtia, jotka voivat aiheuttaa värinöitä tai muuta epämiellyttävää ajokäytöstä tai pahimmassa tapauksessa turvallisuusriskin. (Warrier 2016.)

Erilaiset suurella kuormituksella tai nopeudella suoritettavat testit mittaavat renkaan kestävyyttä erilaisissa tieolosuhteissa ja niiden perusteella voidaan myös arvioida renkaan kulumista sekä käyttöikää. Kestävyystesti suoritetaan tyypillisesti pyörittämällä rengasta vapaasti tasaisella pinnalla metallipyörällä tai -rummulla kiinteällä nopeudella. Kuormitusta lisätään asteittain haluttuun nopeuteen tai testin epäonnistumiseen asti. (Warrier 2016.)

Testausmenetelmät ja niitä ohjaavat standardit poikkeavat hieman toisistaan eri maanosien ja maiden välillä, mutta testauksen päämäärä on sama. Käytettävä testausmenetelmä valitaan markkinasuuntauksen mukaisesti. (Warrier 2016.)

3.3 Testausolosuhteet

Vaikka testauksen painopiste onkin siirtynyt hiljalleen koneellisen testauksen suuntaan, renkaita testataan myös erilaisilla radoilla, oikean kuljettajan suorittamina. Koneellisesti suoritettu testi eliminoi kuljettajasta johtuvat virheet ja suorite pysyy muuttumattomana kerta toisensa jälkeen. Iso osa testauksesta tapahtuu kuitenkin kuljettajan suorittamana, aidoissa olosuhteissa, oletetuissa renkaan käyttölämpötiloissa. Tällöin päästään niin lähelle loppukäyttäjän kohtaamia olosuhteita kuin mahdollista. (Nokian Tyres plc. 2023a.)

Jotta testisuorituksesta saadaan mahdollisimman paljon kehitystyössä hyödynnettävää dataa, ajoneuvoihin asennetaan mittalaitteet ennen testien suorittamista. Kerättäviä tietoja ovat esimerkiksi ajoneuvon sijainti, ajonopeus, ajoneuvon vaikuttavat sivuttaisvoimat sekä kiihtyvyyden ja hidastuvuus. Vaikka testauksessa mitataan absoluuttisia arvoja, tuloksista tutkitaan ja vertaillaan eroja eri renkaiden välillä. Olosuhteiden vaihtelun vuoksi eri ajankohtina suoritettavat testit eivät kuitenkaan välttämättä kaikilta osin ole keskenään vertailukelpoisia. (Hilli, M. 2023.)

Erilaisia renkaita testataan erilaisilla pinnoilla. Tyypillisimmät C1-luokan renkaiden testipinnat ovat kuiva sekä märkä asvaltti, lumi sekä jää. Talvella lumella ja jäällä tapahtuvassa testauksessa voidaan käyttää ulkona sijaitsevia testikäyttöön pohjustettuja ratoja. Radat voivat olla pitkiä ja leveitä suorita tai sisältää lisäksi kaarteita eri jyrkkyyksillä sekä mäkiä. Testikäyttöön tarkoitetun lumipinnan tulee koostua vain luonnonlumesta, olla mahdollisimman tasalaatuinen koko radan matkalta, radan CTI-mittarilla mitatun kovuuden tulee olla sopiva ja lumen koostumuksen oikeanlainen. Pitotason tulee olla riittävä, muttei kuitenkaan liian pitävä. (Hilli, M. 2023.)

Testiratojen laadun arvioinnissa käytetään testaajan subjektiivista arviota, käytetyn referenssirenkään tulostasoa sekä lämpötila- ja kosteusmittareita. Lumipintaisen testiradan laadun arvioinnissa käytetään lisäksi mittalaitteena CTI-penetrometriä (kuva 2), jonka avulla voidaan varmistua testipinnan oikeasta kovuudesta.

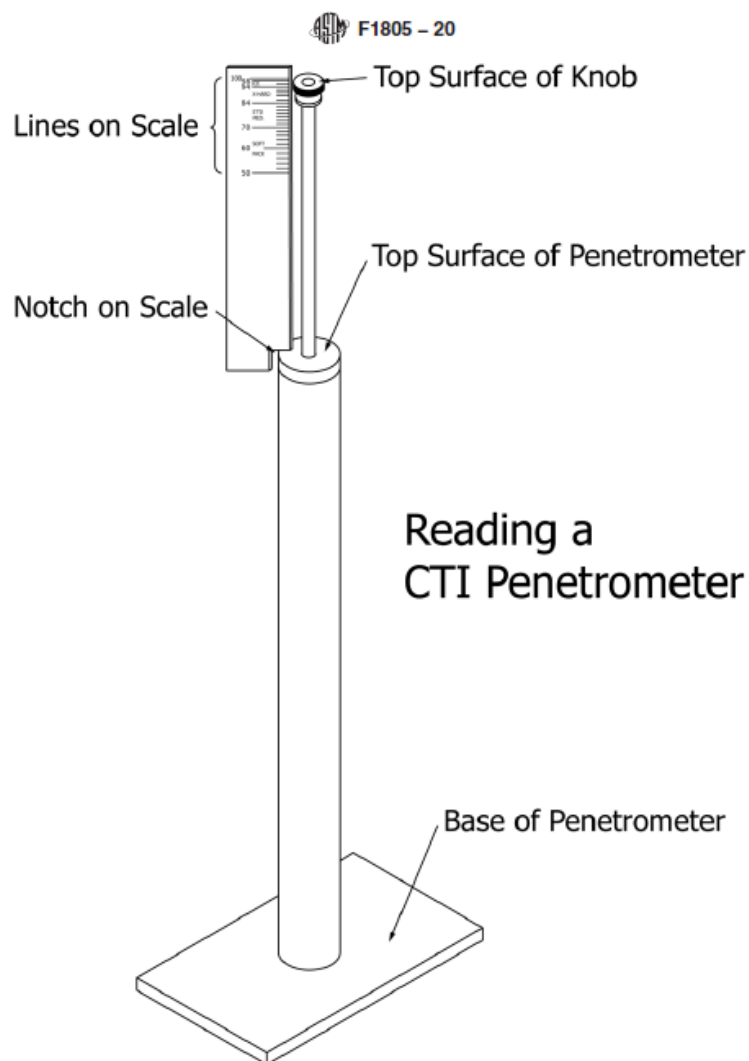


FIG. X1.1 Reading a CTI Penetrometer

Kuva 2. CTI-penetrometri (Smithers 2019)

Rataa mitattaessa penetrometrin varsi nostetaan yläasentoon ja pohja asetetaan lumipintaiselle radalle ajetun renkaan jäljen päälle. Kevyesti painamalla pohjaa pyöritetään lumipintaa vasten 45 astetta myötä- ja vastapäivään. Tämän jälkeen ote yläasennossa olevasta varresta irrotetaan, jolloin varren päässä oleva muotoiltu paino osuu lumeen. Erillinen asteikollinen mittaviivain asetetaan penetrometrin yläreunaan ja luetaan asteikon lukema varren mutterin kohdalta. Mittaus suoritetaan useammasta kohdasta rataa. Tyypillisimmin C1-luokan renkaiden testauksessa käytetään CTI-lukemaltaan noin 80–84 olevaa rataa. (Hilli, M. 2023.)

Jääpintaisen testiradan tulee olla tasalaatuinen ja tasainen, sen päällä ei saa olla irtolunta eikä roskia. Tarpeen mukaan pinta voidaan lopuksi erityisellä koneella karhentaa haluttuun karheuteen tai kiillottaa mahdollisimman liukkaaksi. (Hilli, M. 2023.)

Ulkona testaamisen haasteina ovat vaikeasti kontrolloitavat olosuhteet, kuten lämpötilamuutokset, auringonpaiste sekä tuuli ja erityisesti jääradalle sen mukana kulkeutuva irtolumi (Hilli, M. 2023). Yhden testin tai testipäivän aikana ulkolämpötilassa voi tapahtua suuriakin muutoksia varsinkin keväällä, jolloin vaihtelu voi olla kymmeniä asteita (Nokian Tyres plc. 2023a).

3.4 Testivalmistelut

Ennen varsinaisen testauksen aloittamista suoritetaan testirenkaille tarvittavat mittaukset sekä asennetaan renkaat vanteille. Vanteiden valinnassa otetaan huomioon asiakkaan toiveet sekä hyödynnetään rengasnormeja, kuten STRO. STRO:n laatimat normit perustuvat vastaaviin kansainvälisiin normeihin niin, että niitä sovelletaan pohjoismaisiin erityistarpeisiin. Lisäksi renkaat sisäänajetaan eli ne asennetaan autoon ja niillä ajetaan kuivalla asfaltilla ennalta määrätty kilometrimäärä. Tämän toiminnan tarkoituksena on poistaa renkaan pinnalta mahdolliset valmistuksen yhteydessä siihen jääneet valupurseet sekä kemikaalijäämät. (Hilli, M. 2023.)

Ajoneuvona rengastestauksessa käytetään tyypillisimmin massatuotantoajoneuvoa. Ajoneuvon valintaan vaikuttavat asiakkaan toiveet, testattava rengaskoko sekä tyyppihyväksyntätestauksessa myös renkaan kantavuusindeksi. Suuren kantavuusindeksin renkaita testatessa tulee käyttää lisäpainoja, jotta saavutetaan vaadittu kuormitus. C1-luokan renkaita UNECE R117 -säännön mukaisesti testatessa käytetään kuormitusta, joka on 60–90 prosenttia kantavuusindeksin mukaisesta maksimikuormasta. Käytettävä rengaspaine on tyyppihyväksyntätestauksessa määritelty testin säädöksissä: C1-luokan renkailla se on 35 psi. Muissa testeissä käytetään asiakkaan tai testiajoneuvon valmistajan määrittämää rengaspainetta. (Smithers 2019.)

Renkaiden keskinäisen vertailun helpottamiseksi sekä testipinnan laadun kontrolloimiseksi testauksessa käytetään referenssirengasta. Referenssirengas voi olla yksi testattavista renkaista, jokin kuluttajamarkkinoilla tarjolla oleva samaan kategoriaan testattavien renkaiden kanssa kuuluva rengas tai virallinen SRTT-rengas. Referenssirengas ajetaan aina vähintään testin aluksi ja lopuksi, mutta testattavien renkaiden kokonaismäärän mukaan vaihdellen se ajetaan tyypillisesti kolmen testirenkaan välein. (Hilli, M. 2023.)

Referenssirenkaan tuloksen tulisi pysyä testipinnan mukaan renkaan kulumismuutos huomioon ottaen lähes muuttumattomana. Muutokset referenssirenkaan tuloksissa indikoivat muutoksia testausolosuhteissa. (Smithers 2019; Hilli, M. 2023.) Muutoksia pyritään minimoimaan, mutta niitä ei täysin pystytä estämään. Kenttätestien kyseessä ollessa tietty määrä muutoksia on pakko hyväksyä. (Hilli, M. 2023.)

3.5 Testaustoimintaa säätelevät lait, asetukset ja määräykset

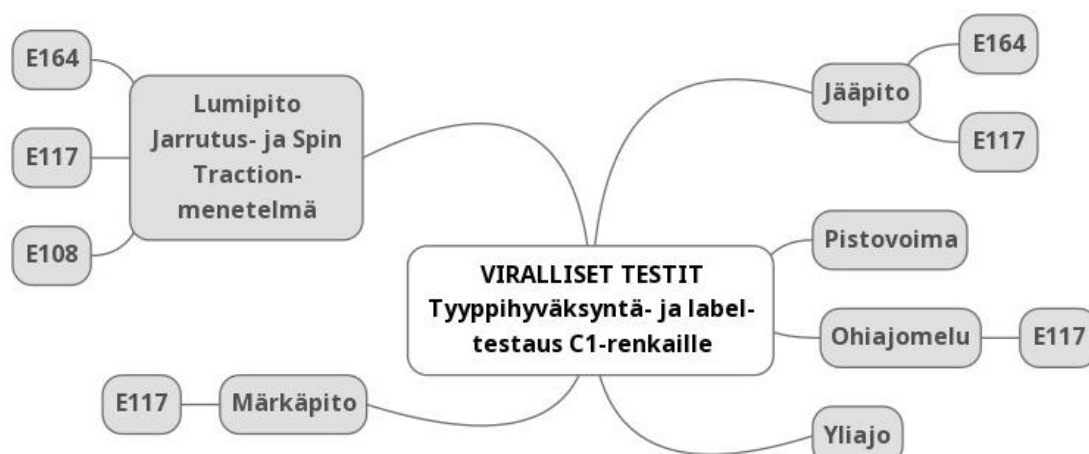
Renkaiin liittyvää testaustoimintaa ohjaavat lainsäädännön ja viranomaismääräysten lisäksi monet erilaiset säädökset liittyen ympäristö-, turvallisuus- ja laatu politiikkaan. Omat vaatimuksensa on myös melulle, nastoille, kemikaaleille, itse testaukselle sekä rengasmerkinnöille. Eri mailla ja maanosilla, kuten USA:lla, Japanilla, Australialla ja Euroopassa, on omat standardinsa, hyväksyntänsä ja testausmetodinsa. Globaalit, maanosa- sekä maakohtaiset standardit ja regulaatiot määrittävät tarkasti yhtenäiset toimintatavat tyyppihyväksyntä- ja label-testaamiselle. Standardit määrittävät suorituskyyvylle rajan, joka renkaan tulee ylittää tullakseen hyväksytyksi tiettyyn käyttötarkoitukseen tai saadakseen tietyn statuksen. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2022.)

Euroopassa merkittävimmät regulaatiot kansainvälisten ISO-standardien lisäksi ovat EU:n rengasmerkintäasetus sekä Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomissio UNECE:n E-säännöt. Kansallisesti merkittävimpiä ovat tieliikennelaki, Liikenne- ja viestintäviraston määräykset ja SFS-standardit.

(Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2021) Kansainvälisistä sopimuksista merkittävin on E-tyyppihyväksyntää koskeva Valtiosopimus 70/1976 eli Genevessä 20. päivänä maaliskuuta 1958 tehty moottoriajoneuvojen varusteiden ja osien hyväksymisehtojen yhdenmukaistamista ja hyväksymisten vastavuoroista tunnustamista koskeva sopimus. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2021.)

Liikenne- ja viestintävirasto ylläpitää rekisteriä nimetyistä tutkimuslaitoksista pätevyysalueineen. Vain nimetty tutkimuslaitos saa suorittaa direktiivien, asetusten ja E-sääntöjen mukaista testausta. Tyyppihyväksynnän myöntää Liikenne ja viestintävirasto sen jälkeen, kun rengas on läpäissyt nimetyssä tutkimuslaitoksessa suoritettun E-säännön mukaisen testin hyväksytysti eli saavuttanut vähintään hyväksyntärajan suorituskyvyssä. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2021.)

Yleisimmät rengastestausta määrittelevistä UNECE E-säännöistä ovat numerot 30, 54, 106, 109 ja 117. Tyyppihyväksyntävaatimusten mukaiset rengasmelu-, lumipito- ja jääpitotestit suoritetaan E117-säännön määrittelemällä tavalla. Nastarenkaiden testausta määrittää sääntö E164. Standardit määrittelevät mittausmenetelmät ja raja-arvot renkaan ominaisuuksille ja suorituskyvyille. Kansainvälisestikin käyttöönotettu SFS-standardi 7503:2018 koskee määräyksiä nastarenkaiden tienkuluttavuustestille eli ns. yliajotestille. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2019.) Pinnoitettujen renkaiden testausta määrittävät UNECE-säännöt E108 ja E109. (Kuva 1; kuva 3)



Kuva 3. Yleisimmät standardin mukaiset testit (Hilli, M. 2023.)

Yleisimmät rengastestausta määrittelevistä UNECE E-säännöistä ovat numerot 30, 54, 108, 109 ja 117. Tyyppihyväksyntävaatimusten mukaiset rengasmelu-, lumipito- ja jääpilotestit suoritetaan E117-säännön määrittelemällä tavalla. Nastarenkaiden testausta määrittää sääntö E164. Standardit määrittelevät mittausmenetelmät ja raja-arvot renkaan ominaisuuksille ja suorituskyvyille.

Kansainvälisestikin käyttöönotettu SFS-standardi 7503:2018 koskee määräksiä nastarenkaiden tienkuluttavuustestille eli ns. yliajotestille. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2019) Pinnoitettujen renkaiden testausta määrittävät UNECE-säännöt E108 ja E109. (Kuva 1; kuva 3.)

UNECE E117 -säännön mukaisia C1- ja C2-luokkien renkaille lumella ajettavia testejä voidaan suorittaa kahdella tavalla: ASTM Spin traction -menetelmällä kiihdyttämällä samalla luistoa kontrolloiden tai jarruttamalla ABS-jarrutus ja mittaamalla hidastuvuutta määrättyllä nopeusvälillä. C3-luokan renkaiden testauksessa käytetään aina kiihdytysmenetelmää, jossa hallittua luistoa hyödyntäen mitataan kiihdytysmatkaa. (Hilli, M. 2023.)

Tyyppihyväksyntäprosessin aikana sekä sen jälkeen suoritetaan lisäksi Liikenne- ja viestintäviraston toimesta tuotannon vaatimustenmukaisuuden valvontaa. Valvonnan tavoitteena on varmistaa, että tuotannon

vaatimustenmukaisuutta ylläpidetään riittävällä tasolla myös hyväksynnän saamisen jälkeen. Tämän varmistamiseksi yrityksessä on oltava käytössä EN ISO 9001 tai vastaavan standardin mukainen laadunhallintajärjestelmä. Tyypillisesti valvontaa suoritetaan vuoden tai kahden välein. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2023.)

3.6 Kantavuusindeksin määrittäminen

Ennen kuin rengas voi saada kansainvälisesti standardoidun kantavuusindeksin (LI), suoritetaan testauskäyttöön valmistetulle prototyypirengaalle monia valmistajan omia testejä. Tällainen on esimerkiksi niin kutsuttu tuhoava testi. Testaamalla rengasta sen vakavaan vaurioitumiseen asti, voidaan varmistua, että rengas hajoaa turvallisella ja ennustettavalla tavalla. Tuhoavassa testimenetelmässä rengasta painetaan kasvavalla voimalla vasten vakionopeudella pyörivää rullaa, kunnes rengas vaurioituu. Vaurioksi lasketaan muun muassa selvät muodonmuutokset, liiallinen lämpeneminen, rakenteellinen vaurio, kulutuspinnan irtoaminen sekä rungon vaurioituminen. (Tyrepower 2023.)

Kun tuhoava testi on suoritettu, todellinen kantavuus määritetään renkaan kyvystä kestää kuormitusta pitkiä aikoja. Kuormitustestin tulosten arvioinnissa tulee kiinnittää erityistä huomiota renkaan vääntymiseen, lämmön kertymiseen ja liialliseen sivuseinän taipumiseen, jotka esiintyvät tyypillisesti liiallisella kuormituksella. (Tyrepower 2023.)

Tämän jälkeen renkaalle voidaan suorittaa varsinainen standardoitu suurinopeustesti, jolla varmistetaan renkaan kestävyys sen kantavuusindeksiä vastaavassa kuormituksessa sekä nopeusluokassa. Testissä rengasta pyöritetään laboratorio-olosuhteissa 20–30 celsiusasteen lämpötilassa vakiokuormituksella halkaisijaltaan 170 cm:n tai 210 cm:n rumpua vasten. Ennen testin aloitusta renkaan tulee olla testauslämpötilassa vähintään kolmen tunnin ajan. Testissä käytettävän kuormituksen suuruus on 80 prosenttia renkaan kylkeen merkitystä maksimikuormituksesta, ja se pysyy vakiona koko

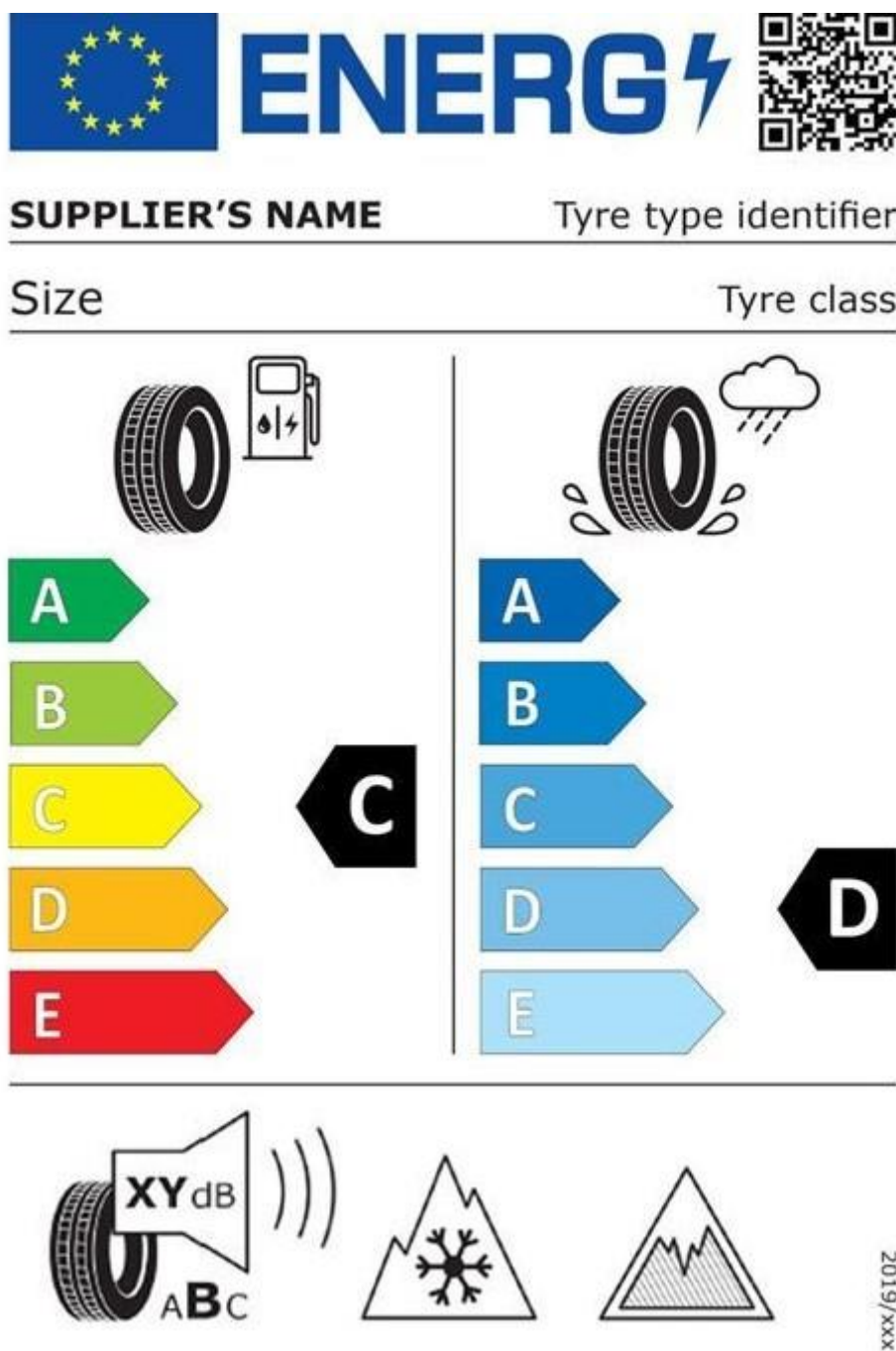
testin ajan. Renkaassa käytettävä ilmanpaine määritetään erillisessä taulukossa. Käytettävä paine riippuu renkaan rakenteesta sekä nopeusluokasta. (Tyrepower 2023.)

Riippuen rummy halkaisijasta pyörimisnopeudeksi valitaan alkuun joko 30 km/h tai 40 km/h, joka saavutetaan testin ensimmäisen 10 minuutin aikana. Pyörimisnopeutta lisätään 10 km/h askelein 10 minuutin välein, kunnes saavutetaan haluttu nopeus. Tätä nopeutta ylläpidetään vielä lopuksi 20 minuutin ajan. Testin päätyttyä rengas tarkastetaan huolellisesti mahdollisten vaurioiden havaitsemiseksi. Renkaan tulee selviytyä vaurioitumatta läpäistäkseen testin. Renkaan ulkohalkaisija mitataan kuuden tunnin kuluttua testin suorittamisesta, eikä se saa muuttua enempää kuin kolme prosenttia. (UNECE Regulaatio 30 2007.)

3.7 EU:n rengasmerkintä

Euroopan unionin maissa vuonna 2012 pakolliseksi tullut EU:n rengasmerkintä uudistui toukokuussa 2021. Kaikki EU:n alueelle markkinoille tulevat C1- ja C2-luokan renkaat on tullut 1.5.2021 alkaen varustaa uudella rengasmerkinnällä, josta löytyy aiemman lisäksi myös mahdollinen jää- ja lumipitomerkinä (kuva 4). Uusi asetus ei kuitenkaan koske nastallisia talvirenkaita.

Nykyisen Suomen tieliikennelain mukaan talvella on sallittua käyttää MS-, M.S-, M+S- tai Mud & Snow -merkittyjä renkaita. Renkaan ei tarvitse läpäistä standardoituja testejä saadakseen M+S-merkinnän, vaan kyseessä on valmistajan oma merkintä renkaan soveltuvuudesta talvikäyttöön. Vuoden 2024 marraskuusta alkaen M+S-merkittyjen renkaiden käyttö talvella ei kuitenkaan ole enää sallittua, vaan kaikkien talvikäyttöön tarkoitettujen renkaiden tulee olla varustettu uudella 3PMSF-merkinnällä. (Moottori 2022; Liikenneturva 2023.)



Kuva 4. EU:n rengasmerkintätarra (Liikenneturva 2023).

EU:n energiatehokkuusmerkinnän tarrassa alimmalla rivillä näkyy renkaan kyljestä löytyvä kolmihiippuisen vuoriston ja lumuhiutaleen symboli (kuva 4). Tämä merkintä tarkoittaa renkaan läpäisseen UNECE E117 -säännön mukaisen lumipitotestin ja rengas on tyyppihyväksytty ”vaikeisiin talviolosuhteisiin”. RMA

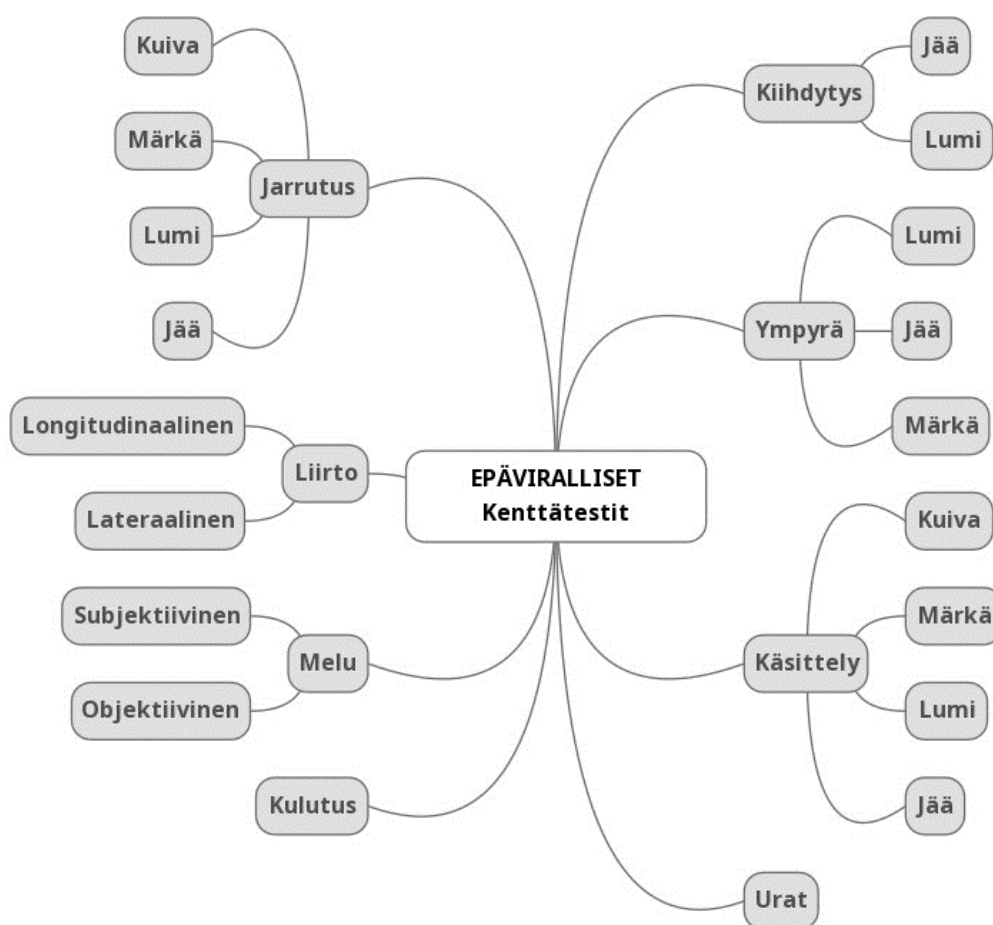
määrittää 3PMSF-merkinnän saaneen renkaan soveltuvan vaativaan talvikäyttöön (Moottori 2022; Liikenneturva 2023). Vaikka standardoidun lumipitohyväksyntätestin läpäiseminen onkin kehitystä valmistajan omaan M+S-merkintään, ovat monet kuitenkin sitä mieltä, että testin läpäisy ei takaa renkaan todellista soveltuvuutta vaativiin talviolosuhteisiin. Jääpitohyväksyntää kuvaava lumihuippuinen vuori antaa monen mielestä paremman soveltuvuuden pohjoisen lumisille ja jäisille teille. (Alaruikka 2020; Nokian Tyres plc 2023b.)

3.8 Tuotekehitystestaus

Tuotekehitystestauksessa tähdätään renkaiden tekniseen kehittämiseen rengasvalmistajien sisäisten vaatimusten mukaisesti sekä suoritetaan kilpailijoiden tuotteiden vertailua ja analyysiä (Tires Testing 2023; United Tires LLC 2023). Viime vuosina myös energian säästöön on alettu kiinnittää aiempaa enemmän huomiota, minkä ansiosta renkaiden taloudellisuus on nostettu turvallisuuden ja suorituskyvyn ohella tärkeäksi kehityskohteeksi (Warrier 2016).

Benchmark-testit osoittavat renkaiden suorituskykyä muihin merkkeihin verrattuna. Benchmark-testauksessa samanaikaisesti testataan tyypillisesti joukko renkaita, joilla on samanlaiset ominaisuudet. Tällöin saman kokoluokan renkaat tyypillisesti asennetaan samanlaisille vanteille, ajetaan samalla ajoneuvolla ja niille tehdään samat testit, jotta testausprosessi olisi mahdollisimman johdonmukainen. Kaikki testattavat renkaat myös pyritään testaamaan mahdollisimman lyhyen ajan sisällä, jotta testausolosuhteet renkaille olisivat mahdollisimman samanlaiset. Näin toimimalla pystytään testaamaan, kuinka erilaiset muuttujat vaikuttavat tiettyyn renkaaseen verrattuna muihin renkaisiin. (SimpleTire 2023.)

Kuva 5 sisältää yleisimpiä epävirallisia rengastestejä jaoteltuna testityypeittäin ja sen jälkeen testipinnan mukaan. Jarrutuksia ja käsittelyjä suoritetaan kaikilla testipinnoilla, kun taas kiihdytyksiä vain lumella ja jäällä. Rengasmelua arvioidaan auton sisäpuolelta sekä subjektiivisesti että objektiivisesti. Virallinen rengasmelutesti puolestaan suoritetaan ohiajomelua mittaamalla.



Kuva 5. Tyypillisimmät epäviralliset rengastestit.

Renkaan uraherkkyttä arvioidaan vain subjektiivisesti ja testi voidaan suorittaa testiradan lisäksi myös kuivalla yleisellä tiellä. Renkaan vesiliirtokynnys sekä pitkittäissuuntaisesti että sivusuuntaan voidaan määrittää suoraan tai kaartaen vesipatjalle ajaen. Näissä testeissä hyödynnetään ajon aikana mitattua pyörintänopeuseroa liirtokynnyksen määrittämisessä. (Hilli, M. 2023.)

Ympyrällä voidaan ajaa märällä asfaltilla, lumella tai jäällä. Testissä pyritään ajamaan mahdollisimman nopeita kierrosaikoja ilman lateraalisen pidon menetystä. (Hilli, M. 2023.)

Kulutustestausta voidaan suorittaa sekä autoille että renkailla. Renkaiden kulutustestauksessa renkailla ajetaan tyypillisesti joko ennalta sovittu kilometrimäärä tai sovittuun renkaiden kuluneisuuteen asti. Testin aikana sekä

ennen ja jälkeen testiä renkaat valokuvataan ja niille suoritetaan mittauksia. Kulutustesti antaa tietoa kulumisen nopeudesta ja laadusta. (UTAC 2023b.)

Subjektiiivisissa testeissä painotetaan testikuljettajan omia havaintoja.

Havainnointia suoritetaan muun muassa renkaiden ajokäytöksestä sekä auton käsiteltävyydestä erilaisilla alustoilla, ohjauskulmilla ja nopeusalueilla, rengasmelusta ja renkaan urakäytöksestä. Tällöin testikuljettajan kokemus ja ammattitaito nousee suureen rooliin arvioinnissa. (Hilli, M. 2023.)

4 Työohje

4.1 Tarkoitus

Työohjeen tarkoituksena on laadun varmistaminen, tehokkuuden sekä turvallisuuden parantaminen. Parhaimmillaan työohjeet myös tehostavat prosesseja, tasaavat vastuunjakoa, tuovat helpotusta lomakausiin sekä nopeuttavat uusien työntekijöiden perehdyttämistä. Hyvästä työohjeesta löytyy olennaiset tiedot ja työvaiheet selkeässä, helposti hahmotettavassa muodossa. Kieliasultaan ohjeen on hyvä olla käskymuodossa. (Kotimaisten kielten keskus 2019.)

UTAC Ivalossa käytetään yleisesti erilaisten testien suorittamisessa työohjetta apuna päivittäisessä työssä, mutta RD- ja MT-testauksesta tällainen työohje kuitenkin puuttui. Kyseinen testityyppi perustuu pitkälti asiakkaan tarpeisiin ja toiveisiin, joten jokaisen testin sisältö ja toteutustapa määritellään yksilöllisesti. Testien yksilöllisyys tekee yleispätevän ja yksityiskohtaisen työohjeen laadinnasta haastavaa. Testaustyön luonteen takia työohje ei ole tarkoitettu täydelliseksi ja aukottomaksi ohjeeksi testin suorittamiseen, vaan se on suunnattu testitiimissä työskentelevien testi-insinöörien ja -kuljettajien käyttöön, testaustyön tueksi.

4.2 Rakenne

Työohjeen pohjaksi valittiin yksinkertaiseksi ja selkeäksi todettua valmista työohjepohjaa mukaileva harmaasävyinen malli, josta oleelliset tiedot on mahdollisimman helppo poimia.

Työohjeen sisällysluettelossa (kuva 6) testit on jaoteltu käytettävän testipinnan mukaan kuivan ja märän asvaltlin, lumen sekä jääpinnan testeihin. Jokainen testi on ositettu omalle sivulleen ja oleelliset tiedot pyritty mahdollittamaan yhdelle sivulle. Jotta ohje on saatu pidettyä mahdollisimman kompaktina, on kuvien käytöstä ohjeen yhteydessä luovuttu. Kuvat eivät tässä yhteydessä juuri toisi

lisäarvoa ohjeistukseen. Tarkempaa selostusta vaativista työvaiheista on yrityksessä olemassa erilliset työohjeet, joihin tässä työohjeessa viitataan.

RD työohje

Yleistä

1. Kuiva
 - 1.1. Jarrutus
 - 1.2. Käsittely

2. Märkä
 - 2.1. Jarrutus
 - 2.2. Käsittely
 - 2.3. Ympyrä
 - 2.4. Pitkittäisliirto
 - 2.5. Sivuttaisliirto

3. Lumi
 - 3.1. Kiihdytys ja jarrutus
 - 3.2. Ympyrä
 - 3.3. Käsittely

4. Jää
 - 4.1. Kiihdytys ja jarrutus
 - 4.2. Ympyrä
 - 4.3. Käsittely

5. Kulutusajo

Raportointi

Kuva 6. Työohjeen sisällysluettelo.

4.3 Sisältö

Työohjeessa on kerrottu testiin liittyvät oleelliset työvaiheet, yleiset ja sovitut käytännöt sekä karkeat raamit suoritustavalle. Testin luonne huomioon ottaen paljon asioita jää silti testin suorittajan harkinnan varaan.

Yleiset, kaikkia testejä koskevat ohjeet on koottu työohjeen alkuun omien otsikoidensa alle. Työohjeen Yleistä-osio sisältää tietoa erilaisten testien suoritusjärjestyksestä, ajettavien testirenkaiden keskinäisestä ajojärjestyksestä sekä käytettävästä referenssirenkaasta ja sen valinnasta. Tässä osassa käsitellään myös vaatimuksia testipinnalle ja olosuhteille, kuten hyväksyttävän CTI-lukeman vaihteluväli sekä sopivat testauslämpötilat erilaisille renkaille ja testeille. Yleistä-osiossa on kerrottu lisäksi ennen testiä suoritettavista testivalmisteluista, kuten renkaiden sisäänajosta ja käytettävistä rengaspaineista.

Varsinainen työohjesivu on jaettu kahtia, vasemmalla puolella oleelliset otsikot ja oikealla puolella tarkentava selvitys (kuva 7). Pohjana käytettiin olemassa olevaa lumella suoritettavan jarrutustestin työohjetta. Työvaiheet ja niiden järjestys on visuaalisen selkeyden vuoksi pidetty samana jokaisessa testissä, vaikka kaikki otsikot eivät liity kaikkiin testeihin. Selkeyden vuoksi myös oleelliset numeeriset arvot, kuten testin suorituksessa käytettävä ajonopeus, tulosten laskennassa käytettävä nopeusväli sekä vaadittu onnistuneiden suoritusten määrä on eriytetty omiksi otsikoikseen. Työohjeessa on oma ohje subjektiivisille sekä objektiivisille testeille.

1.1. Otsikko	
Testimetodi	
Testipinta	
Ajonopeus	
Laskentanopeus	
Toistojen määrä	
Testin suorittaminen	
Testausolosuhteet	
Painotus	
Tiedostonimi	
Muuta huomioitavaa	

Kuva 7. Työohjepohja

Varsinainen työohjesivu on jaettu kahtia, vasemmalla puolella oleellimmat otsikot ja oikealla puolella tarkentava selvitys (kuva 7). Pohjana käytettiin olemassa olevaa lumella suoritettavan jarrutustestin työohjetta. Työvaiheet ja niiden järjestys on visuaalisen selkeyden vuoksi pidetty samana jokaisessa testissä, vaikka kaikki otsikot eivät liity kaikkiin testeihin. Selkeyden vuoksi myös oleellimmat numeeriset arvot, kuten testin suorituksessa käytettävä ajonopeus, tulosten laskennassa käytettävä nopeusväli sekä vaadittu onnistuneiden suoritusten määrä on eriytetty omiksi otsikoikseen. Työohjeessa on oma ohje subjektiivisille sekä objektiivisille testeille.

Työohjeen lopussa on oma osionsa liittyen testin yhteydessä mitattujen ja kerättyjen datatiedostojen nimeämiseen, tallentamiseen, laadunarviointiin, validointiin ja käsittelyyn.

Tavoitteena oli työohje, josta testin suorittamisen kannalta oleellimmat tiedot on mahdollista poimia lyhyellä silmäyksellä. Työohjeen rakenne ja ulkoasu on suunniteltu niin, että uusien testien lisääminen siihen jälkeenpäin on mahdollisimman helppoa.

4.4 Prosessi

Työohjepohjaa muokattiin yrityksen tarpeisiin sopivaksi sekä ulkoasultaan että testien suoritustapojen osalta. Iso osa työstä oli sanoittaa kirjalliseen muotoon jo olemassa ollutta suullista tietoa sekä yleisiä käytänteitä. Yksityiskohtia hiottiin palaverissa toimeksiantajan edustajien kanssa. Palaverissa käytiin läpi työohjeen runkoa, otsikoita sekä päätettiin mitkä ovat olennaisimmat testit kuvattavaksi työohjeeseen.

Kun ohjeeseen oli koottu oleelliset tiedot ja sen runko oli valmiina, hiottiin yksityiskohtia. Tämä toteutettiin lähettämällä työohje testitiimin jäsenille tutustuttavaksi ja kommentoitavaksi. Kommenttien ja ilmi tulleiden ideoiden pohjalta työohjetta muokattiin lopulliseen muotoonsa aiheen tiimoilta pidetyissä palaverissa. Muiden tiimiläisten näkemykset olivat erittäin arvokkaita ja auttoivat välttämään omaan työhön sokeutumista. Palaverissa tiimin jäsenet saivat kertoa näkemyksiään ja lopullisia ohjeistukseen päätyneitä toimintatapoja pohdittiin yhdessä.

Lopullinen työohje löytyy tämän opinnäytetyön liitteistä sekä yrityksen sisäisestä tietokannasta, jonne on pääsy RD- ja MT-testaukseen osallistuvilla ja josta ohje on tarvittaessa myös tulostettavissa.

5 Johtopäätökset

Työn tavoitteena oli koostaa UTAC Ivalon toteuttamaan renkaiden epäviralliseen tuotekehitystyyppiseen testaukseen soveltuva työohje. Työohje on suunniteltu UTAC Ivalon toimintaympäristöön ja siellä työskentelevien testitiimiläisten käyttöön. Työohjeen on tarkoitus yhtenäistää toimintatapoja, toimia työskentelyn tukena sekä apuna testauksen suorittamista koskevien valintojen teossa. Työohje ei korvaa kyseiseen testityyppiin liittyvää perehdytystä eikä näin ollen sovellu sellaisenaan ainoaksi ohjeeksi ensikertalaiselle testaajalle. Ohje on ulkoasultaan selkeä, helppolukuinen, ja siinä on kerrottu kunkin testin erityispiirteet sekä olennaisimmat testin suorituksessa huomioon otettavat asiat.

Ohje on hyödyllisin uransa alussa oleville testi-insinööreille ja -kuljettajille sekä heille, jotka suorittavat kyseisen testityypin testejä vain harvoin. Luonnollisesti tämänkaltaisen työohjeen käyttötarve ja -aste on matalampi henkilöillä, jotka ovat kokeneempia kyseisessä testityypissä.

Testitiimiläisiltä työohjeesta tullut palaute on ollut positiivista, ohjetta on kuvattu kattavaksi ja selkeäksi. Palautteen perusteella sekä erillisissä palavereissa käsiteltyjen asioiden perusteella ohjeeseen on tehty pieniä muutoksia.

Varsinaista seurantaä työohjeen käytöstä ei tämän opinnäytetyön puitteissa ehditty toteuttaa. Toivon, että työohje otetaan aktiivisesti käyttöön ja siitä on yritykselle tulevaisuudessa hyötyä. Mikäli työohjeen olemassaolosta ei aktiivisesti kerrota työntekijöille, on vaarana, ettei sen olemassaolosta ole tietoa ja työohje hukkuu muiden dokumenttien ja ohjeiden sekaan. Tällöin toimintatapojen yhtenäisyys vaarantuu.

Työohjetta on tulevaisuudessa helppo muuttaa tai täydentää. Seuraavana kehityskohteena työohjeeseen lisätään ohjeet subjektiivisen rengasmelutestin sekä uraherkkyystestin suorittamiseen.

Lähteet

Alaruikka, S. 2020. Mihin kelpaa ympärivuotinen rengas. Artikkelit Auto, tekniikka ja kuljetus -lehden sivustolla. Viitattu 19.10.2023 <http://www.boy.fi/atk/component/content/article/12-ajankohtaiset/927-mihin-kelpaa-ymparivuotinen-rengas.html>.

Automotive World Ltd. 2021. UTAC CERAM completes acquisition of Millbrook and announces new governance. Artikkelit Automotive World -lehden sivustolla. Viitattu 18.7.2023 <https://www.automotiveworld.com/news-releases/utac-ceram-completes-acquisition-of-millbrook-and-announces-new-governance/>.

Hilli, M. 2023. Henkilökohtainen tiedonanto. Viitattu 13.12.2023.

House of Lapland 2022. Ivalossa ympärivuotiset talviolosuhteet testaustoimintaan. Viitattu 4.9.2023 <https://www.lapland.fi/fi/business/test-worldissa-ivalossa-ymparivuotiset-talviolosuhteet-testaukseen/>.

Kauppalehti 2023. Taloustiedot. Alma Media Oyj 2023. Viitattu 14.9.2023 <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/test+world+oy/0887851-2>.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2021. Tyyppihyväksynnän pohjana oleva sääntely. Viitattu 24.10.2023 <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/tyyppihyvaksynta/saantely>.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2022. Tyyppihyväksyntä. Viitattu 13.12.2023 <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/tyyppihyvaksynta>.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2023. Tuotannon vaatimustenmukaisuuden valvonta (CoP). Viitattu 24.10.2023 <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/tyyppihyvaksynta/cop>.

Liikenneturva 2023. Auton renkaat. Artikkelit Liikenneturvan sivustolla. Viitattu 18.10.2023 <https://www.liikenneturva.fi/liikenteessa/auton-renkaat/#a5161fda>.

Lindroos, A. 2018. Test World ja Turun ammattikorkeakoulu tekevät tiivistä yhteistyötä ympäri vuoden. Turun Ammattikorkeakoulu 19.1.2018. Viitattu 3.9.2023 <https://www.turkuamk.fi/fi/ajankohtaista/1730/test-world-ja-turun-ammattikorkeakoulu-tekevät-tiivista-yhteistyota-ympari-vuoden/>.

Moottori 2022. Mitä renkaiden EU-merkinnät tarkoittavat? Artikkelin Moottori -lehden sivustolla. Viitattu 19.10.2023 <https://moottori.fi/liikenne/jutut/mita-renkaiden-eu-merkinnat-tarchoittavat/>.

Nokian Tyres plc. 2023a. Ivalon testikeskus "White Hell". Viitattu 19.10.2023 <https://www.nokianrenkaat.fi/innovatiivisuus/testaus/ivalon-testikeskus/>.

Nokian Tyres plc. 2023b. EU-rengasmerkintä ja talvirenkaat. Viitattu 19.10.2023 <https://www.nokianrenkaat.fi/innovatiivisuus/rengastietoa/eu-uudet-rengasmerkinnat/eu-rengasmerkinta-ja-talvirenkaat/>.

SimpleTire 2022. Tire buying guides: Tire Speed Rating Chart. Viitattu 24.10.2023 <https://simpletire.com/learn/tire-buying-guides/tire-speed-rating>.

SimpleTire 2023. The tire testing process: What it is & how it works. Viitattu 8.9.2023 <https://simpletire.com/learn/tire-news-information/tire-testing>.

Smithers, 2019. Webinar: An Overview of Global Winter Tire Traction. Viitattu 10.10.2023 <https://www.smithers.com/resources/2021/november/webinar-an-overview-of-global-winter-tire-traction>.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2019. Uutinen: Suomen johdolla testausohjeet nastarenkaiden tienkuluttavuudelle. Viitattu 24.10.2023 <https://sfs.fi/suomen-johdolla-testausohjeet-nastarenkaiden-tienkuluttavuudelle/>.

Tires Testing 2023. Tires testing. Viitattu 8.9.2023 <https://www.tirestesting.com/tires-testing>.

Tyrepower 2023. Tyre load ratings explained. Viitattu 24.10.2023 <https://www.tyrepower.com.au/news/tyre-load-ratings-explained>.

UNECE Regulaatio 30 2007. Uniform provisions concerning the approval of pneumatic tyres for motor vehicles and their trailers.

United Tires LLC 2023. Tire Testing Systems and Tire Manufacture. OFT Corporation 2023. Viitattu 7.9.2023 <https://www.utires.com/articles/tire-testing-systems/>.

UTAC 2023a. Our Sites. Viitattu 23.8.2023 <https://www.utac.com/our-sites/>.

UTAC 2023b. Complete tyre testing offer. Viitattu 23.8.2023 <https://www.utac.com/your-needs/tyre-testing-and-approval/>.

UTAC 2023c. Cold environment tests at UTAC Ivalo this summer. Viitattu 24.8.2023 <https://www.utac.com/cold-environment-tests/>.

Warrier, P. 2016. A beginner's guide to tyre testing. Viitattu 15.10.2023 <https://rubbermachineryworld.com/2016/01/13/a-beginners-guide-to-tyre-testing-part>.