

# Nastarenkaiden tienkuluma ja ylijotestin raja-arvojen validointi

Testiraportti TW-TT19-RD2075

Jukka Antila

Julkaisun nimi Nastarenkaiden tienkuluma ja yliajotestin raja-arvojen validointi			
Tekijät Jukka Antila			
Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 4.7.2019			
Julkaisusarjan nimi ja numero <b>Traficomın tutkimuksia ja selvityksiä 29/2019</b>		ISSN(verkkajulkaisu) 2669-8781 ISBN(verkkajulkaisu) 978-952-311-454-8	
Asiasanat Nastarenkaat, tienkuluma, yliajo, jääpito, renkaiden kuluminen, nastojen kuluminen			
Tiivistelmä Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten tienkulumatestin eri toteutustapa vaikuttaa kulumatuloksiin. Toisena tavoitteena oli mitata, miten nastarenkaiden kuluminen vaikutti niiden aiheuttamaan tienpinnan kulumiseen. Kolmantena tavoitteena oli tutkia, miten renkaiden kuluminen vaikuttaa niiden pitoon liukkaalla jääpinnalla. Tutkimuksessa käytettiin kahta eri rengasmallia.  Tienkulumatestin tulos kasvoi rengasmallilla A 24% ja mallilla B 16% silloin, kun tienkulumatestin ajomäärä nostettiin standardin 200 ylityksestä 240 ylitykseen.  Tienkulumatestin tulos pienentyi 10000 km ajettulla renkaalla 6% uuteen renkaaseen verrattuna. Renkaalla B ajettiin 5000 km, ja sen aiheuttama tienkuluma väheni 12%. Rengasmallien väliset erot voivat selittyä useilla tekijöillä, tärkeimpänä todennäköisesti nastaulkonemien erilainen muuttuminen kulumisen myötä.  Renkaiden jääpito heikkeni kulumisen myötä tuntuvasti. Rengasmallin A jarrutuspito heikkeni 25% ja mallin B 14% 10000 kilometrin ajomatalla. Kiihdytyspidossa heikkeneminen oli suurempaa: rengasmallilla A 38% ja mallilla B 25%. Sivuttaispito heikkeni myös, rengasmalli A ainoastaan 6% mutta B 16%.  Molempien rengasmallien nastaulkonemat nousivat kulutusajon aikana, mutta siitä huolimatta jääpito heikkeni vaikka nastaulkonemien nousu normaalisti parantaa pitoa. Pidon heikkeneminen aiheutui todennäköisesti nastojen kulumisesta, niiden kiinnittymisen muutoksista sekä osin myös renkaiden pinnan kulumisesta.			
Yhteyshenkilö Keijo Kuikka	Raportin kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Kokonaissivumäärä 23
Jakaja	Kustantaja Liikenne- ja viestintävirasto Traficom		

Publikation Vägslitage till följd av dubbdäck och validering av överkörningstestets gränsvärden			
Författare Jukka Antila			
Tillsatt av och datum Transport- och kommunikationsverket Traficom 4.7.2019			
Publikationsseriens namn och nummer <b>Traficoms forskningsrapporter och utredningar 29/2019</b>		ISSN (webbpublikation) 2669-8781 ISBN (webbpublikation) 978-952-311-454-8	
Ämnesord Dubbdäck, vägslitage, överkörning, grepp på is, däckslitage, dubbslitage			
<p>Sammandrag</p> <p>Målet med undersökningen var att ta reda på hur olika sätt att utföra vägslitagetestet påverkar resultaten. För det andra ville man mäta hur slitage av dubbdäck påverkar däckens slitage av vägytan. För det tredje ville man undersöka hur däckslitaget påverkar däckens grepp på hal is. I undersökningen användes två olika däckmodeller.</p> <p>När antalet överkörningar i vägslitagetestet ökades från standardmängden på 200 överkörningar till 240 fick däckmodell A ett 24 procent högre resultat och modell B 16 procent.</p> <p>Jämfört med ett nytt däck minskade resultatet i vägslitagetestet med 6 procent när det utfördes med ett däck som körts 10 000 kilometer. Däck B kördes i 5 000 kilometer och det vägslitaget gav upphov till minskade med 12 procent. Skillnaderna mellan däckmodellerna kan förklaras av flera faktorer, den viktigaste är sannolikt att dubbarna sticker ut på olika sätt på grund av slitaget.</p> <p>Däckens grepp på is försämrades kännbart på grund av slitage. Bromssträckan för däckmodell A försämrades med 25 procent och med 14 procent för modell B efter 10 000 kilometer. Försämringen av accelerationsgreppet var ännu större: 38 procent för däckmodell A och 25 procent för modell B. Det laterala greppet försämrades också, med endast 6 procent för däckmodell A men med 16 procent för modell B.</p> <p>På båda däckmodellerna stack dubbarna ut mer efter slitage, men trots det försämrades isgreppet även om mer utstickande dubbar vanligen ger bättre grepp. Det försämrade greppet berodde sannolikt på dubbslitage, förändringar i dubbarnas fäste samt delvis även slitage av däckyten.</p>			
Kontaktperson Keijo Kuikka	Språk finska	Sekretessgrad offentlig	Sidoantal 23
Distribution		Förlag Transport- och kommunikationsverket Traficom	

Title of publication Validation of limit values for road wear and over-run tests for studded tyres			
Author(s) Jukka Antila			
Commissioned by, date Finnish Transport and Communications Agency Traficom 4.7.2019			
Publication series and number <b>Traficom Research Reports 29/2019</b>		ISSN (online) 2669-8781 ISBN (online) 978-952-311-454-8	
Keywords Studded tyres, road wear, over-run, ice grip, tyre wear, stud wear			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the study was to examine how different road wear test methods affect the results. The secondary objective was to measure how the wear of studded tyres influences the road wear caused by the tyres. The third objective was to examine how tyre wear influences the tyres' grip properties on icy surfaces. Two tyre models were used in the study.</p> <p>With tyre model A, the road wear test result increased by 24% and with tyre model B by 16% when the number of over-runs was increased from the 200 over-runs specified in the relevant standard to 240 over-runs.</p> <p>When measured with tyre that had been used for 10,000 km as compared to a new tyre, the road wear test result decreased by 6%. Tyre B was used for 5,000 km, and the road wear caused by the tyre decreased by 12%. The differences between the tyre models may be attributed to several factors, but the most likely explanation is that the tyre wear caused the tyres' stud protrusions to change in different ways.</p> <p>Tyre wear caused significant loss in ice grip. The braking grip of tyre model A decreased by 25% and that of model B by 14% over the distance of 10,000 kilometres. Acceleration grip decreased even more: by 38% with tyre model A and 25% with model B. The tyres also lost some of their lateral grip, with a decrease of only 6% in model A but 16% in model B.</p> <p>Stud protrusions increased in both tyres during the tests, but the tyres' ice grip was reduced even though increased stud protrusion usually improves the grip. The grip loss was most likely caused by stud wear, changes in stud installations and partly by tyre surface wear.</p>			
Contact person Keijo Kuikka	Language Finnish	Confidence status Public	Pages, total 23
Distributed by		Published by Finnish Transport and Communications Agency Traficom	

## **ALKUSANAT**

Tässä rengastestihin perustuvassa selvityksessä määritettiin nastarenkaiden tyyppihyväksyntävaatimusten määräysvalmistelun tarpeisiin, miten henkilöautojen renkaiden tienkulumatestin tulokset muuttuvat, jos testiä mukautettaisiin lisäämällä yliajokertojen lukumäärää nykyisestä. Rengastestein pyrittiin myös todentamaan sitä, miten renkaiden tienkulutus ja pito-ominaisuudet jäällä muuttuvat renkaiden käyttökilometrien myötä.

Selvityksen tilaajana oli Liikenne- ja viestintävirasto Traficom ja toteuttajana Test World Oy. Projektin seurantaryhmään kuuluivat Keijo Kuikka ja Jussi Salminen Traficomista sekä Jukka Antila ja Markus Hilli Test World Oy:stä.

Helsingissä, 19. marraskuuta 2019

Keijo Kuikka  
erityisasiantuntija  
Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

## FÖRORD

Denna utredning grundar sig på däcktester och fastställer för beredningen av föreskrifter om krav för typgodkännande av dubbdäck hur resultaten i vägslitagetest av personbilsdäck förändras om testet anpassas genom att öka antalet överkörningar från det nuvarande. Genom däcktesten försökte man även verifiera hur däckens vägslitage och greppegenskaper på is förändras ju längre däckerna har använts.

Utredningen beställdes av Transport- och kommunikationsverket Traficom och utfördes av Test World Oy. Projektets uppföljningsgrupp bestod av Keijo Kuikka och Jussi Salminen från Traficom samt Jukka Antila och Markus Hilli från Test World Oy.

Helsingfors, den 19 november 2019

Keijo Kuikka  
specialsakkunnig  
Transport- och kommunikationsverket Traficom

## **FOREWORD**

This study was conducted to support the drafting of a regulation on type-approval requirements for studded tyres. The study was based on tyre tests and sought to determine how the results of road wear tests carried out on passenger car tyres change if the test is modified by increasing the number of over-runs from the current level. Tyre tests were also carried out to demonstrate how the road wear caused by tyres and tyre ice grip properties change as tyre mileage increases.

The study was commissioned by the Finnish Transport and Communications Agency Traficom and conducted by Test World Oy. The project monitoring group included Keijo Kuikka and Jussi Salminen from Traficom, and Jukka Antila and Markus Hilli from Test World Oy.

Helsinki, 19 November 2019

Keijo Kuikka  
Special Adviser  
Finnish Transport and Communications Agency Traficom

## Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Tutkimuksen tavoite</b> .....	<b>8</b>
1.1	Tienkulumatesti - testimenetelmä .....	8
1.2	Tienkulumatesti – kuluneet renkaat .....	8
1.3	Jääpito – kuluneet renkaat.....	8
<b>2</b>	<b>Tutkimuksen rajaus ja menetelmät</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Testiohjelma</b> .....	<b>10</b>
3.1	Testirenkaiden hankinta.....	10
3.2	Jääpitokokeet uusilla sisäänajetuilla renkailla .....	10
3.3	Yliajokokeet uusilla renkailla .....	10
3.4	Kulutusajo .....	10
3.5	Yliajokokeet kuluneilla renkailla .....	11
3.6	Jääpitokokeet kuluneilla renkailla.....	11
3.7	Jääsivuttaispitokokeet kuluneilla renkailla .....	11
<b>4</b>	<b>Tutkimuksen tulokset</b> .....	<b>13</b>
4.1	Tienkulumatestimenetelmän vaikutus.....	13
4.2	Renkaiden kulumisen vaikutus tienkulumiseen .....	14
4.2.1	Rengas A, 2000 km .....	14
4.2.2	Rengas B, 5000 km .....	15
4.2.3	Rengas A, 10000 km .....	16
4.3	Renkaiden kulumisen vaikutus jääpitoon.....	17
4.3.1	Kiihdytys ja jarrutus jäällä - uudet renkaat.....	17
4.3.2	Kiihdytys ja jarrutus jäällä - 2000 km ajetus renkaat .....	18
4.3.3	Kiihdytys ja jarrutus jäällä - 5000 km ajetus renkaat .....	18
4.3.4	Kiihdytys ja jarrutus jäällä - 10000 km ajetus renkaat .....	19
4.3.5	Sivuttaispito jäällä - 10000 km ajetus renkaat .....	19
4.4	Renkaiden urasyvyys ja irronneet/katkenneet nastat.....	22
<b>5</b>	<b>Lopuksi</b> .....	<b>23</b>



# **1 Tutkimuksen tavoite**

Tutkimus jakautui kolmeen eri tavoitteeseen: tienkulumatestin erilaisten menetelmien vertailuun uusilla renkailla, tienkulumatestin tuloksiin käytetyillä renkailla sekä renkaiden kulumisen vaikutukseen renkaiden jääpitoon.

## **1.1 Tienkulumatesti - testimenetelmä**

Tavoitteena oli mitata, miten testimenetelmä vaikuttaa tienkulumatestin tuloksiin. Testissä verrattiin tuloksia 200 ja 240 ylityksellä, kahdella eri nastarenkaalla.

## **1.2 Tienkulumatesti – kuluneet renkaat**

Tavoitteena oli mitata, miten renkaiden kulumisen vaikuttaa tienkulumatestin tuloksiin. Testissä verrattiin tuloksia uudella, 2000km, 5000km ja 10000km ajettulla renkaalla ja testissä käytettiin kahta eri valmistajan nastarengasta.

## **1.3 Jääpito – kuluneet renkaat**

Tavoitteena oli mitata, miten renkaiden kulumisen vaikuttaa niiden jääpitoon. Testissä verrattiin jarrutus- ja kiihdytystuloksia uudella, 2000km, 5000km ja 10000km ajettulla renkaalla ja testissä käytettiin kahta eri valmistajan nastarengasta. Lisäksi verrattiin uusien ja 10000km ajettujen renkaiden sivuttaispitoa.

## **2 Tutkimuksen rajausta ja menetelmät**

Tutkimus rajattiin kahdella eri renkaalla tehtäväksi, koskien sekä tienkuluman että jääpidon mittaamista. Renkaiksi valittiin yleiset ja laadukkaiksi tunnetut nastarengasmallit. Rengaskooksi valittiin yleinen 205/55R16.

Tienkulumatestit tehtiin standardin SFS7503:2018 mukaisesti, sillä erotuksella, että tutkimuksen tavoitteen mukaan osassa tapauksia standardin mukaista mittausmenetelmää muutettiin 200 ylityksen sijasta 240 ylitykseksi.

Kiihdytys- ja jarrutuskokeissa jäällä käytettiin alalla yleisesti käytettyjä testimenetelmiä.

Sivuttaispitokokeet jäällä tehtiin VTI:n (Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, Ruotsi) mittalaitteella.

### 3 Testiohjelma

Rengastestauksessa olosuhteilla on ratkaiseva vaikutus renkaiden pitotasoon. Projektissa oli erityisen tärkeää huolehtia olosuhteiden yhteneväisyydestä eri aikoina tehtävien kokeiden välillä, jotta muutokset olosuhteissa eivät näkyisi renkaiden välisissä eroissa.

Kaikki pitokokeet tehtiin indoor-testihalleissa, joissa ilman ja pinnan lämpötilat saatiin säädettyä halutuiksi.

Projekti toteutettiin alla olevassa järjestyksessä.

#### 3.1 Testirenkaiden hankinta

Test World Oy hankki testirenkaat A ja B, kaksi sarjaa molempia. Toinen rengassarja molemmista (sarja 1) sisäänajettiin 300 km ennen jääpitokokeita. Renkaat hankittiin ja valmisteltiin testejä varten heinäkuussa 2019.

#### 3.2 Jääpitokokeet uusilla sisäänajetuilla renkailla

Molemmille rengassarjoille (A ja B sarjat 1 ja 2) tehtiin jääpitokokeet Test World Oy:n Indoor -testihallissa. Kokeessa mitattiin renkaiden jarrutusmatka nopeusvälillä 25-5 km/h ja kiihdytysaika nopeusvälillä 5-25 km/h. Testiautona oli etuvetoinen VW Golf. Pitokokeiden lisäksi renkaiden nastaulkonemat mitattiin ennen kokeita.

#### 3.3 Yliajokokeet uusilla renkailla

Molemmille rengasmalleille tehtiin yliajokokeet (rengassarja 2). Kokeessa käytettiin kahta peräkkäin sijaitsevaa yliajolaatikkoa, joista toisen kivet poistettiin 200 ylityksen jälkeen ja toisella jatkettiin koetta 240 ylitykseen saakka. Yliajokokeet tehtiin heinäkuussa 2019.

Tienkulumamittaukset tehtiin standardin SFS 7503:2018:en mukaista menettelyä noudattaen nelivetoisella testiautolla.

#### 3.4 Kulutusajo

Renkailla A ja B (rengassarja 2) tehtiin kulutusajo kahdella identtisellä etuvetoisella VW Golf -testiautolla. Kulutusajoreittinä käytettiin Test Worldin Näätämo -testireittiä Ivalosta pohjoiseen viileissä olosuhteissa. Ajo toteutettiin "convoy" -testinä, jossa molemmat testiautot ajavat peräkkäin samaa reittiä samoissa olosuhteissa. Lisäksi kuljettajia kierrätettiin siten, että mahdolliset erot kuljettajien ajotyyleissä tasoittuivat eivätkä vaikuttaneet renkaiden kulumiseroihin.

Kulutuskokeen aikana renkaista mitattiin urasyvytykset, nastaulkonemat sekä laskettiin irronneet ja katkenneet nastat 0km, 2000 km, 5000km ja 10000km ajon jälkeen.

Kulutusajo tehtiin heinä/elokuun aikana 2019. Ajossa käytettiin erilaisia asfalttipintaisia maanteitä ja testin keskinopeus oli 78 km/h. Ajosta 68% tehtiin kuivalla tienpinnalla ja kosteita/märkiä teitä esiintyi 32% ajomatkasta.

### 3.5 Yliajokokeet kuluneilla renkailla

Rengasmallille A (rengassarja 2) tehtiin yliajokoe 2000 km kulutusajon jälkeen heinäkuussa 2019.

Rengasmallille B (rengassarja 2) tehtiin yliajokoe 5000 km kulutusajon jälkeen elokuussa 2019.

Rengasmallille A (rengassarja 2) tehtiin yliajokoe 10000 km kulutusajon jälkeen elokuussa 2019.

Tienkulumamittaukset kuluneille renkailla tehtiin 200 ylityksellä. Mittaukset tehtiin standardin SFS 7503:2018:en mukaista menettelyä noudattaen samalla testiradalla, samalla kuljettajalla ja samalla nelivetoisella testiautolla kuin uusillekin renkailla.

### 3.6 Jääpitokokeet kuluneilla renkailla

Rengassarjoille A ja B (rengassarja 2) tehtiin kiihdytys- ja jarrutuskoee jäällä 2000 km kulutusajon jälkeen 3.2 menetelmän mukaisesti samoin kuin uusille renkailla. Kokeet tehtiin heinäkuussa 2019.

Rengassarjoille A ja B (rengassarja 2) tehtiin kiihdytys- ja jarrutuskoee jäällä 10000 km kulutusajon jälkeen kohdan 3.2 menetelmän mukaisesti samoin kuin uusille renkailla. Kokeet tehtiin elokuussa 2019.

Molemmissa kokeissa testattiin lisäksi uudet vertailurenkaat A ja B (rengassarja 1) jotta nähtiin, miten renkaiden ja nastojen kulumisen oli vaikuttanut pito-ominaisuuksiin kulumisen myötä.

Kaikki pitokokeet uusina ja kuluneina tehtiin samoissa testiolosuhteissa, samalla testiautolla ja -kuljettajalla. Renkaiden nastaulkonemat mitattiin ennen kutakin jääpitokoetta.

### 3.7 Jääsivuttaispitokokeet kuluneilla renkailla

Kulutusajon ja jääjarrutus- ja kiihdytyskokeiden jälkeen renkaat toimitettiin Ruotsiin, VTI:n sisätetauslaboratorioon.

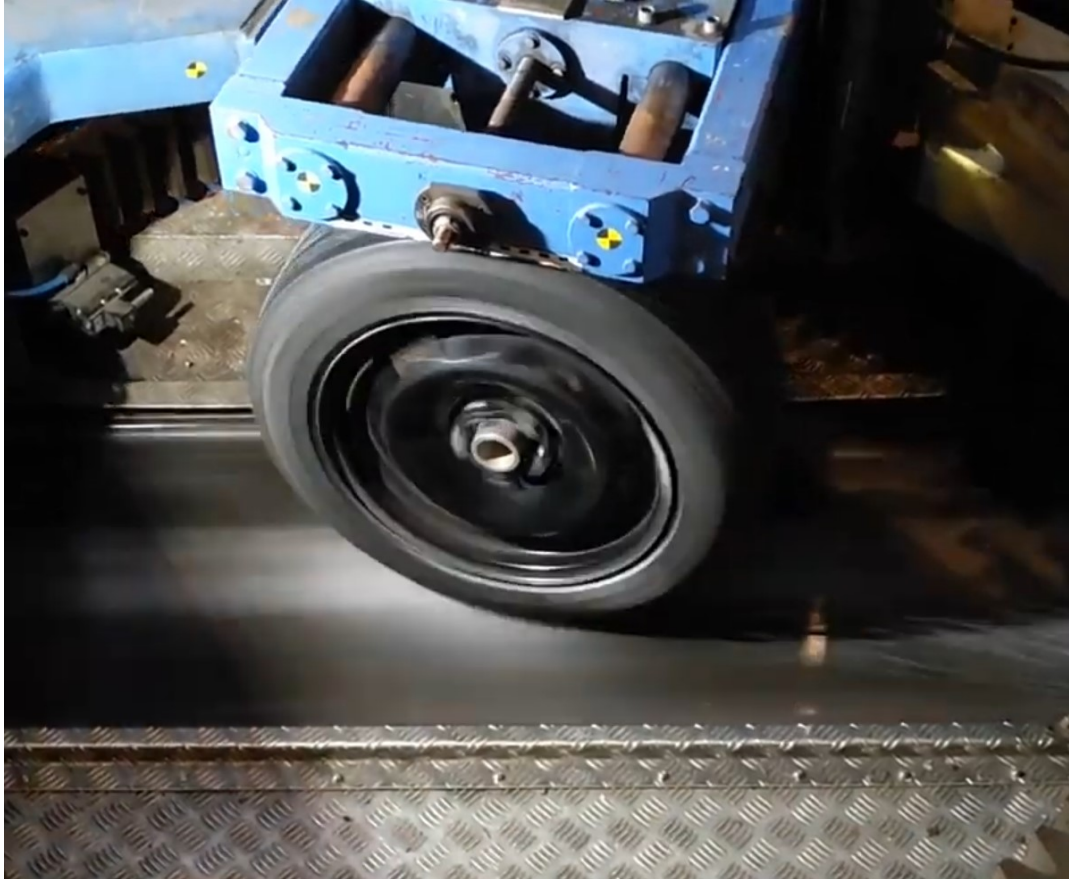
Normaalisti ulko-olosuhteissa sivuttaispitoa mitataan ympyräkoeeella, jossa renkailla mitataan kierrosaika. Ympyräkoee antaa tulokseksi renkaan sivuttaispidon maksimin pienillä 0-10 asteen luistokulmilla, koska ympyräkoeeessa ohjauspyörän asento pyritään pitämään mahdollisimman stabiilina ohjausliikkeitä välttämällä.

VTI:n laboratoriokokeessa yksi mitattava rengas asennettiin mittalaitteeseen, jossa renkaan pyörintänopeutta ja ohjauskulmaa voidaan säätää. Tuloksena saatiin kullekin renkaalle sivuttaisjäpidon keskiarvo, kun rengasta käännetään 5:stä 20:een astetta testin aikana, nopeuden ollessa noin 30 km/h. Tulos vastaa pienten luistokulmien osalta ulkona tehtävää ympyräkoetta, mutta antaa myös pitotuloksen suuremmilla luistokulmilla. Testisarja toistettiin 4 kertaa ja kussakin testissä renkaiden järjestykset vaihdettiin, jotta testipinnan mahdollisen muuttumisen vaikutus lopputulokseen minimoitaisiin.

Sivuttaispitokokeessa testattiin kuluneiden renkaiden lisäksi uudet vertailurenkaat A ja B (rengassarja 1) jotta nähtiin, miten renkaiden ja nastojen kulumisen oli vaikuttanut pito-ominaisuuksiin. Kokeet tehtiin syyskuussa 2019 ja Test Worldin edustaja valvoi niiden toteutusta. Testissä käytettiin kunkin rengassarjan oikeaa eturengasta.

VTI:n käytönä on suorittaa yksi toisto pohjoismaisella kitkarenkaalla jokaisen testisarjan alussa ja lopussa laadun varmistamiseksi.

Alla olevassa kuvassa on esitetty laite ja sen toimintaperiaate. Renkaan alla liikkuu jäädytetty hihna, ja rengasta voidaan kääntää eri kääntökulmille.



Kuva 1. VTI:n sivuttaispitokoe

## 4 Tutkimuksen tulokset

### 4.1 Tienkulumatestimenetelmän vaikutus

Alla olevassa taulukossa on esitetty tienkulumatestin tulokset uusille renkaille A ja B, 200 ja 240 kulumatestissä käytetyn mittalaatikon ylityksellä. Standardinmukaisessa menetelmässä ylityksiä tehdään 200 kpl, mutta tässä tutkimuksessa mitattiin lisäksi tulokset, kun ylityksiä tehtiin 240 kpl.

Taulukossa on lisäksi esitetty renkaiden nastaulkonemat.

*Taulukko 1. Tienkulumatesti eri ylitysmäärillä*

Tienkulumamittaus	Tulos (g)	Nastaulkonema (mm)			Muutos (%)
		Etu	Taka	Keskiarvo	240 vs 200 ylitystä
A, 200 ylitystä	<b>0.96 g</b>	0.94	0.91	0.93	
A, 240 ylitystä	<b>1.21 g</b>	0.94	0.91	0.93	26.0 %
B, 200 ylitystä	<b>1.25 g</b>	0.98	1.02	1.00	
B, 240 ylitystä	<b>1.45 g</b>	0.98	1.02	1.00	16.0 %

Lisääntynyt ylitysmäärä vaikutti tienkulumaan renkaan A osalta 26%, ja renkaan B osalta 16%.

Alla olevassa taulukossa on esitetty renkaiden pistovoimat ennen testiä.

*Taulukko 2. Uusien renkaiden pistovoimat ennen testiä*

#### Pistovoima (N)

Rengas	Min	Max	Keskiarvo
A, etu	98	121	112
A, taka	96	124	108
B, etu	110	149	131
B, taka	115	152	130

Testi tehtiin Test World Oy:n Ivalon testiradalla ja testissä käytettiin nelivetoista Skoda Octavia -testiautoa ja testeissä käytettiin rengasstandardin mukaista rengaspainetta 2.4 bar.

Testien aikaiset lämpötilat ja auton rengaskuormat on esitetty alla olevissa taulukoissa.

*Taulukko 3. Lämpötilat tienkulumatestissä uusille renkaille*

Rengas	Lämpötila (°C)	
	Ilma	Rata
A, 200 ylitystä	+14	+15
A, 240 ylitystä	+14	+15
B, 200 ylitystä	+12	+14
B, 240 ylitystä	+12	+14

*Taulukko 4. Rengaskuormat tienkulumatestissä uusille renkaille*

Rengas	Rengaskuorma (kg)			
	Vasen etu	Vasen taka	Oikea etu	Oikea taka
A, 200 ylitystä	469	455	467	452
A, 240 ylitystä	469	455	467	452
B, 200 ylitystä	469	455	467	452
B, 240 ylitystä	469	455	467	452

## 4.2 Renkaiden kulumisen vaikutus tienkulumiseen

### 4.2.1 Rengas A, 2000 km

Alla olevassa taulukossa on esitetty tienkulumatestin tulokset kuluneelle renkaalle A, standardinmukaisella 200 ylityksellä. Taulukossa on lisäksi esitetty nastaulkonemat sekä vertailun vuoksi uuden renkaan tulos.

Taulukko 5. Tienkulumatesti, Rengas A, ajettu 2000 km

Tienkulumamittaus	Tulos (g)	Nastaulkonema (mm)			Muutos (%)
		Etu	Taka	Keskiarvo	Kulunut vs uusi
Rengas					
A, uusi	<b>0.96</b>	0.94	0.91	0.93	
A, 2000 km ajettu	<b>1.04</b>	1.30	0.91	1.11	+8.3 %

Alla olevassa taulukossa on esitetty renkaiden pistovoimat ennen tienkulumamittausta ja vertailun vuoksi myös uusien renkaiden pistovoimat.

Taulukko 6. Uusien ja kuluneiden renkaiden pistovoimat ennen testiä

Pistovoima (N)				
Rengas	Min	Max	Keskiarvo	
A, uusi, etu	98	121	112	
A, uusi, taka	96	124	108	
A, 2000 km , etu	93	125	108	
A, 2000 km , taka	87	116	103	

Renkaan A tienkuluma lisääntyi 8% uuteen renkaaseen verrattuna. 2000 kilometriä ajatun renkaan nastaulkonemat nousivat keskimäärin noin 0.2 mm, ja tunnetusti nastaulkonemalla on merkittävä vaikutus tienkulumaan. Renkaan A nastojen pistovoima ei 2000 km ajon jälkeen muuttunut merkittävästi.

Testi tehtiin Test World Oy:n Ivalon testiradalla ja testissä käytettiin nelivetoista Skoda Octavia -testiautoa ja testeissä käytettiin rengasstandardin mukaista rengaspainetta 2.4 bar.

Testien aikaiset lämpötilat ja auton rengaskuormat on esitetty alla olevissa taulukoissa. Taulukoissa on lisäksi esitetty vertailun vuoksi uuden aiemman testatun renkaan vastaavat tiedot.

Taulukko 7. Lämpötilat tienkulumatestissä uudelle ja 2000 km ajetulle renkaalle A

Rengas	Lämpötila (°C)	
	Ilma	Rata
A, uusi	+14	+15
A, 2000 km ajettu	+19	+19

Taulukko 8. Rengaskuormat tienkulumatestissä uudelle ja 2000 km ajetulle renkaalle A

Rengas	Rengaskuorma (kg)			
	Vasen etu	Vasen taka	Oikea etu	Oikea taka
A, uusi	469	455	467	452
A, 2000 km ajettu	475	462	466	455

#### 4.2.2 Rengas B, 5000 km

Alla olevassa taulukossa on esitetty tienkulumatestin tulokset kuluneelle renkaalle B, standardinmukaisella 200 ylityksellä. Taulukossa on lisäksi esitetty nastaulkonemat sekä vertailun vuoksi uuden renkaan tulos.

Taulukko 9. Tienkulumatesti, Rengas B, ajettu 5000 km

Tienkulumamittaus	Nastaulkonema (mm)				Muutos (%)
	Tulos (g)	Etu	Taka	Keskiarvo	Kulunut vs uusi
B, uusi	<b>1.25</b>	0.98	1.02	1.00	
B, 5000 km ajettu	<b>1.10</b>	1.36	0.90	1.13	-12.0 %

Alla olevassa taulukossa on esitetty renkaiden pistovoimat ennen tienkulumamittausta ja vertailun vuoksi myös uusien renkaiden pistovoimat.

Taulukko 10. Uusien ja kuluneiden renkaiden pistovoimat ennen testiä

Pistovoima (N)			
Rengas	Min	Max	Keskiarvo
B, uusi, etu	110	149	131
B, uusi, taka	115	152	130
B, 5000 km , etu	104	138	125
B, 5000 km , taka	74	122	102

Renkaan B tienkuluma väheni 12% uuteen renkaaseen verrattuna. 5000 kilometriä ajettun renkaan nastaulkonemat olivat nousseet keskimäärin noin 0.1 mm, mutta siitä huolimatta tienkuluma pieneni. Ajomäärä vaikutti renkaan pistovoimaan alentavasti, millä on todennäköisesti ollut alentava vaikutus myös tienkulumaan.

Testi tehtiin Test World Oy:n Ivalon testiradalla ja testissä käytettiin nelivetoista Skoda Octavia -testiautoa ja testeissä käytettiin rengasstandardin mukaista rengaspainetta 2.4 bar.

Testien aikaiset lämpötilat ja auton rengaskuormat on esitetty alla olevissa taulukoissa. Taulukoissa on lisäksi esitetty vertailun vuoksi uuden aiemman testatun renkaan vastaavat tiedot.

Taulukko 11. Lämpötilat tienkulumatestissä uudelle ja 5000 km ajettulle renkaalle B

Rengas	Lämpötila (°C)	
	Ilma	Rata
B, uusi	+12	+14
B, 5000 km ajettu	+15	+18

Taulukko 12. Rengaskuormat tienkulumatestissä uudelle ja 5000 km ajettulle renkaalle B

Rengas	Rengaskuorma (kg)			
	Vasen etu	Vasen taka	Oikea etu	Oikea taka
B, uusi	469	455	467	452
B, 5000 km ajettu	468	452	460	451



### 4.2.3 Rengas A, 10000 km

Alla olevassa taulukossa on esitetty tienkulumatestin tulokset kuluneelle renkaalle A, standardinmukaisella 200 ylityksellä. Taulukossa on lisäksi esitetty nastaulkonemat sekä vertailun vuoksi uuden ja 2000 km ajetun renkaan tulos.

Taulukko 13. Tienkulumatesti, Rengas A, ajettu 2000 km ja 10000 km

Tienkulumamittaus	Nastaulkonema (mm)				Muutos (%)
	Tulos (g)	Etu	Taka	Keskiarvo	Kulunut vs uusi
A, uusi	<b>0.96</b>	0.94	0.91	0.93	
A, 2000 km ajettu	<b>1.04</b>	1.30	0.91	1.11	+8.3 %
A, 10000 km ajettu	<b>0.90</b>	1.78	0.98	1.33	-6.2 %

Alla olevassa taulukossa on esitetty renkaiden pistovoimat ennen tienkulumamittausta ja vertailun vuoksi myös uusien renkaiden pistovoimat.

Taulukko 14. Uusien ja kuluneiden renkaiden pistovoimat ennen testiä

Pistovoima (N)			
Rengas	Min	Max	Keskiarvo
A, uusi, etu	98	121	112
A, uusi, taka	96	124	108
A, 2000 km , etu	93	125	108
A, 2000 km , taka	87	116	103
A, 10000 km , etu	65	99	78
A, 10000 km , taka	68	108	90

Renkaan A tienkuluma oli 10000 ajon jälkeen vähentynyt 6% uuteen renkaaseen verrattuna, vaikka varsinkin eturenkaiden nastaulkonemat olivat kasvaneet huomattavasti. Nastojen pistovoima oli alentunut mikä todennäköisesti selittää tienkuluman alenemisen, kasvaneista nastaulkonemista huolimatta.

Testi tehtiin Test World Oy:n Ivalon testiradalla ja testissä käytettiin nelivetoista Skoda Octavia -testiautoa ja testeissä käytettiin rengasstandardin mukaista rengaspainetta 2.4 bar.

Testien aikaiset lämpötilat ja auton rengaskuormat on esitetty alla olevissa taulukoissa. Taulukoissa on lisäksi esitetty vertailun vuoksi uuden ja 2000 km ajetun renkaan vastaavat tiedot.

Taulukko 15. Lämpötilat tienkulumatestissä uudelle, 2000 km ja 10000 km ajetulle renkaalle A

Rengas	Lämpötila (°C)	
	Ilma	Rata
A, uusi	+14	+15
A, 2000 km ajettu	+19	+19
A, 10000 km ajettu	+17	+18

Taulukko 16. Rengaskuormat tienkulumatestissä uudelle, 2000 km ja 10000 km ajetulle renkaalle A

Rengas	Rengaskuorma (kg)			
	Vasen etu	Vasen taka	Oikea etu	Oikea taka
A, uusi	469	455	467	452
A, 2000 km ajettu	475	462	466	455
A, 10000 km ajettu	472	459	464	453

### 4.3 Renkaiden kulumisen vaikutus jääpitoon

Kaikissa jääpilotesteissä käytettiin kahta rengassarjaa molempia rengasmalleja A ja B. Sarja 1 oli sisäänajettu 300 km.

Jarrutus- ja kiihdytyskokeet tehtiin Test World Oy:n sisätestihallissa Ivalossa, ja testiautona oli VW Golf 1.5 TSI, kuormaamattomana. Kokeissa rengaspaineina käytettiin 2.7 bar etu- ja takarenkaille autonvalmistajan suositusten mukaisesti.

Jarrutuskokeissa mitattiin renkaiden jarrutusmatka nopeusvälillä 25-5 km/h. Kiihdytyskokeissa mitattiin renkaiden kiihdytysaika nopeusvälillä 5-25 km/h.

Tulokset on esitetty alan normaalin käytännön mukaan indekseinä, joissa uudelle renkaalle B on annettu indeksi 100. Indeksien laskentakaava on seuraava:

Renkaan indeksi = 100 x uuden renkaan B jarrutusmatka / renkaan jarrutusmatka

Tulosten laskennassa käytettiin alan normaalia referenssikorjausmenetelmää, jolla mahdolliset pienet muutokset pitotasossa korjattiin. Lisäksi käytössä oli ns. paikkakorjausmenetelmä, jolla otettiin huomioon mahdolliset pitoerot testiradan eri kohdissa siten, ettei niillä ole vaikutusta renkaiden eroihin lopputuloksia laskettaessa.

Sivuttaispitokokeissa mitattiin renkaiden sivuttaiskiihtyvyyttä eri ohjauskulmilla.

#### 4.3.1 Kiihdytys ja jarrutus jäällä - uudet renkaat

Alla olevassa taulukossa on esitetty renkaiden jarrutuspitotulokset sekä ennen testiä mitatut nastaulkonemat. Jarrutuskokeissa on esitetty sekä etu- että takarenkaiden nastaulkonema. Kiihdytyskokeissa on esitetty vain eturenkaiden nastaulkonema, koska koe tehtiin etuvetoisella testiautolla jolloin takarenkailta ei kiihdytysmittaukseen ole vaikutusta.

Taulukko 17. Uusien renkaiden jarrutuspito jäällä

Jarrutus jäällä Rengas	Indeksi	Nastaulkonema ennen testiä		
		Etu	Taka	Keskiarvo
A, sarja 1, uusi	<b>103.9</b>	0.94	0.91	0.93
A, sarja 2, uusi	<b>102.4</b>	0.94	0.91	0.93
B, sarja 1, uusi	<b>100.0</b>	0.98	1.02	1.00
B, sarja 2, uusi	<b>103.2</b>	0.98	1.02	1.00

Taulukko 18. Uusien renkaiden kiihdytyspito jäällä

Kiihdytys jäällä Rengas	Indeksi	Nastaulkonema ennen testiä
		Etu
A, sarja 1, uusi	<b>101.7</b>	0.94
A, sarja 2, uusi	<b>96.7</b>	0.94
B, sarja 1, uusi	<b>100.0</b>	0.98
B, sarja 2, uusi	<b>96.9</b>	0.98

Saman rengasmallin eri sarjojen välillä oli 1-3% pitoeroja. Tällaiset erot sisältyvät normaalin talvitestauksen mittaushajonnan piiriin.

### 4.3.2 Kiihdytys ja jarrutus jäällä - 2000 km ajettut renkaat

Alla olevissa taulukoissa on esitetty renkaiden jarrutus- ja kiihdytyspitotulokset sekä ennen kokeita mitatut nastaulkonemat 2000 kilometrin kulutusajon jälkeen.

Taulukko 19. Uusien ja 2000 km ajettujen renkaiden jarrutuspito jäällä

Jarrutus jäällä	Indeksi	Nastaulkonema ennen testiä			Pitoero
		Etä	Taka	Keskiarvo	Kulunut vs uusi
<b>Rengas</b>					
A, sarja 1, uusi	<b>97.3</b>	0.95	0.93	0.94	
A, sarja 2, 2000 km	<b>101.8</b>	1.16	1.12	1.14	+4.6 %
B, sarja 1, uusi	<b>100.0</b>	1.05	1.04	1.05	
B, sarja 2, 2000 km	<b>97.9</b>	1.16	1.14	1.15	-2.1 %

Taulukko 20. Uusien ja 2000 km ajettujen renkaiden kiihdytyspito jäällä

Kiihdytys jäällä	Indeksi	Nastaulkonema ennen testiä			Pitoero
		Etä	Taka	Keskiarvo	Kulunut vs uusi
<b>Rengas</b>					
A, sarja 1, uusi	<b>99.5</b>	0.95			
A, sarja 2, 2000 km	<b>90.6</b>	1.16			-8.9 %
B, sarja 1, uusi	<b>100.0</b>	1.05			
B, sarja 2, 2000 km	<b>94.6</b>	1.16			-5.4 %

2000 km ajon aikana renkaiden nastaulkonemat nousivat 0.1-0.2 mm. Jarrutuspitoon 2000 km ajolla ei ollut käytännön vaikutusta ja muutaman prosentin pitoero voi sisältyä mittaushajontaan. Sen sijaan kiihdytyspitoon 2000 km ajaminen vaikutti pitoa alentavasti, noussesta nastaulkonemasta huolimatta.

Rengasmallien A ja B pidon heikentyminen oli samansuuntaista.

### 4.3.3 Kiihdytys ja jarrutus jäällä - 5000 km ajettut renkaat

Alla olevissa taulukoissa on esitetty renkaiden jarrutus- ja kiihdytyspitotulokset sekä ennen kokeita mitatut nastaulkonemat 5000 kilometrin kulutusajon jälkeen.

Taulukko 21. Uusien ja 5000 km ajettujen renkaiden jarrutuspito jäällä

Jarrutus jäällä	Indeksi	Nastaulkonema ennen testiä			Pitoero
		Etä	Taka	Keskiarvo	Kulunut vs uusi
<b>Rengas</b>					
A, sarja 1, uusi	<b>101.2</b>	0.98	0.95	0.97	
A, sarja 2, 5000 km	<b>103.3</b>	1.39	0.99	1.19	2.1 %
B, sarja 1, uusi	<b>100.0</b>	1.05	1.05	1.05	
B, sarja 2, 5000 km	<b>91.8</b>	1.38	0.95	1.17	-8.2 %

Taulukko 22. Uusien ja 5000 km ajettujen renkaiden kiihdytyspito jäällä

Kiihdytys jäällä	Indeksi	Nastaulkonema ennen testiä			Pitoero
		Etä	Taka	Keskiarvo	Kulunut vs uusi
<b>Rengas</b>					
A, sarja 1, uusi	<b>99.1</b>	0.98			
A, sarja 2, 5000 km	<b>85.9</b>	1.39			-13.3 %
B, sarja 1, uusi	<b>100.0</b>	1.05			
B, sarja 2, 5000 km	<b>86.7</b>	1.38			-13.3 %

5000 km ajon aikana renkaiden nastaulkonemat olivat edelleen nousseet, erityisesti eturenkaiden osalta. Jarrutuspitoon 5000 km ajolla ei ollut renkaalle A juuri käytännön vaikutusta, mutta renkaan B pito oli heikentynyt mittausajontaa suuremmalla erolla.

Molempien rengasmallien A ja B kiihdytyspito oli 5000 km ajomatkan jälkeen heikentynyt yhtä paljon, yli 13%, vaikka nastaulkonemat olivat nousseet.

#### 4.3.4 Kiihdytys ja jarrutus jäällä - 10000 km ajetut renkaat

Alla olevissa taulukoissa on esitetty renkaiden jarrutus- ja kiihdytyspitotulokset sekä ennen kokeita mitatut nastaulkonemat 10000 kilometrin kulutusajon jälkeen.

Taulukko 23. Uusien ja 10000 km ajettujen renkaiden jarrutuspito jäällä

Jarrutus jäällä Rengas	Indeksi	Nastaulkonema ennen testiä			Pitoero Kulunut vs uusi
		Etu	Taka	Keskiarvo	
A, sarja 1, uusi	<b>107.9</b>	1.13	1.05	1.09	
A, sarja 2, 10000 km	<b>80.4</b>	1.77	0.91	1.34	-25.5 %
B, sarja 1, uusi	<b>100.0</b>	1.07	0.80	0.94	
B, sarja 2, 10000 km	<b>85.9</b>	1.25	1.08	1.17	-14.1 %

Taulukko 24. Uusien ja 10000 km ajettujen renkaiden kiihdytyspito jäällä

Kiihdytys jäällä Rengas	Indeksi	Nastaulkonema ennen testiä			Pitoero Kulunut vs uusi
		Etu	Taka	Keskiarvo	
A, sarja 1, uusi	<b>105.1</b>	1.13			
A, sarja 2, 10000 km	<b>65.2</b>	1.77			-38.0 %
B, sarja 1, uusi	<b>100.0</b>	1.07			
B, sarja 2, 10000 km	<b>74.9</b>	1.25			-25.1 %

10000 km ajon jälkeen molempien renkaiden jarrutus- ja kiihdytyspito olivat heikentyneet merkittävästi.

Aiemmassa 5000 km mittauksessa renkaan A pitotaso oli säilynyt parempana, mutta 10000 km kohdalla sen pitotaso oli pudonnut huomattavasti rengasmallia B alemmaksi. Rengasmallin A eturenkaiden nastaulkonema oli noussut huomattavasti, mutta siitä huolimatta sen kiihdytyspito oli lähes 40% heikompi kuin uudella vastaavalla renkaalla.

#### 4.3.5 Sivuttaispito jäällä - 10000 km ajetut renkaat

Alla olevassa taulukossa on esitetty renkaiden sivuttaispitotulokset neljän mittauksen keskiarvona.

Taulukko 25. Uusien ja 10000 km ajettujen renkaiden sivuttaispito jäällä

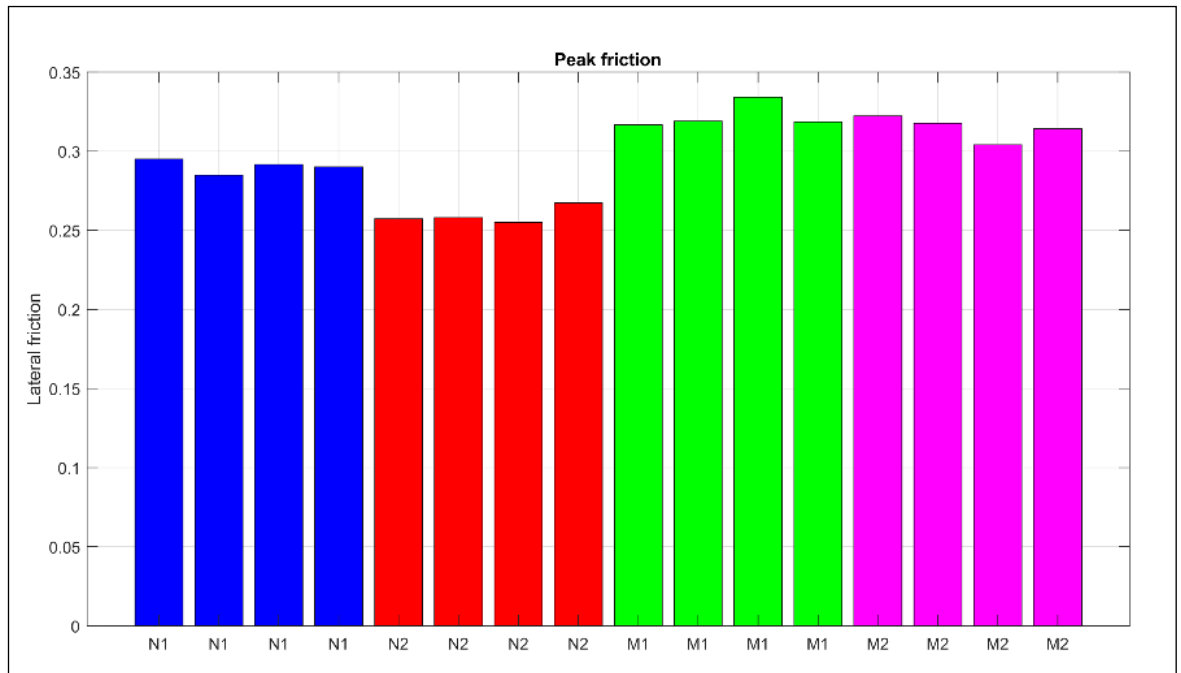
Kiihdytys jäällä Rengas	Indeksi	Nastaulkonema		Pitoero Kulunut vs uusi
		Oikea etu		
A, sarja 1, uusi	<b>111.0</b>	1.13		
A, sarja 2, 10000 km	<b>105.4</b>	1.77		-5.6 %
B, sarja 1, uusi	<b>100.0</b>	1.05		
B, sarja 2, 10000 km	<b>84.0</b>	1.25		-16.0 %

Molempien rengasmallien sivuttaispito on heikentynyt 10000 km jälkeen. Rengasmallin A sivuttaispito on heikentynyt 6% ja rengasmallin B 16%.

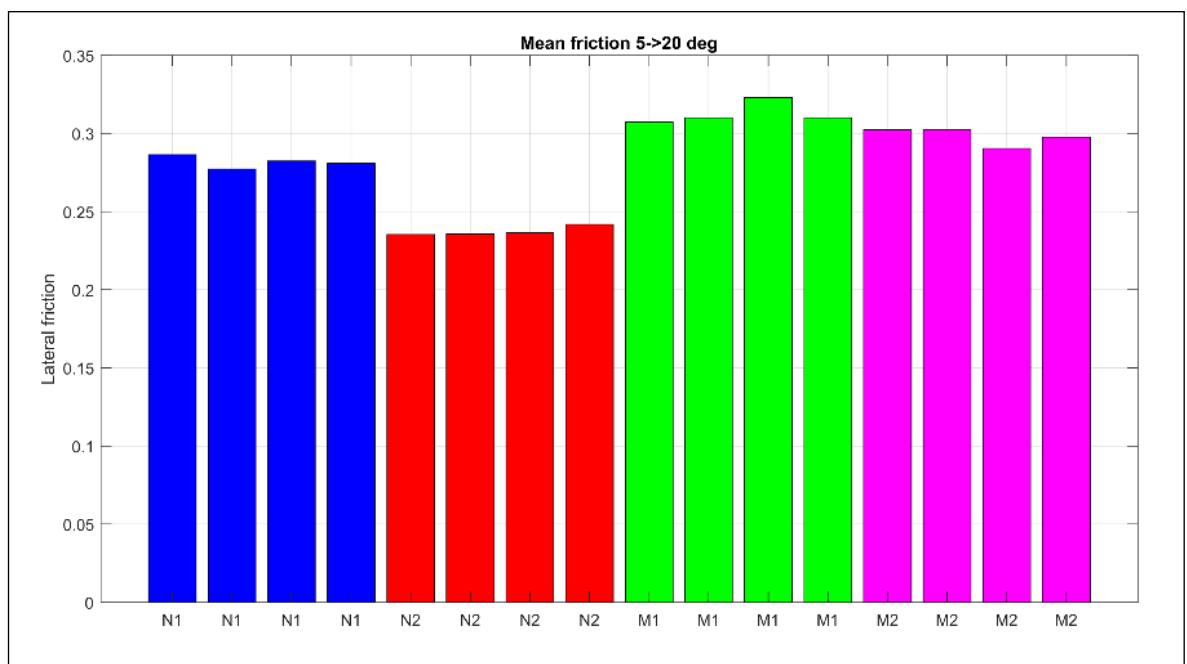
Taulukossa on esitetty renkaan sivuttaispidon keskiarvo renkaan 5-20 asteen kääntökulmalla. Menetelmä vastaa ulko-olosuhteissa tehtävää ympyräkoetta jäällä, jossa kuljettaja pyrkii ajamaan maksimivauhtia pidon rajalla, välillä sen ylittäen.

Kokeessa kullekin renkaalle tehtiin 4 suoritusta. Alla olevissa kuvaajissa on esitetty sivuttaiskiihtyvyyksien maksimiarvot, keskimääräisen sivuttaiskiihtyvyyden arvot sekä 20 asteen kääntökulmaa vastaavat sivuttaiskiihtyvyydet.

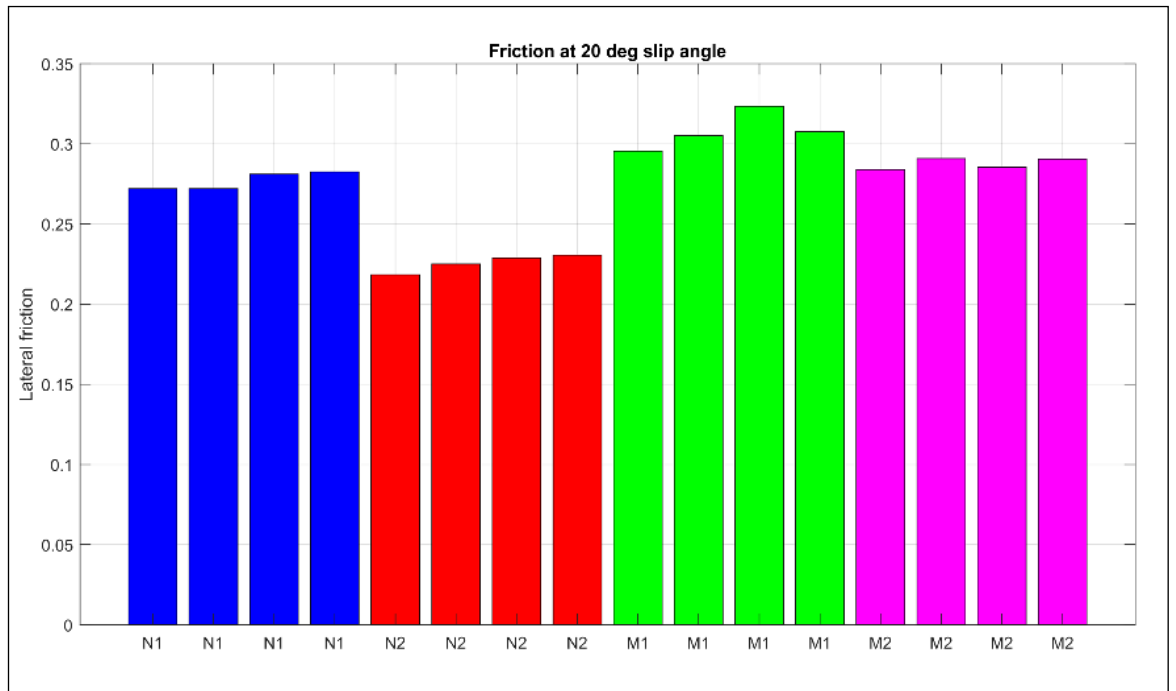
Keskimääräisen sivuttaiskiihtyvyyden arvoista on laskettu sivuttaispitotestin taulukossa 25 esitetty lopputulos.



Kuva 2. Sivuttaiskihtiävyyksien maksimiarvot



Kuva 3. Keskimääräisen sivuttaiskihtiävyyden arvot, vastaa taulukon 25 numeraalisia lopputuloksia

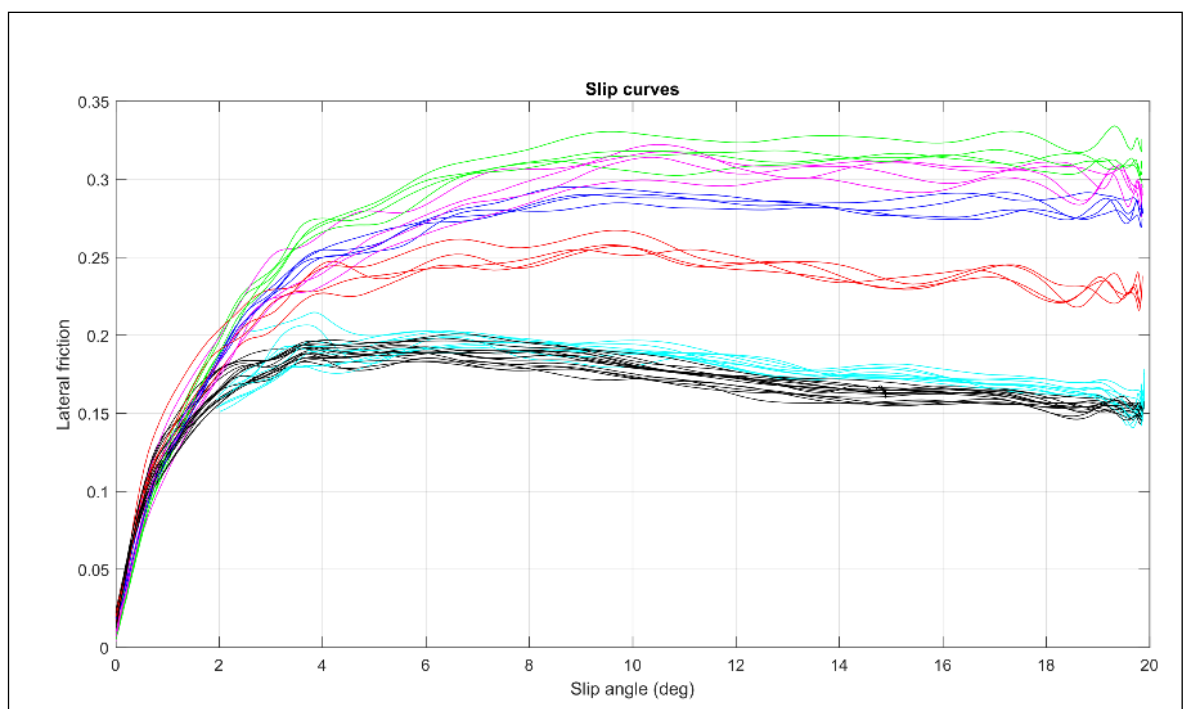


Kuva 4. Keskimääräisen sivuttaiskiivyyden arvot

Varsinaisten tutkimustulosten lisäksi alla olevassa kuvaajassa on esitetty renkaiden sivuttaispito kääntökulman funktiona. Mustalla merkitty kuvaaja on verrokina käytetyn kitkarenkaan pitokäyrä.

On nähtävissä, että kaikilla nastarenkailla, sekä uusilla että kuluneilla, renkaan sivuttaispidon maksimi esiintyy kääntökulman arvoilla lähellä 10 astetta ja säilyy verrattain tasaisena sen jälkeenkin. Sen sijaan kitkarenkaan pito on parhaimmillaan alle 5 asteen kääntökulmilla ja alkaa laskea kääntökulman kasvattamisen jälkeen. Tämä on myös kenttäkokeissa tehty käytännön havainto.

Subjekttiivinen tapa esittää asia on, että kun käyristä todettu sivuttaispito laskee kääntökulman funktiona, rengas menettää ohjautuvuuttaan.



Kuva 5. Sivuttaiskiivyyys kääntökulman funktiona

#### 4.4 Renkaiden urasyvyys ja irronneet/katkenneet nastat

Alla olevassa taulukossa on esitetty renkaiden urasyvyys kulutusajon eri vaiheissa.

*Taulukko 26. Renkaiden urasyvyys*

<b>Urasyvyys (mm)</b>	<b>0 km</b>	<b>2000 km</b>	<b>5000 km</b>	<b>10000 km</b>
<b>A</b>				
Eturenkaat	8.04	7.38	6.60	5.32
Takarenkaat	8.05	7.81	7.46	7.12
<b>B</b>				
Eturenkaat	8.52	7.98	7.28	6.10
Takarenkaat	8.57	8.32	8.03	7.42

Alla olevassa taulukossa on esitetty eturenkaiden kuluminen, testissä ajetun 10000 km tulosten perusteella.

*Taulukko 27. Laskennallinen ajosuorite 3 mm urasyvyyteen laskettuna*

<b>Eturenkaiden urasyvyys (mm)</b>	<b>0 km</b>	<b>10000 km</b>	<b>Kuluminen</b>
A	8.04	5.32	2.72
B	8.52	6.10	2.42

Nousseista nastaulkonemista huolimatta nastoja ei kulutusajon aikana irronnut tai katkennut kummastakaan rengasmallista.

## 5 Lopuksi

Testit ja mittaukset tehtiin suunnitellun ohjelman mukaisesti. Tienkulumakokeiden tulosten laatu ja luotettavuus olivat standardin vaatimuksen mukaiset. Muiden kokeiden tulosten laatu ja luotettavuus olivat alan yleisten laatuvaatimusten ja Test Worldin laatukäsikirjan mukaiset.

Test World Oy katsoo tulosten edustavan luotettavasti hankittujen renkaiden suorituskykyä edellä raportoiduissa olosuhteissa. Test World ei vastaa tulosten tulkinnasta eikä tee niiden perusteella johtopäätöksiä yliajokokeen mittausmenetelmistä tai markkinoiden muiden renkaiden suorituskyvystä.

Vakuudeksi

Ivalossa 30.9.2019

Jukka Antila  
Tekninen Johtaja  
Test World Oy



**Liikenne- ja viestintävirasto Traficom**

PL 320, 00059 TRAFICOM  
p. 029 534 5000

[traficom.fi](http://traficom.fi)

ISBN 978-952-311-454-8  
ISSN 2669-8781 (verkkajulkaisu)

**TRAFICOM**  
Liikenne- ja viestintävirasto