



**Tielaitos**

Heikki Heinijoki, Timo Mäkelä

Talvi ja tieliikenne -projekti

## **Talvirengastutkimuksen täydennysosa**

Nastarenkaiden ja kitkarenkaiden kulumisvertailu maantie- ja kaupunkiajossa sekä renkaiden kitkaominaisuuksien vertailu

Tielaitoksen  
selvityksiä

22/1995

Helsinki 1995

Liikenteen  
palvelukeskus

Tielaitoksen selvityksiä  
22/1995

**Heikki Heinijoki, Timo Mäkelä**

Talvi ja tieliikenne -projekti

## **Talvirengastutkimuksen täydennysosa**

**Nastarenkaiden ja kitkarenkaiden kulumisvertailu maantie- ja kaupunkiajossa sekä renkaiden kitkaominaisuuksien vertailu**

**Tielaitos**  
Liikenteen palvelukeskus

Helsinki 1995

ISSN 0788-3722  
ISBN 951-726-055-5  
TIEL 3200300  
Painatuskeskus Oy  
Helsinki 1995

Julkaisun kustannus ja myynti:  
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,  
painotuotepalvelut  
Telefax (90) 1487 2652

**Tielaitos**  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. vaihde (90) 148 721

Heinijoki, Heikki. Mäkelä, Timo: Talvirengastutkimuksen täydennysosa. Nastarenkaiden ja kitkarenkaiden kulumisvertailu maantie- ja kaupunkiajossa sekä renkaiden kitkaominaisuuksien vertailu. [Supplement to the winter tyre report. Comparison of wear on studded tyres and studdless tyres in main road and town use and comparison of their friction properties]. Helsinki 1995, Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 22/1995, 41 s. + liitt. 23 s. ISSN 0788-3722, ISBN 951-726-055-5, TIEL 3200300.

**Asiasanat** talvirengas, nastarengas, kitkarengas, nasta, nastaulkonema, urasyvyys, jarrutusmatka, kiihdytys

## Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin nastarenkaiden ja kitkarenkaiden pito-ominaisuuksien muuttumista ns. normaalissa ajossa, eli ajotavassa, joka antaa tavanomaisen kulumistuloksen ja nastaulkoneman. Ajomatkan pituus oli 40 000 kilometriä, josta puolet oli maantie- ja puolet kaupunkiajoa.

Tutkittaviksi valittiin kaksi nastarengasta ja kaksi kitkarengasta. Nastarenkaat olivat Nokian Hakkapeliitta 10 -renkaita Kometan ja Nesspike WIPin nastoilla nastoitettuna. Kitkarenkaat olivat Bridgestone Blizzak ja Nokia NRW. Renkaat edustavat kukin omassa ryhmässään yleisempiä liikenteessä olevia nasta- ja kitkarenkaita.

Renkaiden kulutusajo ajettiin 5 000 kilometrin jaksoissa siten, että kullakin jaksolla oli yhtä paljon kaupunki- ja maantieajoa. Renkaita vaihdettiin etu- ja taka-akselien sekä kummankin auton välillä tasapuolisen kulumisen aikaansaamiseksi. Pääosa 40 000 kulutusajokilometristä ajettiin täysin paljaalla tien pinnalla (35 % kuivalla ja paljaalla, 24 % paljaalla, mutta märällä tiepinnalla). Lumisella tiepinnalla ajettiin 23 % sekä jäisellä kelillä että osittain paljaalla asfaltilla kummallakin noin 9 % kokonaisajomäärästä.

Tutkittujen renkaiden kitkaominaisuuksien muutoksia seurattiin kulutusajon edistyessä viiden tuhannen kilometrin välein tehdyillä pitokokeilla. Ennen pitokokeita renkaista mitattiin urasyvyudet ja nastaulkonemat. Kulutusajon jälkeen mitattiin lisäksi nastojen kuluma. Ensimmäiset pitokokeet tehtiin renkaiden sisäänajon jälkeen (1 160 kilometriä).

Tutkimuksessa pitokokeina olivat lukkojarrutus- ja kiihdytyskoe, jotka tehtiin ns. kahden pyörän menetelmällä sekä sileällä jäällä että polannetulla lumipinnalla. Viimeisten pitomittausten yhteydessä selvitettiin myös renkaiden sivuttaispito-ominaisuuksia molemmilla pinnoilla.

Urasyvyyssmittausten mukaan auton vasemman- ja oikeanpuoleisten renkaiden kulumisessa tutkittujen renkaiden osalta ei ollut merkitseviä eroja. Renkaista Bridgestone Blizzakin kokonaiskuluma 40 000 km:n ajossa oli selvästi suurin, 4.2 millimetriä. Blizzak kului Nokia NRW -kitkarenkaaseen verrattuna (kokonaiskuluma 2.0 millimetriä) yli kaksinkertaisesti. WIP -nastoitettujen renkaiden kuluma oli 2.3 millimetriä ja Kometa -nastoitettujen 2.2 millimetriä.

Tutkimuksen alussa Nesspike WIPin ja Kometan nastaulkonemissa oli suuri ero. Ensimmäisen 5 000 kilometrin kulutusajon aikana WIPin ulkonema kasvoi voimakkaasti ja asettui yhdessä Kometan kanssa tasolle, joka on hyvin yleistä liikenteessä olevissa autoissa. Kulutusajon keskivaiheilla nastojen ulkonemissa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Suurimmillaan nastaulkonemat olivat molempien nastojen osalta 20 000 kilometrin ajon jälkeen, jonka jälkeen ulkonemat alkoivat pienentyä. Viimeisten 10 000 kulutusajokilometrin aikana pieneni erityisen voimakkaasti Kometan nastaulkonema.

Kulutusajossa oli mukana kaikkiaan neljä nastarengasta. Kolmesta näistä irtosi nastoja kulutusajon aikana. Kahdesta renkaasta nastoja irtosi vain yksi kappale, mutta kolmannelta, rengasvaurion kulutusajon loppupuolella kokoneesta renkaasta 13 nastaa. Kulutusajo rasitti erityisesti autojen oikealla puolella pyörineiden renkaiden nastoja. Myös nastojen kulumisessa Kometan ja WIPin kesken todettiin selvä ero. WIPin kuluma oli 1.6 millimetriä ja Kometan 2.2 millimetriä. Nastojen kuluminen oli molempien nastojen osalta suurinta renkaiden sisäaurissa.

Sileän jään pitokokeissa nastarenkaat olivat tutkimuksen kaikissa vaiheissa selvästi kitkarenkaita pitävämmät. Suurimmillaan kitkarenkaiden ja nastarenkaiden välinen pitoero oli kulutusajon puolivälissä, jolloin kitkarenkaiden jarrutusmatkat olivat 55 - 60 prosenttia pidemmät kuin nastarenkaiden. Nastarenkaat säilyttivät hyvän pitokykyä 25 000 kulutusajokilometriin saakka, jonka jälkeen niiden pitokyky alkoi selvästi huonontua. Neljäkymmenen tuhannen kilometrin jälkeen nastat käytännöllisesti katsottuna loppuunajettuina olivat pito-ominaisuuksiltaan kuitenkin vielä selvästi kitkarenkaita paremmat.

Sileän jään pitokokeiden tuloksissa ei ole kyetty ottamaan huomioon renkaiden vanhenemisestä aiheutuvaa tekijää; aikaa myöten kumiseos vanhenee ja sen pitokyky huononee. Edellä esitettyjen tulosten kannalta tämä olisi mitä todennäköisemmin merkinnyt, että nastarenkaiden ja kitkarenkaiden välinen pitoero olisi kulutusajon edistyessä ollut vieläkin todettua suurempi.

Polannetulla lumella tehdyt pitokokeet osoittivat, ettei nastarenkaiden ja kitkarenkaiden pito-ominaisuuksien välillä ole lumella sellaisia eroja, joilla olisi käytännön merkitystä; erot ja vaihtelut renkaiden pito-ominaisuuksien välillä olivat tutkimuksen eri vaiheissa pieniä.

Heinijoki, Heikki. Mäkelä, Timo: Talvirengastutkimuksen täydennysosa. Nastarenkaiden ja kitkarenkaiden kulumisvertailu maantie- ja kaupunkiajossa sekä renkaiden kitkaominaisuuksien vertailu. [Supplement to the winter tyre report. Comparison of wear on studded tyres and studdless tyres in main road and town use and comparison of their friction properties]. Helsinki 1995, Finnish National Road Administration. FinnRA Reports 22/1995, 41 p. + app. 23 p. ISSN 0788-3722, ISBN 951-726-055-5, TIEL 3200300.

**Keywords** winter tyre, studded tyre, studdless tyre, stud, protrusion, tread depth, braking distance, acceleration

## Abstract

The paper discusses changes in the grip of studded tyres and friction tyres (studdless winter tyres) in ordinary driving, i.e. in driving which causes ordinary wear and stud protrusion. The total driving distances was 40,000 kilometers, of which a half was on main roads and a half on urban streets.

Tyres with two types of studs and two types of friction tyres were used in the tests. The studded tyres were of the type Nokia Hakkapeliitta 10 with Kometa or Nesspike WIP studs and the friction tyres Bridgestone Blizzak and Nokia NRW. These represent the most common studded and friction tyres available in Finland.

The wear test involved sequences of 5,000 kilometers of driving distributed equally between urban streets and main roads. The tyres were circulated between the vehicles and exchanged between the axles to ensure equal wear. The majority of the 40,000 kilometers was driven on snow-free surfaces (35 % dry and snow-free, 24 % snow-free, but wet), with 23 % taking place on snowy surfaces and approximately 9 % on icy roads and as well as on partly snowy surfaces. The distribution of driving conditions fairly well describes the situation on Finnish roads during winter time.

Changes in the friction properties of the tyres were monitored by means of grip tests conducted at intervals of 5,000 kilometers. Tread depths and stud protrusions were measured before the tests and these together with stud wear afterwards. The first grip test were conducted after running in the tyres (1,160 kilometers).

The grip tests involved brakings with locked wheels and accelerations on smooth ice and packed snow. The final grip measurements also involved examination of lateral grip properties of the tyres on both surfaces mentioned before.

The tread depth measurements indicated that there were no appreciable wear differences between the tyres on the left and right sides of the vehicle. The Bridgestone Blizzak tyres showed by far the greatest total wear after 40,000 kilometers, i.e. 4.2 millimeters, being more than twice that of the Nokia NRW friction tyres (total wear 2.0 millimeters). The wear on the tyres with the WIP studs was 2.3 millimeters and those with the Kometa studs 2.2 millimeters.

A pronounced difference in protrusions were observed between the Nesspike WIP and Kometa studs at the beginning, but that of the former increased markedly during the first 5,000 kilometers to reach the same level as the latter, a trend which is very common with vehicles that are in active use. No appreciable changes in stud protrusion were observed in the middle periods of testing, and the largest protrusions were found after 20,000 kilometers for both studs, after which they began to decline. The protrusions of the Kometa studs declined particularly markedly during the final 10,000 kilometers.

Of the four studded tyres used in the wear tests, three lost some studs during the test, two of them only losing only a single stud each but the remaining one, which suffered a puncture before the end of the test, losing a total of 13 studs. The test was found to strain the studs on the right side of the vehicle most. In addition, a

major difference in wear was observed between the Kometa and WIP studs in this respect, the wear of the former being 2.2 millimeters and that of the latter 1.6 millimeters. Wear on both types of stud was most marked on the inner parts of the tread in every case.

The studded tyres had a markedly better grip on smooth ice than the friction tyres throughout the test, but particularly in the middle of the test periods, when braking distances of the friction tyres were 55-60 % longer than those of the studded tyres. In addition, the studded tyres maintained a good grip up to 25,000 kilometers, followed by a noticeable decline. Although the studs were partially worn-out after 40,000 kilometers, their grip properties were still markedly better than those of the friction tyres.

One factor which could not be taken into consideration in the results from grip tests on the smooth ice was the fact that the rubber mixture tends to age, with a consequent decline in its grip properties. This would most probably have meant that the grip difference between studded tyres and friction tyres in the above results would have become even more pronounced if the study had been longer in time.

The grip tests conducted on packed snow indicated that there are no differences for practical purposes between the grip properties of studded tyres and friction tyres on snow, as only minor grip differences and fluctuations were observed at the various stages in the study.

## **Alkusanat**

Tutkimuksessa on selvitetty nastaja- ja kitkarenkaiden pitokyvyn muuttumista ns. normaalissa ajossa. Tutkituilla talvirenkailla ajettiin marraskuun ja tammikuun välisenä aikana kaikkiaan 40 000 km siten, että puolet kokonaisajosuoritteesta oli maantieajoa ja puolet kaupunkiajtoa.

Tutkituista neljästä eri rengasvaihtoehdosta kaksi oli kotimaisia Hakkapeliitta 10 -nastarenkaita kahdella eri nastamerkillä nastoitettuna. Aikaisemman, talvella 1993 - 94 tehdyn tutkimuksen perusteella valitut nastavaihtoehdot edustivat yleisempien nastojen joukossa ominaisuuksiltaan ääripäitä. Tutkimukseen valitut kitkarenkaat olivat puolestaan em. talvirengastutkimuksessa kitkarenkaiden ryhmässä parhaaksi osoittautunut Bridgestone Blizzak sekä myydyimpiin kitkarenkaisiimme kuuluva kotimainen Nokia NRW.

Tutkimuksesta ovat vastanneet DI Heikki Heinijoki ja DI Timo Mäkelä Test World Oy:stä. Yhdyshenkilönä tielaitoksessa on toiminut projektipäällikkö DI Anne Leppänen. Tutkimus liittyy Talvi ja tieliikenne -projektin alaprojektiin Liikenteen sujuvuus ja turvallisuus.

Helsingissä maaliskuussa 1995

Projektipäällikkö  
Talvi ja tieliikenne -projekti

Anne Leppänen



## Sisällys

1 JOHDANTO	9
2 TUTKIMUKSEN SISÄLTÖ JA TOTEUTUS	10
2.1 Tavoite	10
2.2 Tutkitut renkaat	10
2.3 Kulutusajo	11
2.4 Mittaukset	12
3 TULOKSET	14
3.1 Yleistä	14
3.2 Renkaiden kuluminen	14
3.3 Havainnot nastoista	19
3.3.1 Nastaulkonemat	19
3.3.2 Nastojen pysyvyys	20
3.3.3 Nastojen kunto	21
3.3.4 Nastojen kuluminen	22
3.4 Keliolosuhteet	22
3.5 Tulokset pitokokeista	23
3.5.1 Yleistä	23
3.5.2 Koe- ja laskentamenetelmä	24
3.5.3 Pitokokeet sileällä jäällä	25
3.5.4 Pitokokeet polannetulla lumella	28
3.5.5 Sivuvoimakoe	30
4 TALVIEN 1993 - 94 JA 1994 - 95 TALVIRENGASTUTKIMUSTEN VERTAILU	32
5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	35
KIRJALLISUUSLUETTELO	39
LÄHDELUETTELO	41

## 1 JOHDANTO

Test World Oy selvitti talvella 1993-94 markkinoillamme olevien yleisempien nastojen ja nastattomien kitkarenkaiden ominaisuuksia ja muuttumista kulumisen myötä. Tutkimuksella kyettiin luotettavasti vertailemaan renkaiden ja nastojen kulumista sekä kulumisen vaikutusta renkaan pitokykyyn sileällä jääpinnalla. Koemenetelmä ei sellaisenaan kuitenkaan soveltunut nastoitettujen ja nastattomien renkaiden kitkaominaisuuksien keskinäiseen vertailuun, koska tutkimuksessa mukana olleilla rengas- ja nastamerkeillä ajettiin vain tasaista maantieajoa. Normaaliajosta poikkeava ajotyyli antoi epäluonnollisen pitkän ajosuorituksen tutkituille renkaille, sillä renkaiden kulumisen oli ratkaisevasti hitaampaa kuin esimerkiksi kaupunkiajossa. Lisäksi tutkittujen nastarenkaiden osalta nastaulkonemat jäivät pienemmiksi kuin mitä tutkimukset osoittavat niiden normaaliliikenteessä olevan. Koska nastarenkaiden pitokyky sileällä jääpinnalla riippuu ratkaisevasti nastan ulkonemasta, ei epätavallinen nastaulkonema oikeuttanut tässäkään suhteessa nastattomien ja nastoitettujen renkaiden pitokyvyn keskinäiseen vertaamiseen.

Edellä kuvatulle talvirengastutkimukselle suunniteltiin jatko-osa, jonka tarkoituksena oli saada luotettavampi ja monipuolisempi käsitys nasta- ja kitkarenkaiden pitokyvyn muuttumisesta ns. normaalissa ajossa, eli ajotavassa, joka antaa tavanomaisen kulumistuloksen ja nastaulkoneman. Kulutuskokeeseen valituilla talvirenkailla ajettiin vuoden 1994 marraskuun ja vuoden 1995 tammikuun välisenä aikana 40 000 kilometriä, josta puolet oli maantieajoa ja puolet kaupunkiajoa. Tutkittaviksi renkaiksi valittiin neljä mielenkiintoista talvirengasvaihtoehtoa, joista kaksi oli nastarengasta ja kaksi kitkarengasta.

## 2 TUTKIMUKSEN SISÄLTÖ JA TOTEUTUS

### 2.1 Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli saada entistä monipuolisempi ja luotettavampi kuva nastarenkaiden ja kitkarenkaiden pitokyvyn muuttumisesta ns. normaalissa ajossa. Koska nastarenkaiden ja kitkarenkaiden vertaileminen keskenään edellyttää ajotapaa, joka antaa tavanomaisen kulumistuloksen, oli tutkimuksen tavoitteena nastarenkaiden osalta saada myös se nastaulkonema, joka on tyypillistä liikenteessä olevissa autoissa.

Tavanomaisen kulumistuloksen antava ajo suoritettiin siten, että 40 000 kulutusajokilometristä puolet oli päätieajoa ja puolet kaupunkiajaja siihen liittyvine kiihdytyksineen, pysähdyksineen ja kaarreajoinneen. Kaupunkiajon mukaanottaminen kulutusajoon antoi myös lisäinformaatiota nastojen pysyvyydestä renkaassa, sillä kiihdytysten, jarrutusten ja kaarreajon aiheuttamat voimat pyrkivät suurentamaan nastaulkonemia. Jos nastaulkonemat kasvavat liian suuriksi, nastat irtoavat. Tässä suhteessa eri nastatyypeillä on eroja.

### 2.2 Tutkitut renkaat

Tutkimuksessa vertailtiin neljää eri talvirengasvaihtoehtoa. Näistä kaksi oli Nokian Hakkapeliitta 10 -renkaita eri nastamerkeillä nastoitettuna ja kaksi nastoitamattomia kitkarenkaita (Taulukot 1 ja 2).

*Taulukko 1. Tutkitut nastarengaat.*

<b>talvirengas / nastamerkki</b>
Nokia Hakkapeliitta 10 / Kometa 8-11
Nokia Hakkapeliitta 10 / Nesspike WIP

Valitut nastat olivat Kometa ja Nesspike WIP, jotka edellisen talvirengastutkimuksen perusteella edustivat yleisempien nastojen joukossa ominaisuuksiltaan ääripäitä. Kitkarengaat olivat puolestaan kyseisen rengastutkimuksen kitkarenkaiden ryhmän paras Bridgestone Blizzak ja myydyimpiin talvirenkaisiimme kuuluva Nokia NRW. Tutkittujen renkaiden koko oli 175/65R14. Kutakin kulutusajoon valittua rengasvaihtoehtoa otettiin mukaan kaksi kappaletta.

Taulukko 2. Tutkitut kitkarenkaat

kitkarengas
Bridgestone Blizzak
Nokia NRW

## 2.3 Kulutusajo

Talvirenkaiden kulutusajo tehtiin kahdella tarkoitusta varten hankitulla uudella Volkswagen Vento 1.8 CL -henkilöautolla. Autoihin asennettiin 70 kg:n lisäpaino oikeaan etujalkatilaan korvaamaan puuttuvaa matkustajaa ja tasapainottamaan kuormaa. Muuten autoissa oli normaali ajovarustus varapyörä mukaanlukien.

Sisäänajon jälkeen (noin 1 160 km) renkailla ajettiin 5 000 kilometrin jaksossa siten, että kullakin jaksolla (syklillä) oli yhtä paljon kaupunki- ja maantieajoa. Tutkittavilla renkailla ajettiin kaikkiaan 40 000 kilometriä, joten em. ajokaso toistettiin tutkimuksen kuluessa kaikkiaan kahdeksan kertaa. Jaksot alkoivat aina maantiesuudella Ivalosta Helsinkiin ja päättyivät vastaavalla maantiesuudella Helsingistä Ivaloon, jossa kunkin jakson päätteeksi tehtiin pitokyky-, urasyvyys- ja nastaulkonemamittaukset. Kaupunkiajo-osuus (noin 2 500 kilometriä) ajettiin maantiesuuksien välissä Helsingissä vakioireittiä noudattaen kymmenellä ajovuorolla.

Volkswagen Vento -henkilöautot liikkuvat kulutusajon aikana aina peräkkäin samassa ajojärjestyksessä. Ajo oli normaalia ja tapahtui liikennesääntöjen mukaisesti. Voimakkaat kiihdytykset, tahalliset luistot ja lukkojarrutukset olivat kiellettyjä, mutta ajo ei kuitenkaan ollut poikkeuksellisen varovaista.

Renkaanvaihto suunniteltiin siten, että kaikille renkaille tuli ajoa yhtä paljon molemmissa autoissa ja molemmillaakseleilla. Renkaiden tasaisen kulumisen varmistamiseksi renkaita kierrätettiin autosta toiseen ja etuakselilta taka-akselille. Renkaiden pyörimissuuntia ei testin kuluessa vaihdettu, eli samat renkaat olivat kaiken aikaa autojen samoilla puolilla.

Kaupunkiajo-osuudella renkaidenvaihto suoritettiin joka ajovuoron jälkeen (250 kilometrin välein). Maantiesuudella renkaat vaihdettiin välin Helsinki - Ivalo puolivälissä keskimäärin noin 570 ajokilometrin jälkeen. Renkaanvaihdon yhteydessä tarkistettiin renkaiden ilmanpaineet (autojen maahan-tuojan suositusten mukaiset) ja tehtiin päällipuolinen tarkistus nastojen irtaamisen kirjaamiseksi ja muiden mahdollisten rengasvaurioiden havaitsemiseksi. Tutkimuksen ajopäiväkirja rengasvaihtolistoineen on esitetty liitteessä 1.

Kulutusajon edistyessä autoille tehtiin normaalit määräaikaishuollot. Autojen pyöränkulmat tarkastettiin ennen kulutusajoa sekä 30 000 ajokilometrin jälkeen. Pyöränkulmien säätämiseen ei kummallakaan kerralla ollut aiheutta.

Kulutusajo oli alunperin tarkoitus aloittaa 15.10.1994. Poikkeuksellisten sääolojen vuoksi renkaiden sisäänajo ja ensimmäiset mittaukset voitiin kuitenkin tehdä vasta kaksi viikkoa suunniteltua myöhemmin. Tutkimuksen aikataulu oli kokonaisuudessaan seuraava:

02.11.1994	renkaiden sisäänajo
03-04.11.1994	1 000 km:n mittaukset
12-13.11.1994	5 000 km:n mittaukset
21-23.11.1994	10 000 km:n mittaukset
02-04.12.1994	15 000 km:n mittaukset
12-15.12.1994	20 000 km:n mittaukset
27-28.12.1994	25 000 km:n mittaukset
05-06.01.1995	30 000 km:n mittaukset
14-15.01.1995	35 000 km:n mittaukset
26-27.01.1995	40 000 km:n mittaukset

## 2.4 Mittaukset

Kulutusajon edistyessä renkaiden kitkaominaisuuksien muutoksia seurattiin pitokokein. Pitokokeina olivat lukkojarrutus- ja kiihdytyskokeet, joita tehtiin sekä sileällä jääpinnalla että polannetulla lumella. Ensimmäiset pitokeet tehtiin renkaiden sisäänajon jälkeen ja tämän jälkeen aina 5 000 kilometrin välein, eli kaikkiaan 9 eri kertaa kulutusajon aikana. Tutkimuksen lopuksi kulutetuille renkaille tehtiin lukkojarrutus- ja kiihdytyskokeiden yhteydessä lisäksi vielä sivuvoimakokeet jää- ja lumipinnalla.

Lukkojarrutukset jäällä ja lumella tehtiin kahden pyörän kokeina. Koeauton takajarrujen toiminta oli estetty jarrujärjestelmään asennetuilla venttiileillä. Jarrutusmatkat sileällä jääpinnalla ja lumipinnalla mitattiin Peiseler - mittalaitteella. Tieto auton kulkemasta matkasta etupyörillä tehdyn lukkojarrutuksen aikana saatiin koeauton vapaasti pyörivään takapyörään kiinnitetyistä pulssianturista.

Kiihdytyskokeissa kiihdytysajat mitattiin Test Gyro 3x3 -mittalaitteella. Mittalaitteen toiminta perustuu siihen, että se mittaa ajoneuvon liiketilaa kaikkiin suuntiin sisäisten kiihtyvyyden-, kallistus- ja gyroskooppiantureiden avulla. Näiden tietojen perusteella mittalaitteen tietokone laskee kiihdytysajat halutuille nopeusväleille.

Lukkojarrutus- ja kiihdytyskokeet tehtiin Test Worldin Ivalon lentokenttäalueella sijaitsevilla testiradoilla. Sileän jään kokeita varten oli käytettävissä

kaksi jääsuoraa mitoiltaan 500m x 12m ja 500m x 20m. Kokeet lumella tehtiin mitoiltaan joko 800m x 20m tai 800m x 40m kokoisilla lumipolanneradoilla.

Pitokokeet sileällä jäällä tehtiin FICO - jäänhoitokoneella viimeistellyllä jääpinnalla. Jään pinta höylättiin koneella aina yhtä sileäksi ennen kokeiden aloittamista. Höyläyksen jälkeen jääpinnalle kertynyt irtoaines harjattiin lopuksi vielä pois. Polanneradat kunnostettiin taas polantamalla lumipinta tiiviiksi, jonka jälkeen radan pinta oikaistiin ja tasoitettiin kuorma-auton hammasterällä.

Renkaiden ja nastojen kuluminen arvioitiin nastaulkonema- ja urasyvyysmittauksilla. Mittaukset tehtiin aina ennen pitokokeita. Nastojen osalta ulkonemat mitattiin toisen kerran myös lukkojarrutus- ja kiihdytyskokeiden jälkeen.

Nastojen pysymistä renkaassa tarkkailtiin sekä nastaulkonemamittausten että renkaanvaihtojen yhteydessä. Renkaanvaihtojen yhteydessä tehtiin silmämääräinen tarkistus ironneiden nastojen ja mahdollisten rengasvaurioiden havaitsemiseksi. Koska nastaulkonemien muutoksesta ei voida päätellä nastan kulumista, irroitettiin kustakin nastarenkaasta 40 000 kulusajokilometrin jälkeen 24 nastaa niiden pituuden mittaamiseksi ja kuluminen selvittämiseksi.

### 3 TULOKSET

#### 3.1 Yleistä

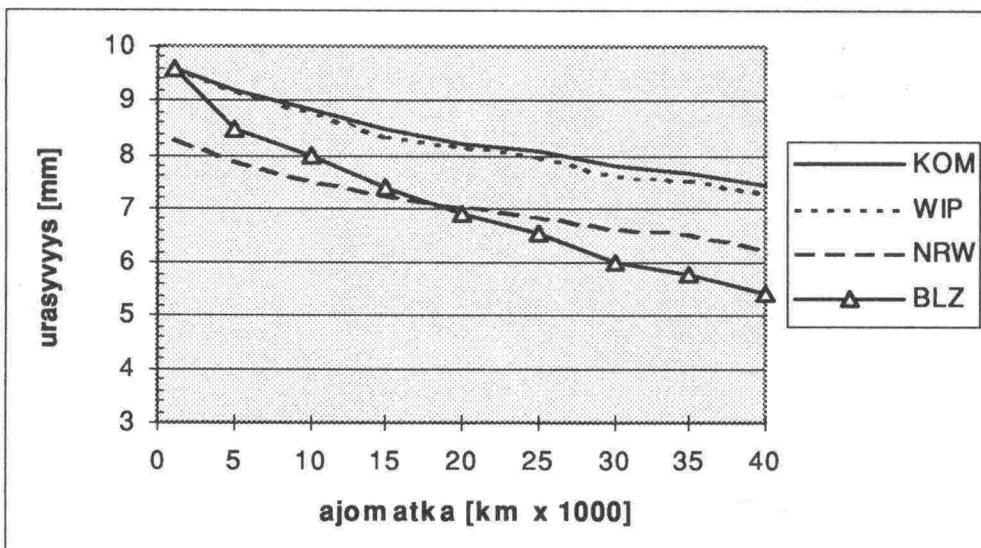
Tutkituista neljästä eri talvirengasvaihtoehdosta käytetään asian yksinkertaistamiseksi kuvissa, taulukoissa ja osittain tekstiosassakin lyhenteitä. Kometan ja Nesspike WIPin nastoilla nastoitettuihin Hakkapelitta 10 -renkaihin viitataan lyhentein KOM ja WIP. Vastaavasti kittarenkaiden lyhenteet ovat BLZ (Bridgestone Blizzak) ja NRW (Nokia NRW).

#### 3.2 Renkaiden kuluminen

Renkaiden urasyvyudet mitattiin ensimmäisen kerran sisäänajon jälkeen ja tämän jälkeen aina 5 000 kulutuskilometrin välein välittömästi ennen pitoko-keiden aloittamista.

Renkaan urasyvyys mitattiin viidestä eri poikkileikkauskohdasta. Kohdat oli etukäteen merkitty tasavälein kunkin renkaan ulkokehälle, jotta mittaukset tapahtuisivat aina samoista kohdista. Kustakin viidestä poikkileikkauksesta urasyvyys mitattiin kuudesta eri kohdasta, joten kunkin renkaan keskimääräinen urasyvyys laskettiin 30 eri mittauskohdan tulosten perusteella. Renkaiden urasyvyudet mitattiin kalibroidulla Mitutoyo 2952 -mittalaitteella aina yhden ja saman henkilön toimesta.

Kulutuskestävyydessä erottautui Bridgestone Blizzak selvästi muista renkaista, kuten kuvasta 1 voidaan todeta.



Kuva 1. Tutkittujen renkaiden urasyvyudet kulutusajon eri vaiheissa.

## TULOKSET

Blizzak kului 40 000 kulutusajokilometrin aikana keskimäärin 4.2 mm, eli lähes kaksinkertaisesti kaikkiin muihin renkaiisiin verrattuna. Erityisen voimakasta Blizzakin kulumisen oli kulutusajon alussa ensimmäisten viiden tuhannen kilometrin aikana, jolloin kuivan kelin osuus jakson ajosuoritteesta oli myös selvästi suurin.

Renkaista kestävimmäksi osoittautui Nokia NRW, jonka urasyvyys kulutusajon aikana pieneni 2.0 mm. Hakkapeliitta 10 -nastarenkaiden kulutuskestävyys oli samaa luokkaa NRW:n kanssa; kokonaiskulumisen kulutusajossa oli 2.2 - 2.3 mm.

Kometan ja WIPin nastoilla nastoitettut Hakkapeliitta 10 -talvirenkaat kuluvat 40 000 kilometrin kulutuskokeessa mittaustarkkuuden puitteissa samaa tahtia. Myöskään vasemman ja oikean renkaan osalta kulumisessa ei kyseisten renkaiden eikä kitkarenkaidenkaan osalta todettu merkitseviä eroja. Tulokset osoittavat siis, ettei ns. normaalissa ajossa auton vasemman ja oikean puoleisten renkaiden kulumisnopeudessa ole eroa (Taulukot 3 ja 4).

*Taulukko 3. Nastarenkaiden urasyvytydet (mm) kulutusajon eri vaiheissa sekä kokonaiskulumisen (mm).*

ajomatka	KOM			WIP		
	vasen	oikea	keskiarvo	vasen	oikea	keskiarvo
1 000 km	9.6	9.6	9.6	9.7	9.6	9.6
5 000 km	9.2	9.2	9.2	9.2	9.1	9.2
10 000 km	8.9	8.8	8.8	8.8	8.7	8.8
15 000 km	8.5	8.4	8.5	8.4	8.3	8.4
20 000 km	8.3	8.2	8.2	8.2	8.1	8.2
25 000 km	8.1	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0
30 000 km	7.9	7.7	7.8	7.7	7.6	7.6
35 000 km	7.7	7.6	7.7	7.6	7.5	7.5
40 000 km	7.5	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3
kok.kulum.	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3

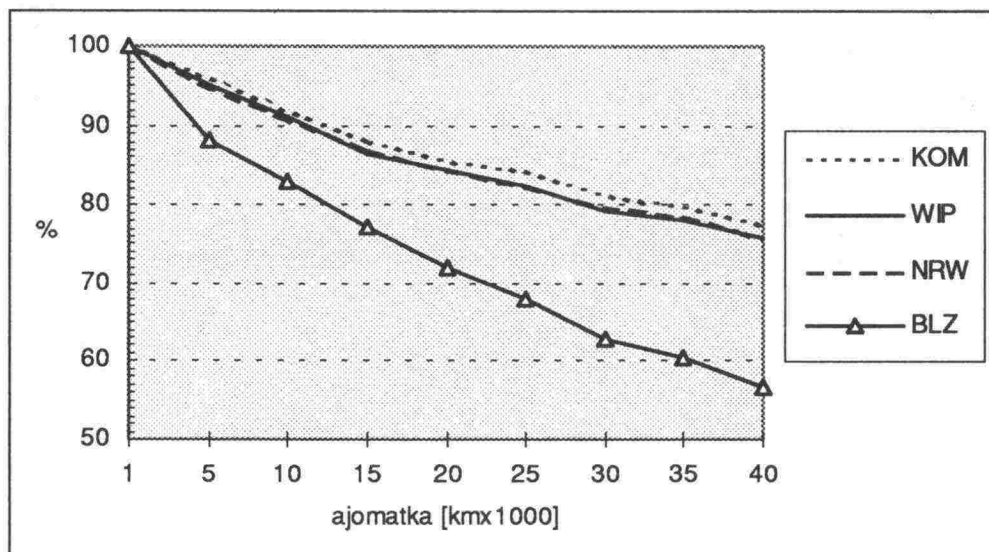


Taulukko 4. Kitkarenkaiden urasyvyydet (mm) kulutusajon eri vaiheissa sekä kokonaiskuluminen (mm).

ajomatka	BLZ			NRW		
	vasen	oikea	keskiarvo	vasen	oikea	keskiarvo
1 000 km	9.6	9.6	9.6	8.3	8.4	8.3
5 000 km	8.5	8.4	8.5	7.9	7.9	7.9
10 000 km	8.0	8.0	8.0	7.6	7.5	7.5
15 000 km	7.4	7.4	7.4	7.2	7.3	7.2
20 000 km	6.9	6.9	6.9	7.0	7.0	7.0
25 000 km	6.6	6.5	6.5	6.9	6.8	6.9
30 000 km	6.1	6.0	6.0	6.6	6.7	6.6
35 000 km	5.8	5.7	5.8	6.6	6.5	6.5
40 000 km	5.5	5.4	5.4	6.3	6.3	6.3
kok.kulum.	4.1	4.2	4.2	2.0	2.1	2.0

Nasta- ja kitkarenkaiden urasyvyyksien muuttumista tutkittiin myös vertailemalla renkaiden urasyvyyksiä vastaavaan uuteen (sisäänajettuun) renkaaseen verrattuna. Neljänkymmenen tuhannen kulutusajokilometrin jälkeen testirenkaiden urasyvyydestä oli Bridgestone Blizzakia lukuunottamatta jäljellä 76 - 78 % uuteen verrattuna.

Blizzakin osalta kuluminen oli selvästi muita nopeampaa, kuten edellä jo todettiin. Vaikka Blizzakin urasyvyys oli alunperin yhdessä nastarenkaiden kanssa joukon suurin, oli sen urasyvyydestä kulutusajon jälkeen jäljellä enää 58 %, eli hieman yli puolet alkuperäisestä (Kuva 2).

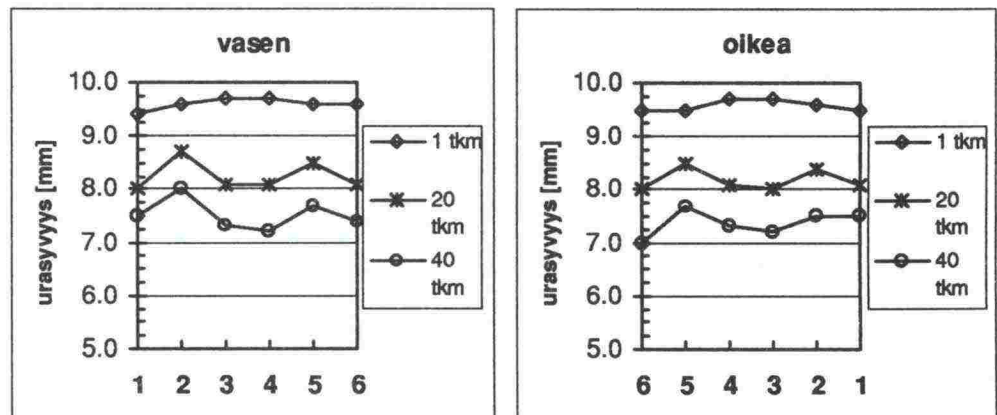


Kuva 2. Nasta- ja kitkarenkaiden urasyvyydet vastaavaan uuteen (sisäänajettuun) renkaaseen verrattuna.

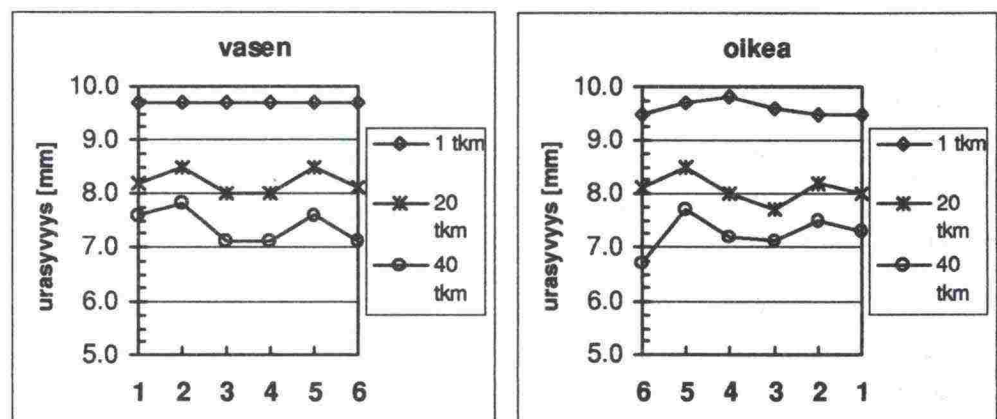
## TULOKSET

Renkaiden kulumista kokeen aikana seurattiin piirtämällä kullekin renkaalle kulumisprofiili urasyvyysmittausten perusteella. Kuvissa 3-4 on esitetty nastarenkaiden ja kuvissa 5-6 kitkarenkaiden kulumisprofiilit kulutuskokeen alussa (1 000 km), puolessa välissä (20 000 km) ja lopussa (40 000 km).

Renkaiden kulumisprofiileista on selvästi havaittavissa kaikille tutkituille renkailla yhteinen piirre; renkaan poikkisuunnassa kuluminen renkaan keskiosassa oli suurempaa kuin sen reunaosissa. Tämä on luonnollinen seuraus siitä, että koska renkaan kulutuspinna on alunperin kaareva, on renkaan keskiosa myös kulutusalttiimpi renkaan reunaosiin verrattuna. 'Normaalin' kulumisprofiiliin syntyminen edellyttää kuitenkin sitä, ettei renkaissa käytetä poikkeavia rengaspaineita. Tässä kulutusajossa tutkittujen renkaiden ilmanpaineet olivat autojen maahantuojan suositusten mukaiset.

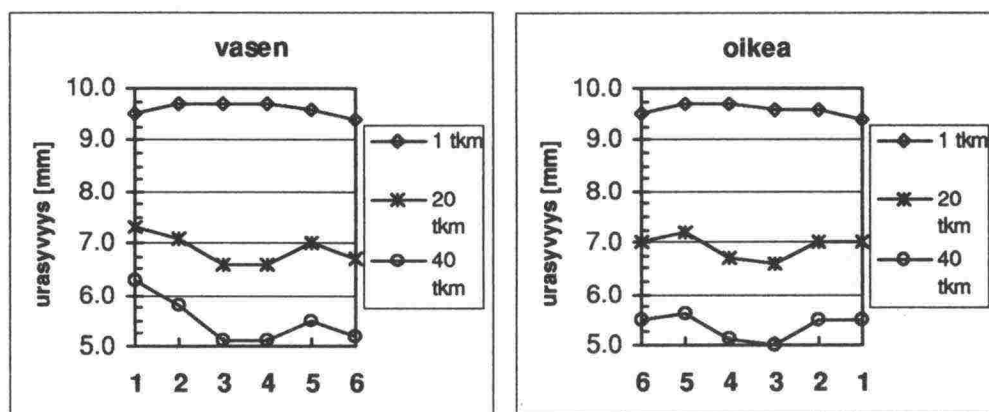


Kuva 3. Kometan nastoilla nastoitettujen HP10 -renkaiden kulumisprofiilit kulutusajon alussa, puolessa välissä ja lopussa (1 = renkaan uloin ura, 6 = renkaan sisin ura).

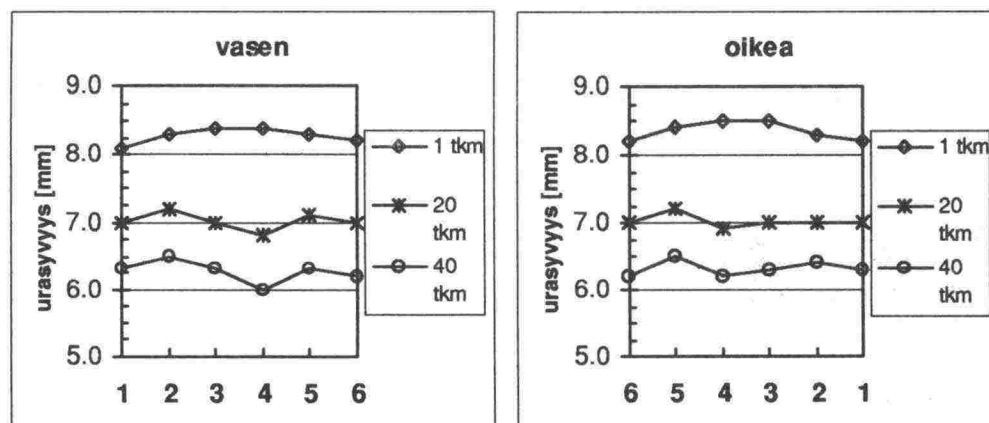


Kuva 4. Nesspike WIP -nastoilla nastoitettujen HP10 -renkaiden kulumisprofiilit kulutusajon alussa, puolessa välissä ja lopussa (1 = renkaan uloin ura, 6 = renkaan sisin ura).

Edellä esitetyistä nastarenkaiden kulumisprofiileista on selvästi erotettavissa nastojen sijainti renkaan poikkileikkauksessa (kohdat 2 ja 5). Kyseisissä kohdissa renkaan urasyvyys on pääsääntöisesti muita ympäröiviä mittauskohtia suurempi johtuen siitä, että nastat jossakin määrin 'suojaavat' ympärillään olevaa kulutus pintaa.



Kuva 5. Bridgestone Blizzak -kitkarenkaiden kulumisprofiilit kulutusajon alussa, puolessa välissä ja lopussa (1 = renkaan uloin ura, 6 = renkaan sisin ura).



Kuva 6. Nokia NRW -kitkarenkaiden kulumisprofiilit kulutusajon alussa, puolessa välissä ja lopussa (1 = renkaan uloin ura, 6 = renkaan sisin ura).

### 3.3 Havainnot nastoista

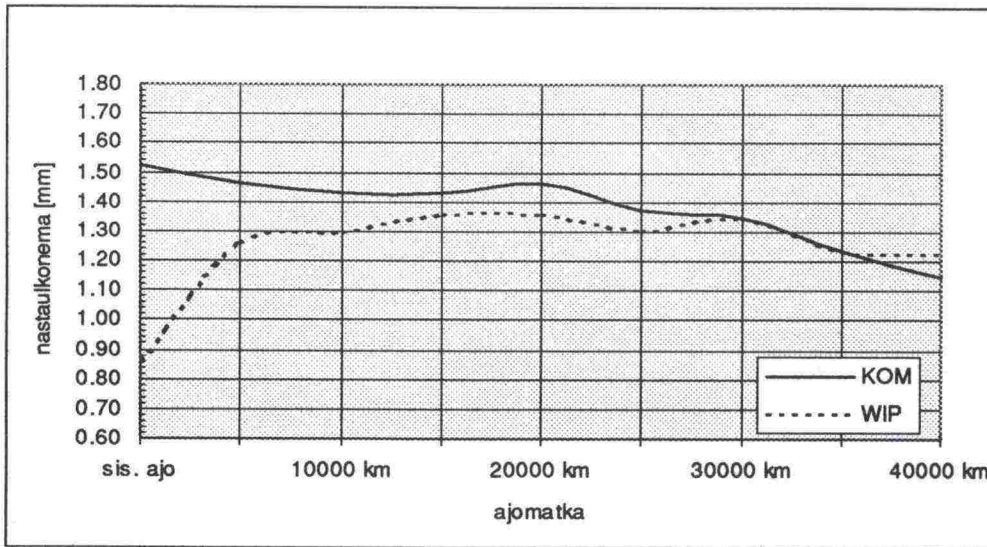
#### 3.3.1 Nastaulkonemat

Nastaulkonemat mitattiin ensimmäisen kerran kulutusajon alussa renkaiden sisäänajon jälkeen ja tämän jälkeen aina 5 000 kilometrin välein. Kustakin renkaasta mitattiin kaikkien nastojen ulkonemat. Nastaulkonemat mitattiin aina saman henkilön toimesta ennen mittauksia kalibroidulla Mitutoyo 721078 - mittakellolla.

Nastaulkonemat laskettiin kahdella eri tavalla johtuen nastojen irtoamisesta kulutusajossa renkaista. Kuvassa 7 ja taulukossa 5 ilman sulkeita esitetyt tulokset on laskettu kaikkien renkaassa alunperin olleiden nastojen perusteella (110 kpl/rengas) siten, että kulutusajossa irronneen nastan ulkonema käytettiin arvoa 0 mm. Taulukossa 5 sulkeissa esitettyjen ulkonemien laskentaperusteena on puolestaan ollut vain renkaassa mittaushetkellä kiinni olleet nastat ja näiden ulkonemat, eli irronneet eivät olleet mukana laskelmissa. Kuten taulukosta voidaan todeta, erosivat eri perustein lasketut ulkonemat vain Kometa -nastojen osalta ja 25 000 ajokilometristä alkaen. Ero johtui usean nastan irtoamisesta toisesta Kometan nastoilla nastoitettusta renkaasta (kts. luku 3.32).

*Taulukko 5. Nastarenkaiden keskimääräiset nastaulkonemat (mm) ajokilometreittäin.*

	KOM	WIP
1 000 km	1.52 (1.52)	0.85 (0.85)
5 000 km	1.46 (1.46)	1.26 (1.25)
10 000 km	1.43 (1.43)	1.30 (1.30)
15 000 km	1.43 (1.43)	1.36 (1.35)
20 000 km	1.46 (1.46)	1.36 (1.36)
25 000 km	1.37 (1.38)	1.31 (1.31)
30 000 km	1.35 (1.36)	1.35 (1.35)
35 000 km	1.24 (1.27)	1.23 (1.23)
40 000 km	1.14 (1.21)	1.23 (1.23)



Kuva 7. Nastarenkaiden nastaulkonemien muutos (mm) ajomatkan funktiona.

Ensimmäisessä nastaulkonemamittauksessa renkaiden sisäänajon jälkeen WIPin ja Kometan nastaulkonemaero oli suuri, lähes 0.7 mm. WIPin ulkonema kasvoi ensimmäisen 5 000 km:n kulutusajojakson aikana kuitenkin hyvin nopeasti ja asettui samalle tasolle yhdessä Kometa -nastojen kanssa, joka on tyypillistä normaaliliikenteessä olevissa autoissa /1,2/.

Kulutuskokeen keskivaiheilla Kometan ja WIPin nastaulkonemat vaihtelivat välillä 1.3 - 1.5 mm siten, että suurimmillaan nastaulkonemat olivat molempien nastojen osalta 20 000 kilometrin mittauksissa. Tämän kohdan jälkeen Kometan nastaulkonema alkoi selvästi pienentyä, kun taas WIP -nastojen ulkonema pysyi vielä varsin tasaisena aina 30 000 kilometriin saakka. Tätä seuraavan toiseksi viimeisen ajojakson aikana molempien nastojen ulkonema pieneni noin 0.1 millimetriä. Kometan osalta ulkonemien pieneneminen jatkui tasaisen voimakkaana myös kulutusajon loppuun saakka niin, että viimeisessä 40 000 km:n mittauksessa Kometan ulkonema oli molemmilla laskutavoilla jo WIPin nastaulkonemaa pienempi.

### 3.3.2 Nastojen pysyvyys

Nastojen kuntoa seurattiin kulutusajon edistyessä sekä renkaanvaihtojen että nastaulkonemamittausten yhteydessä. Ironneiden nastojen lukumäärä samoin kuin myös mahdolliset rengasta kohdanneet vauriot kirjattiin ylös seurantalomakkeelle jokaisen ajovuoron jälkeen.

Ensimmäinen nasta irtosi 20 000 ajokilometrin kohdalla (Taulukko 6). Tarkemmat irtoamisajankohdat ilmenevät liitteestä 2.

Taulukko 6. Nastojen irtoamiset testirenkaista kulutusajon eri vaiheissa.

AJO- MATKA	KOM		WIP	
	vasen	oikea	vasen	oikea
0 - 5 000	-	-	-	-
5 - 10 000	-	-	-	-
10 -15 000	-	-	-	-
15 -20 000	-	1 kpl	-	-
20 -25 000	-	1 kpl	-	1 kpl
25 -30 000	1 kpl	1 kpl	-	-
30 -35 000	-	1 kpl	-	-
35 -40 000	-	9 kpl	-	-
yhtensä	1 kpl	13 kpl	0 kpl	1 kpl

Kaikkiaan kolmesta tutkimuksessa mukana olleesta neljästä nastarenkaasta irtosi nastoja kulutusajoa aikana. Kahdesta näistä nastoja irtosi rengasta kohden vain yksi kappale, kun taas kolmannelta, oikeanpuoleisesta Kometan nastoilla nastoitettusta HP10:stä, nastoja irtosi kulutusajon eri vaiheissa yhteensä 10 kappaletta. Viimeisten pitomittausten yhteydessä (40 000 km) renkaasta irtosi vielä 3 nastaa lisää, joten tutkimuksessa kyseisestä renkaasta irtosi kaikkiaan 13 nastaa, eli noin joka yhdeksäs renkaan kaikista nastoista.

Kometan nastakatoon kulutusajon lopussa oli selvä syy-yhteys noin 31 600 ajokilometrin jälkeen oikeanpuoleista rengasta kohdanneeseen vaurioon. Kyseinen rengas ajettiin kaupunkiajo-osuudella teräväreunaiseen kuoppaan, jonka mitä todennäköisempänä seurauksena rengas muutamaa ajovuoroa myöhemmin äkillisesti tyhjentyi. Ajo keskeytettiin tässä vaiheessa välittömästi ja kyseinen rengas vietiin rengasliikkeeseen korjattavaksi. Syvä villto renkaan sivussa kyettiin korjaamaan ja kuulutusajoa siten jatkamaan, mutta kulutusajossa seuraavana vuorossa olleella maantieosuudella Helsingistä Ivaloon oikeasta renkaasta irtosi kuitenkin kuusi nastaa - kaikki vauriokohdan viereisestä sektorista.

### 3.3.3 Nastojen kunto

Yksittäisten nastojen kunto selvitettiin perusteellisesti viimeisten pitokokeiden jälkeen. Tulokset tästä on esitetty taulukossa 7. Tulosten mukaan 40 000 km:n kulutusajo rasitti erityisesti ajoneuvojen oikealla puolella pyörineiden renkaiden nastoja.

Taulukko 7. Nastojen kuntoinventaarion tulokset.

	KOM		WIP	
	vasen	oikea	vasen	oikea
irronneita nastoja	1 kpl	13 kpl	-	1 kpl
nastan kärki poikki	1 kpl	-	-	-
heiluvia nastoja	-	6 kpl	11 kpl	22 kpl

Kulutusajo vaikutti eri tavalla myös eri nastoihin niiden toiminnan kannalta arvioituna. WIP -nastojen osalta merkittävää oli niiden heiluminen, eli kumin ja nastan välisen kiinnityksen löystyminen. Heiluvia nastoja tutkituista nastoista oli kaikkiaan 33 kappaletta, eli 15 % molempien renkaiden yhteenlasketusta nastamäärästä määritettynä. Kometan osalta merkillepantavaa oli taas nastojen irtoaminen eli huono pysyvyys renkaasssa. Vaikka suuri osa pudonneista Kometan nastoista irtosi mitä todennäköisemmin rengasvaurion seurauksena, on merkillepantavaa, että ko. oikeanpuoleisesta renkaasta oli kuitenkin jo ennen vauriota irronnut neljä nastaa. Syytä tähän ei kyetty selvittämään.

### 3.3.4 Nastojen kuluminen

Nastojen kulumista ei voida päätellä nastaulkonemien muutosten perusteella. Tämän takia jokaisen nastarenkaan sisä- ja ulkourasta irroitettiin yhteensä 24 nastaa. Irroitettujen nastojen pituus mitattiin ja pituutta verrattiin nastojen alkuperäiseen pituuteen, joka tutkituilla Kometan ja Nesspike WIPin nastoilla oli 11 mm.

Tulosten mukaan WIP -nastat kuuluivat kulutusajossa vähemmän. WIP -nastojen keskimääräinen kuluma oli 1.6 mm, kun taas Kometa -nastat kuuluivat keskimäärin 2.2 mm. Molemmilla nastamerkeillä kuluminen oli voimakkainta renkaiden sisäaurissa (Taulukko 8).

Taulukko 8. Nastojen kuntoinventaarion tulokset.

nasta- merkki	vasen rengas		oikea rengas		keski- arvo
	ulkoura	sisäura	sisäura	ulkoura	
Kometa	8.9	8.6	8.8	8.9	8.8
Nesspike WIP	9.5	9.2	9.2	9.6	9.4

## 3.4 Keliolosuhteet

Keliolosuhteiden jakautumaa tutkittiin jatkuvasti kulutusajon aikana. Tiedot ajonopeuksista ja keliolosuhteista kerättiin kulutusajossa ensimmäisenä kulkeneeseen autoon sijoitetun tietokoneen avulla. Tämän ykkösauton kul-

## TULOKSET

jettajan tehtävä oli arvioida vallitsevat keliolosuhteet ja syöttää ne tietokoneelle. Nopeus ja kuljettu matka rekisteröityi laitteeseen automaattisesti. Keliolosuhteet määriteltiin subjektiivisesti seuraavalla luokituksella:

1. kuiva, paljas asfaltti
2. märkä, paljas asfaltti
3. osittain paljas asfaltti
4. lumipolanteinen tie
5. jäinen tie

Eri kelien osuus ajetuista kulutusajokilometristä vaihteli ajojaksottain suuresti (Taulukko 9). Ajetuista 40 000 kulutusajokilometristä noin kolmannes ajettiin kuivalla ja paljaalla tiepinnalla. Märän kelin tai lumisen tiepinnan osuus oli taas lähes neljännes ajetusta kokonaismatkasta. Osittain paljaalla tiellä tai jäisellä kelillä ajosta tehtiin kullakin hieman alle kymmenesosa kaikista kulutusajokilometreistä.

Taulukko 9. Kelijakauma ajojaksottain kulutuskokeen aikana.

AJO- MATKA	TIEN PINNAN KELI							
	kuiva	märkä	ositt. paljas	luminen	jäinen	yhteensä		
	%	%	%	%	%	%	km	
0-5 000	77.8	8.3	4.9	9.0	0.0	100.0	6 059	
5-10 000	22.7	17.3	9.3	44.9	5.8	100.0	4 938	
10-15 000	43.9	28.8	6.9	16.5	3.8	100.0	4 796	
15-20 000	18.0	52.6	1.3	25.8	2.3	100.0	4 790	
20-25 000	24.1	32.5	1.8	24.4	17.2	100.0	4 791	
25-30 000	36.4	25.6	7.8	11.9	18.3	100.0	4 829	
30-35 000	18.3	4.7	32.7	30.3	13.9	100.0	4 755	
35-40 000	26.5	28.2	5.5	24.3	15.5	100.0	5 065	
koko matka	34.8	24.3	8.6	23.0	9.3	100.0	40 023	

### 3.5 Tulokset pitokokeista

#### 3.5.1 Yleistä

Tavoitteena oli selvittää nastarenkaiden ja kitkarenkaiden keskinäinen paremmuus kulutuskokeen eri vaiheissa tehdyillä pitokokeilla. Tuloksissa nastarenkaat ja kitkarenkaat on käsitelty omina ryhminään, mikä tarkoittaa, että nastarenkaiden ja kitkarenkaiden ryhmää koskevat tulokset ovat kahden kitkarenkaan ja kahdella eri nastalla nastoitettun nastarenkaan keskiarvoja. Yksityiskohtaiset tulokset eri renkaiden osalta on esitetty liitteissä 3-11. Tuloksista on luettavissa eri renkaiden suhteelliset erot lukkojarrutus- ja kiihdytyskokeiden osalta.



Suunniteltu mittausohjelma kyettiin pääosin toteuttamaan. Mittalaitteivien ja yllättävän leudosta säästä johtuneen lumenpuutteen vuoksi, pitokokeista jouduttiin tutkimuksen tiukan aikataulun takia jättämään kiihdytyskokeet ja lukkojarrutuskoe lumella tekemättä. Tuloksia esitettävissä kuvaajissa on oletettu, että pito-ominaisuuksien muutos sisäänajon ja 10 000 km:n mitausten välillä on tapahtunut lineaarisesti.

### 3.5.2 Koe- ja laskentamenetelmä

Sileällä jäällä ja polannetulla lumella tehdyt lukkojarrutuskokeet tehtiin kahden pyörän kokeena. Koeautoina toimineiden VW Ventojen takajarrujen toiminta oli estetty jarrujärjestelmään asennetuilla venttiileillä. Lukkojarrutuskokeissa sileällä jäällä tuloksena käytettiin jarrutusmatkaa välillä 30 km/h (alkunopeus) - 5 km/h (loppunopeus). Lumipolanteella vastaava tarkasteluväli oli 40 km/h - 10 km/h. Jäällä kullakin renkaalla tehtiin 16 ja lumella 20 hyväksytyä jarrutusta. Jarrutukset tapahtuivat aina käyttämättömällä jäätai lumipinnalla.

Kiihdytyskokeissa autot kiihdytettiin paikaltaan nopeuteen, jossa moottorin pyörintänopeudella ei enää esiintynyt merkittävää luistoa, eli kiihdytyksen alussa vetävät pyörät luistivat voimakkaasti ja kokeen edistyessä luisto pieneni vetokyvyn kasvaessa parhaimpaan arvoonsa. Kiihdytysajat sileällä jäällä mitattiin nopeusväliltä 5 (alkunopeus) - 25 km/h ja polannetulla lumella väliltä 5 km/h - 35 m/h. Kaasurajoittimen säätönä sileällä jäällä oli 4 400 rpm ja lumipolanteella 5 600 rpm. Molemmilla alustoilla tehtiin kullakin renkaalla 20 kiihdytystä.

### Laskennallinen korjaus

Pitokokeissa referenssirenkaana käytettiin tutkimuksen ulkopuolisia sisäänajettuja Bridgestone Blizzak -kitkarenkaita. Renkailla ei ajettu kulutusajon aikana, vaan ne osallistuivat vain pitokokeisiin.

Tutkittavien neljän rengasvaihtoehdon koetuloksia on eri kokeissa verrattu referenssirenkaan tulokseen. Tämän perusteella on kullekin renkaalle laskettu renkaan pito-ominaisuuksia kuvaava indeksi seuraavasti:

$$\text{indeksi} = \frac{\text{referenssirenkaan tulos}}{\text{tutkitun renkaan tulos}} \times 100$$

Referenssirenkaan indeksiä 100 pienempi indeksi merkitsee kyseessä olevassa kokeessa sitä, että tutkittu rengas oli vertailurengasta huonompi ja vastaavasti arvoa 100 suurempi indeksi sitä, että testirengas oli referenssirengasta parempi.

Pitokokeiden aikana olosuhteiden muutosta seurattiin referenssirenkaan avulla, johon kulutuskokeessa olevien nastajarru- ja kitkarenkaiden tuloksia verrattiin. Referenssirenkaan jarrutusmatka ja kiihdytysaika mitattiin aina kah-

## TULOKSET

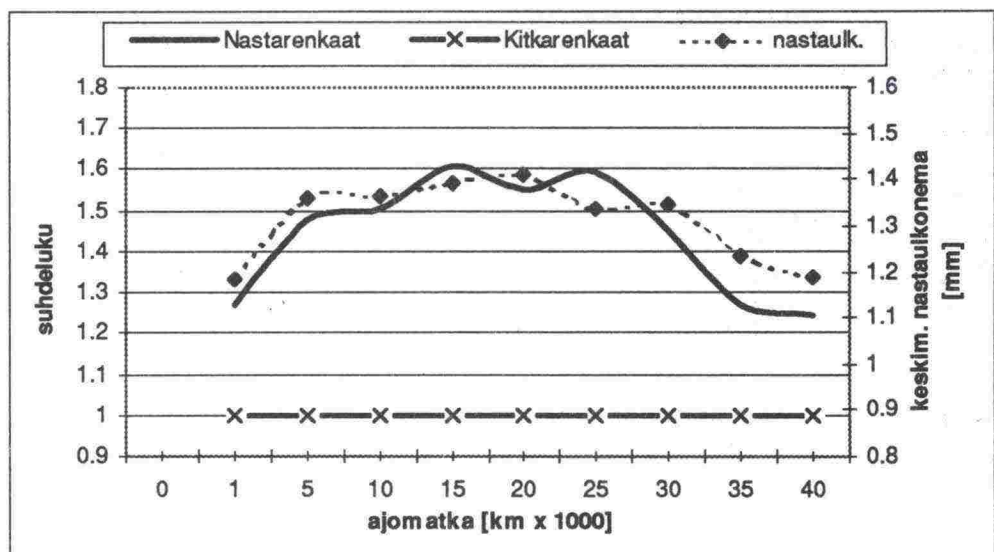
den tutkimusrenkaan jälkeen, jolloin voitiin riittävän usein kontrolloida keliolosuhteiden muutosta. Jos kahden ajetun referenssirenkaan tulos oli muuttunut, korjattiin niiden välissä ajettujen testirenkaiden tuloksia laskennallisesti.

Laskennallinen korjaus tehtiin siten, että korjattu tulos vastasi sitä tulosta, jonka rengas olisi saavuttanut, jos keli ei olisi muuttunut ja referenssirenkaiden tulokset olisivat jatkuvasti olleet samalla tasolla. Korjauslaskennassa oletettiin, että olosuhteiden muutos perättäisten referenssirenkaiden tulosten välillä tapahtui lineaarisesti.

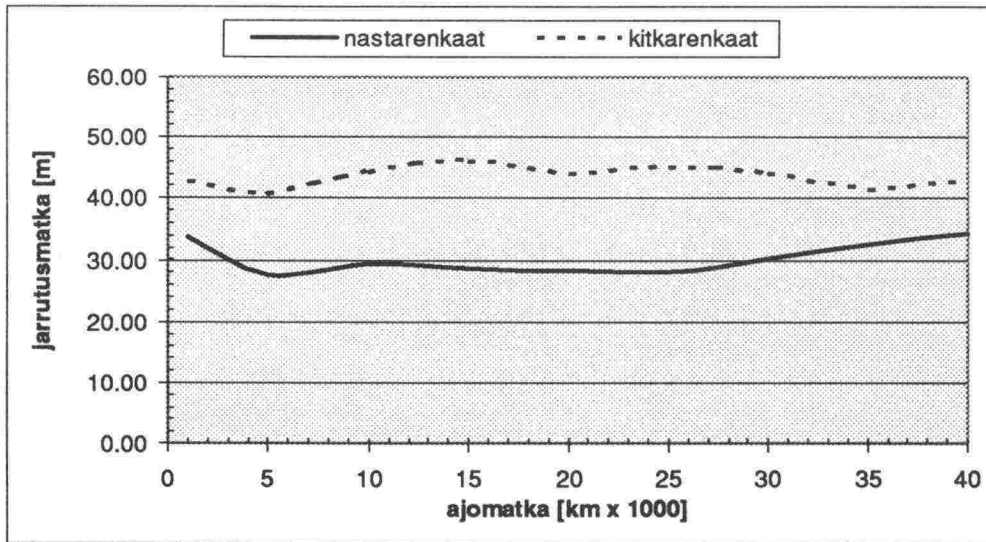
### 3.5.3 Pitokokeet sileällä jäällä

Kitkarenkaita ja nastarenkaita keskenään vertailtaessa ja tuloksia arvioitaessa on tärkeimmäksi ominaisuudeksi laskettava renkaiden pitokyky kaikkein pahimmassa mahdollisessa kelissä, eli liukkaalla sileällä jääpinnalla.

Tulokset kulutusajon eri vaiheissa sileällä jäällä tehdyistä lukkojarrutuskokeista on esitetty kuvassa 8. Kuvaan on liitetty mukaan myös Kometan ja WIPin keskimääräinen nastaulkonema, koska nastarenkaiden pitokyky liukkaalla jäällä riippuu ratkaisevasti nastojen ulkonemasta. Vastaava tulos on kuvassa 9 esitetty eri muodossa. Kuvassa on esitetty nasta- ja kitkarenkaiden olosuhdekorjatut jarrutusmatkat sileän jään lukkojarrutuskokeissa kulutusajon eri vaiheissa. Jarrutusmatkojen laskennassa jouduttiin käyttämään olosuhdekorjausta, koska keliolot (pito) eivät eri lukkojarrutuskokeiden aikana aina olleet keskenään vertailukelpoiset. Korjauskerroin, jolla renkaiden jarrutusmatkat kunkin mittauskerran osalta korjattiin, määritettiin referenssirenkaan jarrutusmatkojen perusteella.



Kuva 8. Nastarenkaiden tulokset suhteessa kitkarenkaiden tuloksiin, sekä nastarenkaiden keskimääräinen nastaulkonema kulutuskokeen eri vaiheissa (lukkojarrutus sileällä jääpinnalla).



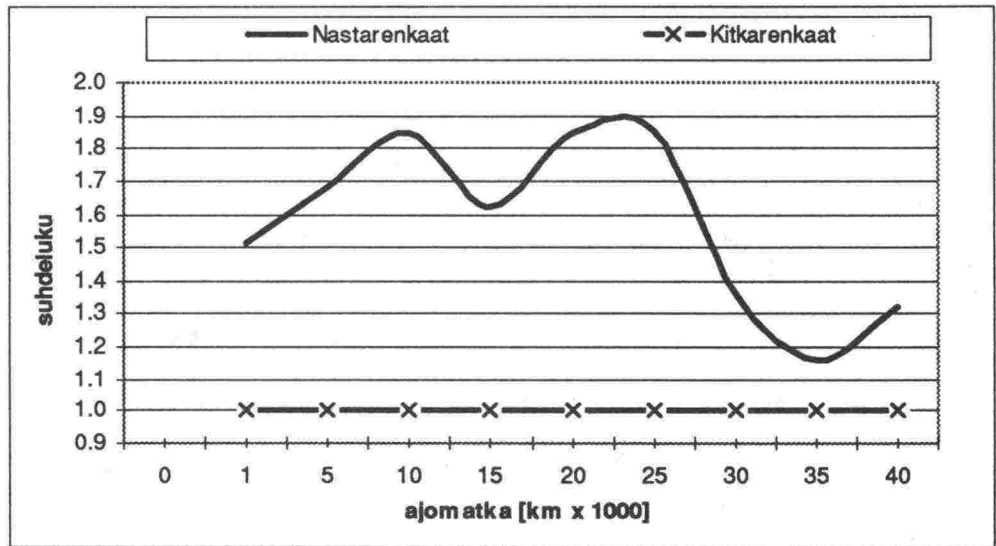
Kuva 9. Nasta- ja kitkarenkaiden olosuhdekorjatut jarrutusmatkat sileällä jäällä kulutuskokeen eri vaiheissa.

Sileän jään lukkojarrutuskokeissa nastarenkaat olivat kaikissa kulutusajon eri vaiheissa tehdyissä mittauksissa selvästi kitkarenkaita paremmat (kuva 8). Tutkimuksen alussa, renkaiden sisäänajon jälkeen (1 000 km:n mittaus) nastarenkaiden ja kitkarenkaiden välinen suhdeluku oli 1.27, mikä tarkoittaa, että uusien sisäänajettujen kitkarenkaiden keskimääräinen jarrutusmatka verrattuna uusiin nastarenkaisiin oli 27 % pidempi. Ensimmäisen kulutusajojakson aikana nastarenkaiden ja kitkarenkaiden pitokyvyn eroa sileällä jäällä tehtyjen lukkojarrutuskokeiden osalta kuvaava suhdeluku kasvoi nopeasti johtuen eritoten WIP -nastojen ulkonemien kasvusta. Parhaimmillaan nastarenkaat olivat suhteessa kitkarenkaisiin kulutusajon puolella välissä, jolloin suhdeluku 15 000 km:n ja 25 000 km:n mittausten välillä vaihteli arvojen 1.55 ja 1.60 välillä.

25 000 kilometrin ajon jälkeen nastarenkaiden pitokyky suhteessa kitkarenkaisiin alkoi huonontua. Vaikka suhdeluku pienentyikin ajon edistyessä varsin nopeasti, niin viimeisissä mittauksissa, jolloin nastarenkaiden todettiin nastojen toimivuuden kannalta arvioituna olevan jo lähes loppuunajetut, suhdeluku oli edelleen 1.25. Kitkarenkaiden jarrutusmatkat sileällä jäällä 40 000 kulutusajokilometrin jälkeen olivat keskimäärin yhä siis neljänneksen pidemmät kuin nastarenkaiden.

Sileällä jäällä tehtyjen kiihdytyskokeiden tulokset noudattivat pääpiirteissään lukkojarrutuksista saatuja tuloksia (Kuva 10). Merkillepantavaa oli kuitenkin se, että nastarenkaiden vetopitokyky suhteessa kitkarenkaisiin oli parhaimmillaan 1.9 suhdelukuna ilmaistuna, eli kitkarenkaiden kiihdytysaika jäällä (tutkitulla nopeusvälillä) oli lähes kaksinkertainen nastarenkaisiin verrattuna. Kiihdytyskokeen osalta oli huomionarvoista myös seikka, joka ilmeni myös lukkojarrutusten osalta, että 25 000 kilometrin jälkeen nastarenkaiden pito-ominaisuudet (vetopitokyky) huononivat selvästi suhteessa kitkarenkaisiin. Tulokset kielivät näillä kilometreillä alkavasta nastarenkaiden nastojen kunnan selvästä huononemisesta.

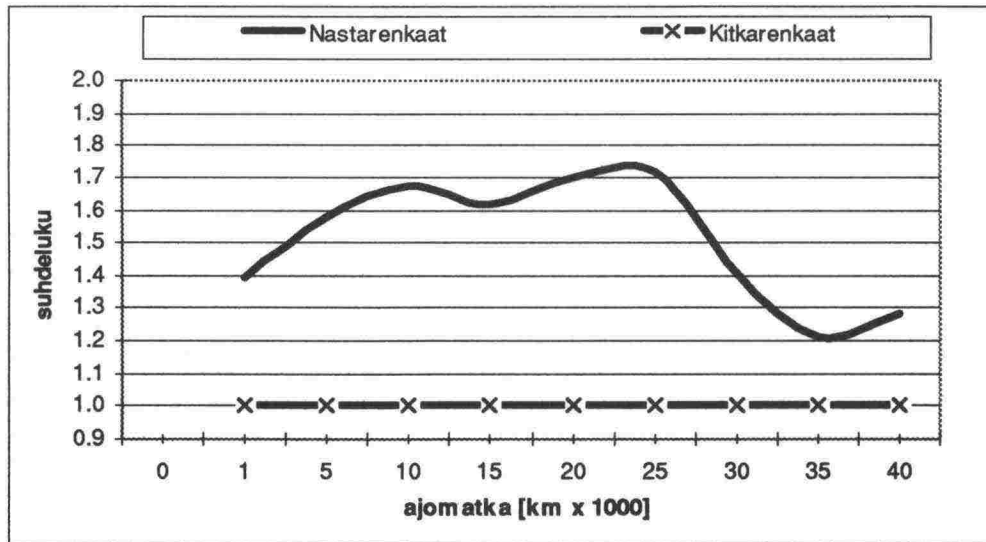
## TULOKSET



Kuva 10. Nastarenkaiden tulosten suhde kitkarenkaiden tuloksiin (jäähäkihtäytys).

Nastaulkoneman muutos ei yksin selitä nasta- ja kitkarenkaiden välisen suhdeluvun vaihteluita, kuten tuloksista voidaan todeta. Ajomäärän lisääntyessä nastojen kunto huononee; nastat alkavat heilua, niiden kovametallikärki pyöristyy ja lisäksi osa nastoista saattaa irrota. Nastakunnon lisäksi merkittävä vaikutus jarrutusmatkoihin on ulkoisilla olosuhteilla, ennen kaikkea jään karkeudella. Vaikka jääpinta tässä tutkimuksessa ennen pitokokeita työstettiin aina samalla tavalla, oli eri mittauskertoina jääpinnan fyysisissä ominaisuuksissa suuria eroja riippuen kulloinkin vallitsevista olosuhteista (ilman ja jään lämpötilasta, lämpötilojen muutosten suunnasta ja voimakkuudesta sekä ilman suhteellisesta kosteudesta). Pinnan karkeuden vaikutus kitkarenkaiden pitokykyyn oli suurempi kuin nastarenkaiden. Eri mittauskertojen väliset olosuhde-erot selittävät hyvin pitkälle nastarenkaiden (Kuvat 8 ja 10) ja kitkarenkaiden (Kuva 9) pitokykyä esittävien kuvaajien 'vaeltamisen'.

Jääkokeiden tulokset osoittavat, että normaalissa ajossa nastarenkaat säilyttävät pitokykynsä 25 000 kulutusajokilometriin saakka (kuva 11). Tämän jälkeen nastarenkaiden pitokyky alkaa ajokilometriä lisääntyessä selvästi huonontua, ja 40 000 km:n jälkeen nastarenkaiden pito-ominaisuudet käytännöllisesti katsoen nastat loppunajettuinkin ovat kuitenkin vielä selvästi kitkarenkaita paremmat.



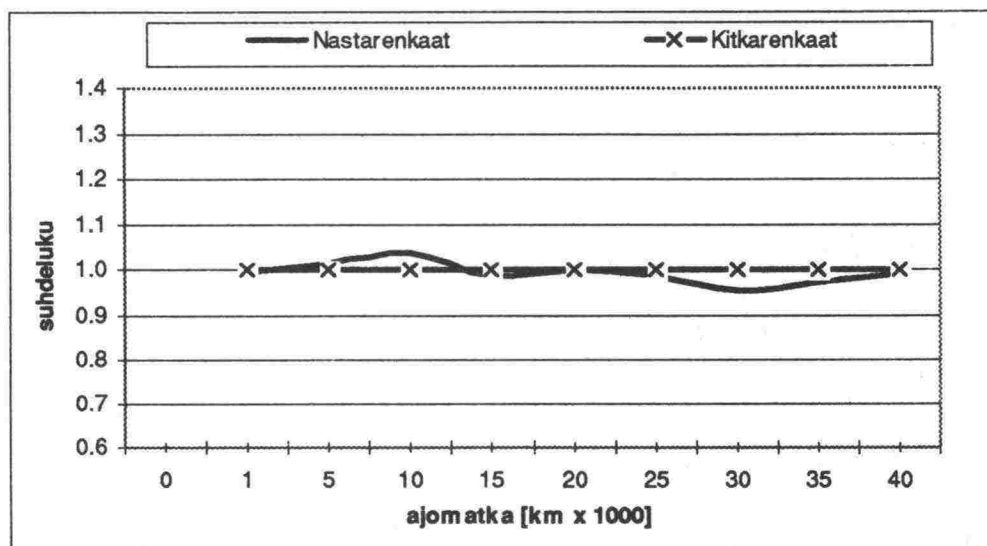
Kuva 11. Nastarenkaiden tulosten suhde kitkarenkaiden tuloksiin (lukkojarrutus- ja kiihdytyskoe yhdessä).

Jääkokeiden tulosten tulkinnan kannalta olisi tärkeää ottaa huomioon myös renkaiden vanhenemisesta aiheutuva tekijä, eli se, että aikaa myöten kulumispinnan kumiseos kovettuu ja tämän vuoksi sen pitokyky heikkenee. Tässä tutkimuksessa tämän tekijän huomioonottaminen olisi mitä todennäköisemmin merkinnyt, että nastarenkaiden pito-ominaisuudet kitkarenkaisiin verrattuna olisivat kulutusajon edistyessä olleet vieläkin paremmat (suhdeluku suurempi), koska kitkarenkaista poiketen nastarenkaiden nastat kompensoivat osaltaan kumiseoksen vanhenemista.

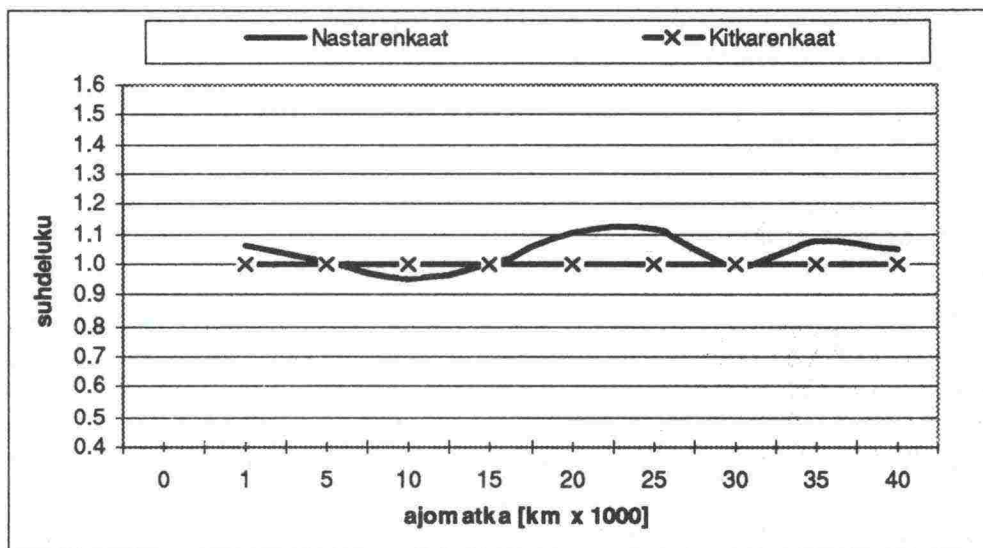
### 3.5.4 Pitokokeet polannetulla lumella

Kuvissa 12 ja 13 on esitetty tulokset kulutusajon eri vaiheissa polannetulla lumella tehdyistä lukkojarrutus- ja kiihdytyskokeistakokeista ja kuvassa 14 edellisten kokeiden keskiarvotulos.

## TULOKSET



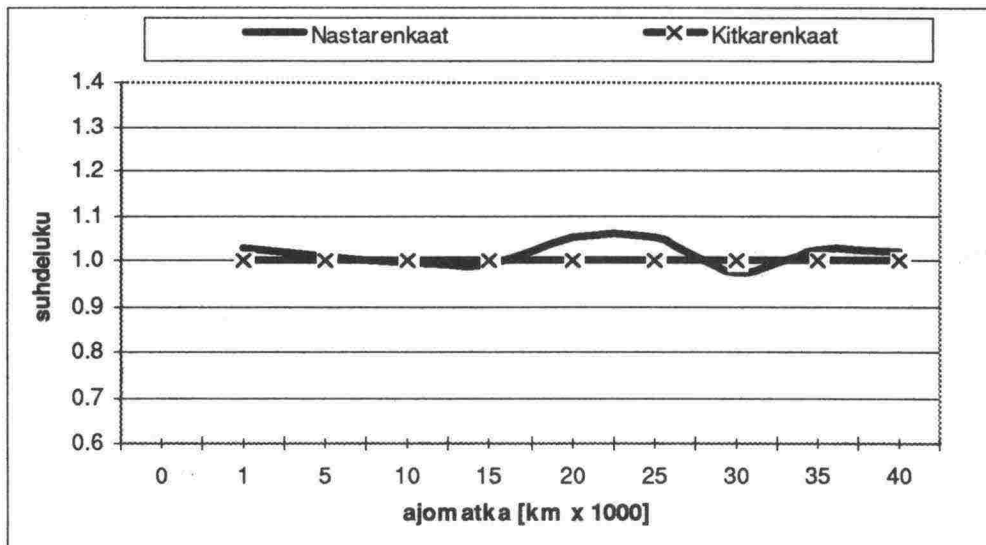
Kuva 12. Nastarenkaiden tulosten suhde kitkarenkaiden tuloksiin (lukkojarrutus polannetulla lumella).



Kuva 13. Nastarenkaiden tulosten suhde kitkarenkaiden tuloksiin (kiihdytys polannetulla lumella).

Polannetulla lumella tehtyjen pitokokeiden osalta tulos on hyvin yksiselitteinen. Nastarenkaiden ja kitkarenkaiden välillä ei käytännössä ole merkittävää eroa. Lukkojarrutuskokeissa nasta- ja kitkarenkaiden välien ero jarrutusmatkojen pituudessa oli pääosassa tehdyistä mittauksista hyvin pieni (keskimäärin 2 %) ja suurimmillaan ero oli vain 5 %. Kiihdytyskokeiden osalta ero oli edellistä jonkun verran suurempi, mutta kun tarkastellaan kiihdytys- ja lukkojarrutuskokeita yhdessä, menevät tulokset pääosin ristiin. On kuitenkin huomattava, että vaihtelut kaikenkaikkiaan ovat pieniä.

Polannetulla lumella saadut tulokset riippuivat oleellisesti lumipolanteen laadusta (pinnan kovuudesta ja lumen paksuudesta). Kun pitokokeita tehtiin useaan eri otteeseen, oli käytännössä täysin mahdotonta luoda jokaisella kerralla olosuhteita, jotka vastasivat aikaisemmin tehtyjen kokeiden olosuhteita. Tämä näkyi tuloksissa siten, että kelin muuttuminen vaikutti esimerkiksi jarrutusmatkaan enemmän kuin mitä renkaiden väliset erot olivat suurimmillaan (kts. liitteet).



Kuva 14. Nastarenkaiden tulosten suhde kitkarenkaiden tuloksiin (lumiko-keet yhdessä).

### 3.5.5 Sivuvoimakoe

Koeautona käytettiin erityistä testikäyttöön suunniteltua ja rakennettua VW Golfia. Kokeessa koeauto oli kiinnitetty kahdella vetoaisalla etummaisena kulkeneeseen ja koeautoa tasaisella nopeudella (lumella 30 km/h ja jäällä 25 km/h) vetäneeseen kuorma-autoon. Toinen vetoaisoista oli normaalista poiketen kaksiosainen ja lisäksi vielä ajoneuvojen kulkusuuntaan nähden vinoon asennettu. Koeauton sivusuuntaisen liikkeen estänyt vino vetoaisa joutui rasituksen alaisesi ainoastaan, kun koeauton etupyöriä käännettiin auton kulkusuuntaan nähden vinoon. Kunkin tutkittavan renkaan sivutaispito suhteessa renkaan kääntökulmaan kyettiin laskemaan vinon vetoaisan välissä olevan vetovoima-anturin ja pyöräkulma-anturin ilmoittamista tiedoista.

Sivuvoimakoe tehtiin yhden pyörän menetelmänä. Tässä menetelmässä koeauton vasempana etupyöränä oli kulutusajossa auton vasemmalla puolella pyörinyt rengas ja oikeana etupyöränä erikoisvalmisteinen, täysin pintakuvioton ja sileä rengas.

Taulukoissa 10 ja 11 on esitetty tulokset kulutuskokeen jälkeen tehdyistä sivuvoimakokeista sileällä jäällä ja lumipolanteella. Kokeet tehtiin joko yhdellä tai kahdella renkaan kääntökulmalla siten, että sileällä jäällä tutkitut kääntökulmat olivat kaksi ja neljä astetta sekä polannetulla lumella kaksi

## TULOKSET

astetta. Sileän jään tuloksissa tulee kohdistaa huomio renkaiden välisiin suhteisiin, ei absoluuttisiin arvoihin, koska keliolosuhteet eivät eri renkaiden kääntökulmilla tehdyissä mittauksissa olleet vertailukelpoiset.

*Taulukko 10. Renkaiden mitatut sivuvoimat sileällä jäällä renkaan kahden ja neljän asteen kääntökulmilla 40 000 ajokilometrin jälkeen.*

kääntö- kulma	RENGAS			
	KOM	WIP	BLZ	NRW
2 astetta	5.10 kN	5.30 kN	4.62 kN	4.52 kN
4 astetta	4.65 kN	4.80 kN	4.37 kN	4.43 kN

Sileällä jäällä tehdyissä sivuvoimakokeissa nasta- ja kitkarenkaat erosivat omina ryhminään varsin selvästi toisistaan. Nastarenkailla mitatut sivuvoimat olivat renkaan kääntökulmasta riippuen keskimäärin 7 - 14 % suuremmat kuin kitkarenkailla siten, että kääntökulman muutos kahdesta asteesta neljään asteeseen pienensi nasta- ja kitkarenkaiden välisen eron mitattujen sivuvoimien osalta puoleen.

Polannetulla lumella nastarenkaiden ja kitkarenkaiden välinen ero oli mitattujen sivuvoimien osalta pieni, keskimäärin vain 1.7 %. Nasta- ja kitkarenkaat eivät ryhminä eronneet toisistaan kuten sileän jään sivuvoimakokeissa, vaan tulokset eri nasta- ja kitkarenkaiden osalta menivät osin ristiin.

*Taulukko 11. Renkaiden mitatut sivuvoimat polannetulla lumella renkaan kahden asteen kääntökulmalla 40 000 ajokilometrin jälkeen.*

kääntö- kulma	RENGAS			
	KOM	WIP	BLZ	NRW
2 astetta	4.80 kN	4.97 kN	4.67 kN	4.93 kN



## 4 TALVIEN 1993 - 94 JA 1994 - 95 TALVIRENGASTUTKIMUSTEN VERTAILU

Talvien 1993 - 94 ja 1994 - 95 talvirengastutkimuksissa vertailtiin eri talvirenkaiden kulumis- ja kitkaomaisuuksia ja niiden muutoksia. Talvirengastutkimuksilla oli kuitenkin omat tavoitteensa, minkä takia myös tutkimuksissa käytetyt menetelmät (ajotapa, pitokeet) erosivat selvästi toisistaan.

Talven 1993 - 94 rengastutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää markkinoillamme olevien nastojen ja nastattomien talvirenkaiden ominaisuuksia sekä niiden muuttumista kulumisen myötä. Vaikka tutkimuksessa kyettiin luotettavasti vertailemaan renkaiden ja nastojen kulumista, se ei tavanomaisesta ajosta poiketen luonteensa vuoksi (50 000 kilometriä vain tasaista maantieajoa) antanut mahdollisuutta vertailla nastarenkaiden ja kitkarenkaiden pitokyvyn muuttumista suhteessa toisiinsa. Normaalisti poikkeava ajotapa antoi epätavallisen pienen kuluman renkaille ja mikä ratkaisevinta, tutkittujen nastarenkaiden osalta nastaulkonemat jäivät pienemmäksi kuin mitä ne yleisesti ovat normaaliliikenteessä. Koska nastarenkaiden pitokyky riippuu oleellisesti nastojen ulkonemasta, tulee nasta- ja kitkarenkaiden vertaamista ryhminä talven 1993 - 94 tutkimustulosten perusteella välttää.

Talven 1994 - 95 talvirengastutkimuksen tavoitteena oli saada luotettava ja monipuolinen käsitys nasta- ja kitkarenkaiden pitokyvyn muuttumisesta ns. normaalissa ajossa, eli ajotavassa, joka antaa tavanomaisen kulumistuloksen ja nastaulkonema. Tavanomaiset kulumistulokset ja nastaulkonemat antava ajo suoritettiin siten, että 40 000 kulutusajokilometristä puolet oli maantieajoa ja puolet kaupunkiajtoa (ajoa, joka siihen liittyvine kiihdytyksineen, pysähdyksineen ja kaarreajoinen pyrkii nimenomaan suurentamaan nastaulkonemia).

Taulukossa 12 ja 13 on vertailtu keskenään eri talvirengastutkimuksesta saatuja tuloksia renkaiden ja nastojen kulumisen sekä nastojen kunnon suhteen. Vertailussa mukana olivat ne nastat ja talvirenkaat, jotka olivat mukana sekä talven 1993 - 94 että talven 1994 - 95 talvirengastutkimuksissa.

Tulokset osoittavat, että ns. normaaliajo rasitti renkaita ja nastoja selvästi enemmän kuin talven 1993 - 94 tutkimukseen liittynyt tasainen maantieajo. Hakkapeliitta 10 -renkaiden kulumisen kasvoi yli 50 % ja Bridgestone Blizakin liki kaksinkertaistui aikaisemman talven rengastutkimuksen tuloksiin verrattuna. Myös Nokia NRW:n osalta kuluma olisi ollut jonkun verran suurempi, jos renkailla olisi ajettu vielä 10 000 lisäkilometriä, eli yhtä paljon kuin edellisessä rengastutkimuksessa. On syytä kuitenkin korostaa, että kulumistulokset ei riipu ainoastaan ajotavasta ja ajomäärästä, vaan ajo-olosuhteilla, renkaiden kumiseoksien ja nastojen materiaalien osalta tapahtuvilla muutoksilla (kehitystyö) on oma merkityksensä niiden kulumiseen.

Taulukko 12. Renkaiden kuluminen (mm) talvien 1993 - 94 ja 1994 - 95 talvirengastutkimuksissa.

	talvi 1993-94 )			talvi 1994-95 **)		
	HP10	BLZ	NRW	HP10	BLZ	NRW
urasyvyys tutkim. alussa	9.6	9.9	8.4	9.6	9.6	8.3
urasyvyys tutkim. lopussa	8.1	7.7	6.4	7.3	4.2	6.3
kokonaiskuluminen	1.5	2.2	2.0	2.3	4.2	2.0

\*) kokonaisajomatka 50 000 km

\*\*) kokonaisajomatka 40 000 km

Ajotavan muutoksella oli merkittävä vaikutus nastojen kulumiseen ja irtoamisiin, kuten edellä jo todettiin. Kometa -nastat kuluivat talven 1994 - 95 tutkimuksessa aikaisemman talven tuloksiin verrattuna selvästi enemmän. Toisaalta WIPin kuluma selvästi pieneni, mikä selvästi viittaa nastan osalta tapahtuneeseen kehitystyöhön.

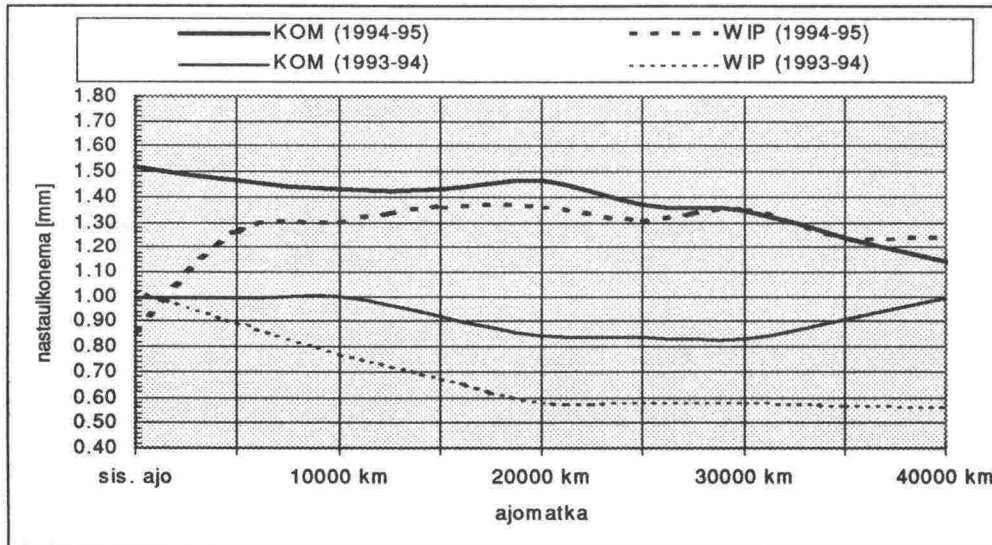
Taulukko 13. Nastojen kuluminen (mm) ja irronneiden nastojen lukumäärä talvien 1993 - 94 ja 1994 - 95 talvirengastutkimuksissa.

	talvi 1993-94 *)	talvi 1994-95 **)
WIPin kuluma	2.5 mm	1.6 mm
Kometan kuluma	1.4 mm	2.2 mm
irronneita nastoja	0 kpl	15 kpl

\*) kokonaisajomatka 50 000 km

\*\*) kokonaisajomatka 40 000 km

Merkittävin ja ehdottomasti tärkein ero kahden rengastutkimuksen välillä koski nastojen ulkonemia ja niiden muutoksia kulumisajon edistyessä (Kuva 15). Talven 1994 - 95 tutkimuksessa WIPin ja Kometan nastaulkonemat asettuivat tasolle, joka on tyypillistä normaaliliikenteessä olevissa autoissa. Koska nastarenkaiden pitokyky sileällä jäällä riippuu merkittävästi nastaulkonemasta, saatiin vasta talven 1994 - 95 rengastutkimuksessa luotettavat ja totuudenmukaiset tulokset nastarenkaiden pitokyvystä suhteessa kitkarenkaiden pitokykyyn.



Kuva 15. Kometan ja Nesspike WIPin nastaulkonemat kulutusajon eri vaiheissa talvien 1993 - 94 ja 1994 - 95 talvirengastutkimuksissa.

## 5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### Yleistä

Tutkimuksessa on selvitetty nastarenkaiden ja kitkarenkaiden pito-ominaisuuksien muuttumista ns. normaalissa ajossa, eli ajotavassa, joka antaa tavanomaisen kulumistuloksen ja nastaulkoneman. Tätä ajoa simuloitiin ajamalla puolet 40 000 kulutusajokilometristä maantiellä (reitillä Ivalo - Helsinki - Ivalo) ja puolet kaupungissa (Helsingissä). Tutkimuksen kulutusajosuus toteutettiin marraskuun ja tammikuun välisenä aikana talvella 1994 - 95.

Kulutusajoon valittiin neljä eri talvirengasvaihtoehtoa, kaksi nastarengasta ja kaksi kitkarengasta. Tutkitut nastarengaat olivat Nokian Hakkapeliitta 10 -renkaita Kometa ja Nesspike WIP -nastoilla nastoitettuna. Nastat edustivat edellisen talvirengastutkimuksen perusteella yleisempien nastojen joukossa ominaisuuksiltaan ääripäitä. Valitut kitkarengaat olivat puolestaan kyseisessä tutkimuksessa kitkarenkaiden ryhmässä parhaaksi osoittautunut Bridgestone Blizzak ja myydyimpiin talvirenkasiimme kuuluva Nokia NRW. Tutkittujen renkaiden koko oli 175/65R14. Kutakin valittua rengasvaihtoehtoa oli kulutusajossa mukana kaksi kappaletta.

Renkaiden kulutusajo ajettiin 5 000 km:n jaksoissa siten, että kullakin jaksolla oli yhtä paljon kaupunki- ja maantieajoa. Renkaita vaihdettiin etu- ja taka-akselien sekä kummankin auton välillä tasapuolisen kulumisen aikaansaamiseksi. Renkaiden pyörimissuuntaa ei tutkimuksen kuluessa vaihdettu, eli samat renkaat pysyivät kulutusajoa varten hankittujen kahden VW Vento 1.8 CL -henkilöautojen samoilla kyljillä koko tutkimuksen ajan.

Kulutusajo tapahtui muun liikenteen rytmin mukaisesti. Ajo ei ollut poikkeuksellisen varovaista, vaikka voimakkaat kiihdytykset, tahalliset luistot ja lukkojarrutukset olivatkin kiellettyjä. Ajon edistyessä olosuhteet (keli, lämpötila, ajonopeus) rekisteröitiin muistiin jatkuvasti. Ajetuista 40 000 kulutusajokilometristä yli puolet (59 %) ajettiin täysin paljaalla tien pinnalla. Tämä jakautui siten, että 35 % oli kuivan ja 24 % märän kelin ajoa. Lumisella tiepinnalla ajettiin 23 % ja jäisellä kelillä, eli silloin kun nastoista on merkittävää hyötyä pidon lisäajana, noin kymmenesosa (9 %) kokonaisajosuoritteesta.

### Mittaukset ja kokeet

Tutkittujen renkaiden kitkaominaisuuksien muutoksia seurattiin kulutusajon edistyessä viiden tuhannen kilometrin välein tehdyillä pitokokeilla. Pitokokeina olivat lukkojarrutus- ja kiihdytyskoe, jotka tehtiin ns. kahden pyörän menetelmällä sekä sileällä jäällä että polannetulla lumella. Viimeisten pitomittausten yhteydessä, 40 000 ajokilometrin jälkeen, tehtiin tutkituille renkailla vielä sivuvoimakoe sekä sileällä jäällä että lumipolanteella.

Ennen kulutuskokeen eri vaiheissa tehtyjä pitokokeita renkaista mitattiin urasyvyudet ja nastaulkonemat. Kulutusajon jälkeen mitattiin lisäksi nastojen kuluma.

### **Urasyvyudet, nastojen ulkonemat, pysyvyys ja kunto**

Urasyvyysmittaukset osoittivat, ettei auton vasemman- ja oikeanpuoleisten renkaiden kulumisessa tutkittujen renkaiden osalta ollut merkitseviä eroja; renkaat kuluivat mittaustarkkuuden puitteissa samaa tahtia. Tutkituista renkaista Bridgestone Blizzakin kokonaiskuluma 40 000 km:n ajossa oli selvästi suurin. Blizzak kului toiseen kittarenkaaseen, Nokia NRW:en verrattuna, yli kaksinkertaisesti. Blizzakin kokonaiskuluma oli 4.2 mm ja NRW:n 2.0 mm. WIP -nastoilla nastoitettujen HP10 -nastarenkaiden kuluma oli puolestaan 2.3 millimetriä ja Kometa -nastoitettujen 2.2 millimetriä. Ajon loputtua tutkittujen renkaiden alkuperäisestä urasyvyydestä oli jäljellä Blizzakin osalta 57 prosenttia. NRW:n ja kahden eri nastarenkkaan vastaavat arvot vaihtelivat välillä 76 - 78 %.

Renkaiden sisäänajon jälkeisissä mittauksissa, Nesspike WIPin ja Kometan nastaulkonemissa oli suuri ero (noin 0.7 mm), mutta ensimmäisen 5 000 km:n kulutusajojakson aikana WIPin ulkonema kasvoi voimakkaasti asetuen yhdessä Kometan kanssa tasolle, joka on yleistä liikenteessä olevissa autoissa. Kulutusajon keskivaiheilla nastojen ulkonemissa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Kometan ja WIPin nastaulkonemat vaihtelivat välillä 1.3 - 1.5 millimetriä siten, että suurimmillaan nastaulkonemat olivat molempien nastojen osalta 20 000 kilometrin mittauksissa. Tätä seuraavien kulutusajojaksojen aikana Kometan nastaulkonema alkoi pienentyä, kun taas WIP -nastojen ulkonema pysyi vielä varsin suurena aina 30 000 ajokilometriin saakka. Kulutusajon lopussa viimeisten 10 000 ajokilometrin aikana erityisesti Kometan osalta ulkonemien pieneneminen jatkui tasaisen voimakkaana myös kulutusajon loppuun saakka.

Nastojen pysyvyyttä renkaissa seurattiin renkaanvaihtojen ja nastaulkoneamittauten yhteydessä. Kulutusajon jälkeen yksittäisille nastoille tehtiin perusteellinen kuntoarvio.

Tutkimuksessa oli mukana kaikkiaan neljä nastarengasta. Kolmesta näistä irtosi nastoja kulutusajon aikana. Kahdesta renkaasta nastoja irtosi vain yksi kappale, mutta kolmannesta, rengasvaurion ajon aikana kokeneesta renkaasta kaikkiaan 13 nastaa. Normaaliin ajoon kuuluvat kiihdytykset, jarrutukset ja kaareajat rasittivat saatujen tulosten mukaan erityisesti autojen oikealla puolella pyörineiden renkaiden nastoja, jotka olivat selvästi huomattavasti kunnossa kuin vasemmanpuoleisten renkaiden nastat. Myös eri nastojen osalta todettiin selvä ero; WIPin osalta merkille pantavaa oli nastojen ja kumin välisen kiinnityksen löystyminen, sillä tutkimuksen päätteeksi WIP -nastoista heilui noin joka seitsemäs (15 %). Kometan osalta oli merkittävää taas nastojen irtoaminen oikeanpuoleisesta renkaasta. Pääosa näistä irtoamisista tapahtui rengasvaurion jälkeen.

Nastojen kuluminen todettiin irrottamalla kokeen jälkeen kustakin renkaasta 24 nastaa ja vertaamalla niiden pituutta alkuperäiseen 11 millimetrin pituiseen nastaan. Ajon jälkeen tehtyjen mittausten mukaan Kometan ja WIPin kulumisessa oli selvä ero. WIP -nastojen kuluma oli 1.6 millimetriä, kun taas Kometa -nastat kuuluivat keskimäärin 2.2 millimetriä. Nastojen kuluminen oli molempien nastojen osalta voimakkainta renkaiden sisäaurissa.

### **Pitokokeiden tulokset**

Pitokokeiden osalta selvitettiin nastarenkaiden ja kitkarenkaiden keskinäinen paremmuus 40 000 kilometrin kulutuskokeen eri vaiheissa. Tuloksissa nastarenkaat ja kitkarenkaat käsiteltiin omina ryhminään, mikä tarkoittaa, että nastarenkaiden ja kitkarenkaiden ryhmää koskevat tulokset ovat kahden kitkarenkaan ja kahden nastarenkaan tulosten keskiarvoja.

Kitka- ja nastarenkaiden tuloksia arvioitaessa on tärkeimmäksi ominaisuudeksi laskettava renkaiden pitokyky kaikkein pahimmassa mahdollisessa kelissä, eli liukkaalla jääpinnalla.

Sileän jään lukkojarrutuskokeissa nastarenkaat olivat tutkimuksen kaikissa vaiheissa selvästi kitkarenkaita pitävämmät. Nastarenkaiden pitokyky liukkaalla jäällä riippui kulutuskokeen puoleen väliin saakka ratkaisevasti nastojen ulkonemasta. Normaalia ajotapaa simuloivassa kulutusajossa nastarenkaat säilyttivät liukkaalla jäällä hyvän pitokykynsä noin 25 000 kulutusajokilometriin saakka, jonka jälkeen nastarenkaiden pitokyky nastakunnon huonotessa selvästi huononi. Kiihdytyskokeiden tulokset noudattivat pääpiirteissään lukkojarrutuskokeista saatuja tuloksia.

Ensimmäisessä mittauksessa, renkaiden sisäänajon jälkeen, kitkarenkaiden jarrutusmatka oli 27 % pidempi uusiin nastarenkasiin verrattuna. Ajon edistyessä nastarenkaiden ja kitkarenkaiden välinen pitoero kasvoi nopeasti johtuen eritoten WIP -nastojen ulkonemien kasvusta. Parhaimmillaan nastarenkaat olivat suhteessa kitkarenkasiin kulutusajon puolella välissä 15 - 25 000 kulutusajokilometrin jälkeen, jolloin kitkarenkaiden jarrutusmatkat olivat yli puolta pidemmät (55 - 60 %) nastarenkasiin verrattuna.

Nastarenkaat näyttivät sileän jään lukkojarrutus- ja kiihdytyskokeiden tulosten perusteella selvästi menettävän pitokykyään 25 000 kulutuskilometrin jälkeen. Kuitenkin kulutusajon lopussa, 40 000 ajokilometrin jälkeen, huonokuntoiset nastarenkaat (nastojen toimivuuden kannalta arvioituna) olivat edelleen selvästi kitkarenkaita paremmat. Esimerkiksi kitkarenkaiden jarrutusmatkat olivat sileällä jäällä keskimäärin yhä neljänneksen pidemmät nastarenkasiin verrattuna.

Kitkarenkaiden sileän jään pito-ominaisuuksiin vaikutti nastarenkaita enemmän jääpinnan laatu (pinnan karkeus). Koska kulutusajon eri vaiheissa keliolot vaihtelivat, oli tällä jossakin määrin merkitystä myös nasta- ja kitkarenkaiden väliseen pitoeroon. Tuloksissa tämä näkyi kitkarenkaiden pitoky-

kyä esittävän kuvaajan lievänä 'vaeltamisena'. Sileän jään pitokokeista saatujen tulosten tulkinnan kannalta tällä ei ollut kuitenkaan merkitystä.

Sileällä jäällä tehtyjen pitokokeiden osalta ei ole huomioitu renkaiden vanhenemisesta aiheutuva tekijää, eli sitä, että rengas aikaa myöten kovee ja muuttuu liukkaammaksi. Tämän tekijän huomioon ottaminen olisi mitä todennäköisemmin merkinnyt, että nastarenkaiden ja kitkarenkaiden pitoero olisi kulutusajon edistyessä ollut vieläkin suurempi. Tämä johtuu siitä, että kitkarengaista poiketen nastarenkaiden nastat kompensoivat kumiseoksen vanhenemisestä johtuvaa pitokyvyn heikkenemistä.

Polannetulla lumella tehdyt pitokokeet osoittivat, ettei nastarenkaiden ja kitkarenkaiden välillä ole käytännön eroa. Lukkojarrutuskokeissa nasta- ja kitkarenkaiden välien ero jarrutusmatkojen pituudessa oli pääosassa tehdyistä mittauksista hyvin pieni, keskimäärin 2 %. Kiihdytyskokeissa nasta- ja kitkarenkaiden välinen pitoero oli jonkun verran suurempi kuin jarrutuskokeissa, mutta kun tarkastellaan kiihdytys- ja lukkojarrutuskokeita yhdessä, menivät tulokset pääosin ristiin.

Polannetulla lumella saadut tulokset riippuivat merkittävästi lumipolanteen laadusta, mm. pinnan kovuudesta. Kun pitokokeita tehtiin useaan eri otteeseen, oli käytännössä täysin mahdotonta luoda olosuhteita, jotka vastasivat aikaisemmin tehtyjen kokeiden olosuhteita. Tämä näkyi tuloksissa siten, että lumipinnan laatu vaikutti esimerkiksi jarrutusmatkaan enemmän kuin mitä renkaiden väliset erot olivat suurimmillaan.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- /1/ Mäkelä, Timo., Antila, Jukka. Nastatutkimus 1992. Test World Oy.
- /2/ Saastamoinen, K., Heinijoki, H. Talvirengastutkimus. Talvirenkaiden käyttö ja kunto sekä kuljettajien arviot talvirenkaistaan talvikaudella 1992-93. Helsinki 1993. Liikenteen palvelukeskus. Tielaitoksen selvityksiä 45/1993.



## LIITELUETTELO

1. Tutkimuksen ajopäiväkirja ja renkaanvaihtolista.
2. Renkaiden kuntoseuranta.
- 3-11. Tulokset pitokokeista sileällä jäällä ja polannetulla lumella.

## Tutkimuksen ajopäiväkirja ja renkaanvaihtolista.

PVM	AJOREITTI	AJO-MATKA [km]	KOKONAIS-MATKA [km]	AUTOJEN RENGASTUS			
				sin. Vento		valk. Vento	
				etu-akseli	taka-akseli	etu-akseli	taka-akseli
3.11.94	renkaiden sisäänajo		1156				
5.11.94	Ivalo - Kärsämäki	630	1786	nrw	blz	kom	wip
5.11.94	Kärsämäki - Helsinki	615	2401	blz	nrw	wip	kom
6.11.94	kaupunkiajo 1	250	2651	kom	wip	blz	nrw
6.11.94	kaupunkiajo 2	250	2901	wip	kom	nrw	blz
7.11.94	kaupunkiajo 3	252	3153	blz	nrw	kom	wip
7.11.94	kaupunkiajo 4	257	3410	nrw	blz	wip	kom
8.11.94	kaupunkiajo 5	242	3652	kom	wip	blz	nrw
8.11.94	kaupunkiajo 6	247	3899	wip	kom	nrw	blz
9.11.94	kaupunkiajo 7	256	4155	blz	nrw	kom	wip
9.11.94	kaupunkiajo 8	260	4415	nrw	blz	wip	kom
10.11.94	kaupunkiajo 9	247	4662	kom	wip	blz	nrw
10.11.94	kaupunkiajo 10	241	4903	wip	kom	nrw	blz
11.11.94	Helsinki - Rantsila	577	5480	blz	nrw	kom	wip
11.11.94	Rantsila - Ivalo	579	6059	nrw	blz	wip	kom
14.11.94	Ivalo - Rantsila	597	6656	kom	wip	blz	nrw
14.11.94	Rantsila - Helsinki	703	7359	wip	kom	nrw	blz
14.11.94	kaupunkiajo 1	249	7608	blz	nrw	kom	wip
15.11.94	kaupunkiajo 2	255	7863	nrw	blz	wip	kom
15.11.94	kaupunkiajo 3	252	8115	kom	wip	blz	nrw
16.11.94	kaupunkiajo 4	252	8367	wip	kom	nrw	blz
16.11.94	kaupunkiajo 5	244	8611	blz	nrw	kom	wip
16.11.94	kaupunkiajo 6	250	8861	nrw	blz	wip	kom
17.11.94	kaupunkiajo 7	245	9106	kom	wip	blz	nrw
18.11.94	kaupunkiajo 8	248	9354	wip	kom	nrw	blz
18.11.94	kaupunkiajo 9	248	9602	blz	nrw	kom	wip
19.11.94	kaupunkiajo 10	256	9858	nrw	blz	wip	kom
20.11.94	Helsinki - Rantsila	566	10424	kom	wip	blz	nrw
20.11.94	Rantsila - Ivalo	573	10997	wip	kom	nrw	blz
24.11.94	Ivalo - Rantsila	597	11594	blz	nrw	kom	wip
24.11.94	Rantsila - Helsinki	559	12153	nrw	blz	wip	kom
24.11.94	kaupunkiajo 1	249	12402	kom	wip	blz	nrw
25.11.94	kaupunkiajo 2	254	12656	wip	kom	nrw	blz
25.11.94	kaupunkiajo 3	257	12913	blz	nrw	kom	wip
26.11.94	kaupunkiajo 4	258	13171	nrw	blz	wip	kom
27.11.94	kaupunkiajo 5	250	13421	kom	wip	blz	nrw
28.11.94	kaupunkiajo 6	255	13676	wip	kom	nrw	blz
28.11.94	kaupunkiajo 7	251	13927	blz	nrw	kom	wip
29.11.94	kaupunkiajo 8	250	14177	nrw	blz	wip	kom

LIITE 1/2

PVM	AJOREITTI	AJO- MATKA [km]	KOKONAI- MATKA [km]	AUTOJEN RENGASTUS			
				sin. Vento		valk. Vento	
				etu- akseli	taka- akseli	etu- akseli	taka- akseli
30.11.94	kaupunkiajo 9	247	14424	kom	wip	blz	nrw
30.11.94	kaupunkiajo 10	230	14654	wip	kom	nrw	blz
1.12.94	Helsinki - Rantsila	560	15214	blz	nrw	kom	wip
1.12.94	Rantsila - Ivalo	579	15793	nrw	blz	wip	kom
5.12.94	Ivalo - Rantsila	591	16384	kom	wip	blz	nrw
5.12.94	Rantsila - Helsinki	557	16941	wip	kom	nrw	blz
6.12.94	kaupunkiajo 1	251	17192	blz	nrw	kom	wip
6.12.94	kaupunkiajo 2	250	17442	nrw	blz	wip	kom
7.12.94	kaupunkiajo 3	252	17694	kom	wip	blz	nrw
7.12.94	kaupunkiajo 4	251	17945	wip	kom	nrw	blz
8.12.94	kaupunkiajo 5	249	18194	blz	nrw	kom	wip
8.12.94	kaupunkiajo 6	252	18446	nrw	blz	wip	kom
9.12.94	kaupunkiajo 7	252	18698	kom	wip	blz	nrw
9.12.94	kaupunkiajo 8	253	18951	wip	kom	nrw	blz
10.12.94	kaupunkiajo 9	247	19198	blz	nrw	kom	wip
10.12.94	kaupunkiajo 10	243	19441	nrw	blz	wip	kom
11.12.94	Helsinki - Rantsila	564	20005	kom	wip	blz	nrw
11.12.94	Rantsila - Ivalo	578	20583	wip	kom	nrw	blz
16.12.94	Ivalo - Rantsila	581	21164	blz	nrw	kom	wip
16.12.94	Rantsila - Helsinki	561	21725	nrw	blz	wip	kom
16.12.94	kaupunkiajo 1	266	21991	wip	kom	blz	nrw
17.12.94	kaupunkiajo 2	250	22241	kom	wip	nrw	blz
18.12.94	kaupunkiajo 3	250	22491	blz	nrw	kom	wip
18.12.94	kaupunkiajo 4	247	22738	nrw	blz	wip	kom
18.12.94	kaupunkiajo 5	254	22992	wip	kom	blz	nrw
19.12.94	kaupunkiajo 6	249	23241	kom	wip	nrw	blz
19.12.94	kaupunkiajo 7	249	23490	blz	nrw	kom	wip
20.12.94	kaupunkiajo 8	252	23742	nrw	blz	wip	kom
22.12.94	kaupunkiajo 9	247	23989	wip	kom	blz	nrw
22.12.94	kaupunkiajo 10	247	24236	kom	wip	nrw	blz
26.12.94	Helsinki - Rantsila	559	24795	blz	nrw	kom	wip
26.12.94	Rantsila - Ivalo	579	25374	nrw	blz	wip	kom
29.12.94	Ivalo - Rantsila	576	25950	wip	kom	blz	nrw
29.12.94	Rantsila - Helsinki	616	26566	kom	wip	nrw	blz
29.12.94	kaupunkiajo 1	251	26817	blz	nrw	kom	wip
30.12.94	kaupunkiajo 2	251	27068	nrw	blz	wip	kom
31.12.94	kaupunkiajo 3	254	27322	wip	kom	blz	nrw
1.1.95	kaupunkiajo 4	247	27569	kom	wip	nrw	blz
2.1.95	kaupunkiajo 5	250	27819	blz	nrw	kom	wip

PVM	AJOREITTI	AJO- MATKA [km]	KOKONAI- MATKA [km]	AUTOJEN RENGASTUS			
				sin. Vento		valk. Vento	
				etu- akseli	taka- akseli	etu- akseli	taka- akseli
2.1.95	kaupunkiajo 6	248	28067	nrv	blz	wip	kom
2.1.95	kaupunkiajo 7	245	28312	wip	kom	blz	nrv
2.1.95	kaupunkiajo 8	250	28562	kom	wip	nrv	blz
3.1.95	kaupunkiajo 9	250	28812	blz	nrv	kom	wip
3.1.95	kaupunkiajo 10	251	29063	nrv	blz	wip	kom
4.1.95	Helsinki - Rantsila	558	29621	wip	kom	blz	nrv
4.1.95	Rantsila - Ivalo	582	30203	kom	wip	nrv	blz
6.1.95	Ivalo - Rantsila	594	30797	blz	nrv	kom	wip
6.1.95	Rantsila - Helsinki	562	31359	nrv	blz	wip	kom
6.1.95	kaupunkiajo 1	232	31591	kom	wip	blz	nrv
9.1.95	kaupunkiajo 2	250	31841	wip	kom	nrv	blz
9.1.95	kaupunkiajo 3	251	32092	blz	nrv	kom	wip
10.1.95	kaupunkiajo 4	259	32351	nrv	blz	wip	kom
10.1.95	kaupunkiajo 5	250	32601	kom	wip	blz	nrv
11.1.95	kaupunkiajo 6	246	32847	wip	kom	nrv	blz
11.1.95	kaupunkiajo 7	247	33094	blz	nrv	kom	wip
11.1.95	kaupunkiajo 8	252	33346	nrv	blz	wip	kom
12.1.95	kaupunkiajo 9	249	33595	kom	wip	blz	nrv
12.1.95	kaupunkiajo 10	258	33853	wip	kom	nrv	blz
13.1.95	Helsinki - Rantsila	593	34446	blz	nrv	kom	wip
13.1.95	Rantsila - Ivalo	512	34958	nrv	blz	wip	kom
16.1.95	Ivalo - Rantsila	607	35565	kom	wip	blz	nrv
16.1.95	Rantsila - Helsinki	568	36133	wip	kom	nrv	blz
16.1.95	kaupunkiajo 1	254	36387	blz	nrv	kom	wip
17.1.95	kaupunkiajo 2	249	36636	nrv	blz	wip	kom
17.1.95	kaupunkiajo 3	248	36884	kom	wip	blz	nrv
17.1.95	kaupunkiajo 4	254	37138	wip	kom	nrv	blz
18.1.95	kaupunkiajo 5	250	37388	blz	nrv	kom	wip
20.1.95	kaupunkiajo 6	247	37635	nrv	blz	wip	kom
20.1.95	kaupunkiajo 7	250	37885	kom	wip	blz	nrv
21.1.95	kaupunkiajo 8	251	38136	wip	kom	nrv	blz
22.1.95	kaupunkiajo 9	243	38379	blz	nrv	kom	wip
23.1.95	kaupunkiajo 10	266	38645	nrv	blz	wip	kom
25.1.95	Helsinki - Kajaani	691	39336	kom	wip	blz	nrv
25.1.95	Kajaani - Ivalo	687	40023	wip	kom	nrv	blz

## Renkaiden kuntoseuranta.

PVM	AJOREITTI	AJO-MATKA [km]	KOKONAIS-MATKA [km]	RENKAIDEN KUNTOSEURANTA
3.11.94	renkaiden sisäänajo		1156	
5.11.94	Ivalo - Kärsämäki	630	1786	
5.11.94	Kärsämäki - Helsinki	615	2401	
6.11.94	kaupunkiajo 1	250	2651	
6.11.94	kaupunkiajo 2	250	2901	
7.11.94	kaupunkiajo 3	252	3153	
7.11.94	kaupunkiajo 4	257	3410	
8.11.94	kaupunkiajo 5	242	3652	
8.11.94	kaupunkiajo 6	247	3899	
9.11.94	kaupunkiajo 7	256	4155	
9.11.94	kaupunkiajo 8	260	4415	
10.11.94	kaupunkiajo 9	247	4662	
10.11.94	kaupunkiajo 10	241	4903	
11.11.94	Helsinki - Rantsila	577	5480	
11.11.94	Rantsila - Ivalo	579	6059	
14.11.94	Ivalo - Rantsila	597	6656	
14.11.94	Rantsila - Helsinki	703	7359	
14.11.94	kaupunkiajo 1	249	7608	
15.11.94	kaupunkiajo 2	255	7863	
15.11.94	kaupunkiajo 3	252	8115	
16.11.94	kaupunkiajo 4	252	8367	
16.11.94	kaupunkiajo 5	244	8611	
16.11.94	kaupunkiajo 6	250	8861	
17.11.94	kaupunkiajo 7	245	9106	
18.11.94	kaupunkiajo 8	248	9354	
18.11.94	kaupunkiajo 9	248	9602	
19.11.94	kaupunkiajo 10	256	9858	
20.11.94	Helsinki - Rantsila	566	10424	
20.11.94	Rantsila - Ivalo	573	10997	
24.11.94	Ivalo - Rantsila	597	11594	
24.11.94	Rantsila - Helsinki	559	12153	
24.11.94	kaupunkiajo 1	249	12402	
25.11.94	kaupunkiajo 2	254	12656	
25.11.94	kaupunkiajo 3	257	12913	
26.11.94	kaupunkiajo 4	258	13171	
27.11.94	kaupunkiajo 5	250	13421	
28.11.94	kaupunkiajo 6	255	13676	
28.11.94	kaupunkiajo 7	251	13927	
29.11.94	kaupunkiajo 8	250	14177	

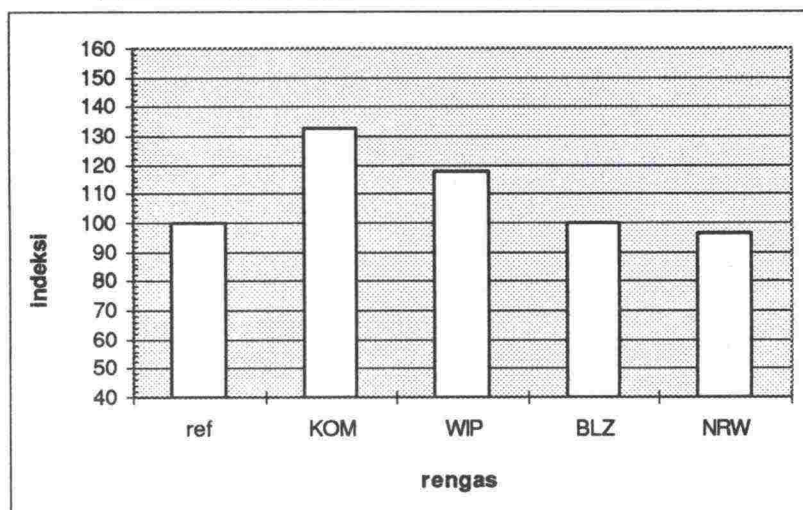
LIITE 2/2

PVM	AJOREITTI	AJO-MATKA [km]	KOKONAIS-MATKA [km]	RENKAIDEN KUNTOSEURANTA
30.11.94	kaupunkiajo 9	247	14424	
30.11.94	kaupunkiajo 10	230	14654	
1.12.94	Helsinki - Rantsila	560	15214	
1.12.94	Rantsila - Ivalo	579	15793	
5.12.94	Ivalo - Rantsila	591	16384	
5.12.94	Rantsila - Helsinki	557	16941	
6.12.94	kaupunkiajo 1	251	17192	
6.12.94	kaupunkiajo 2	250	17442	
7.12.94	kaupunkiajo 3	252	17694	
7.12.94	kaupunkiajo 4	251	17945	
8.12.94	kaupunkiajo 5	249	18194	
8.12.94	kaupunkiajo 6	252	18446	
9.12.94	kaupunkiajo 7	252	18698	
9.12.94	kaupunkiajo 8	253	18951	
10.12.94	kaupunkiajo 9	247	19198	
10.12.94	kaupunkiajo 10	243	19441	1 nasta irti (KOM, oikea)
11.12.94	Helsinki - Rantsila	564	20005	
11.12.94	Rantsila - Ivalo	578	20583	
16.12.94	Ivalo - Rantsila	581	21164	
16.12.94	Rantsila - Helsinki	561	21725	
16.12.94	kaupunkiajo 1	266	21991	
17.12.94	kaupunkiajo 2	250	22241	
18.12.94	kaupunkiajo 3	250	22491	
18.12.94	kaupunkiajo 4	247	22738	
18.12.94	kaupunkiajo 5	254	22992	1 nasta irti (KOM, oikea)
19.12.94	kaupunkiajo 6	249	23241	
19.12.94	kaupunkiajo 7	249	23490	
20.12.94	kaupunkiajo 8	252	23742	
22.12.94	kaupunkiajo 9	247	23989	1 nasta irti (WIP, oikea)
22.12.94	kaupunkiajo 10	247	24236	
26.12.94	Helsinki - Rantsila	559	24795	
26.12.94	Rantsila - Ivalo	579	25374	
29.12.94	Ivalo - Rantsila	576	25950	
29.12.94	Rantsila - Helsinki	616	26566	
29.12.94	kaupunkiajo 1	251	26817	
30.12.94	kaupunkiajo 2	251	27068	
31.12.94	kaupunkiajo 3	254	27322	
1.1.95	kaupunkiajo 4	247	27569	
2.1.95	kaupunkiajo 5	250	27819	1 nasta irti (KOM, oikea; KOM, vasen)

PVM	AJOREITTI	AJO- MATKA [km]	KOKONAIS- MATKA [km]	RENKAIDEN KUNTOSEURANTA
2.1.95	kaupunkiajo 6	248	28067	
2.1.95	kaupunkiajo 7	245	28312	
2.1.95	kaupunkiajo 8	250	28562	
3.1.95	kaupunkiajo 9	250	28812	
3.1.95	kaupunkiajo 10	251	29063	
4.1.95	Helsinki - Rantsila	558	29621	
4.1.95	Rantsila - Ivalo	582	30203	
8.1.95	Ivalo - Rantsila	594	30797	
8.1.95	Rantsila - Helsinki	562	31359	
8.1.95	kaupunkiajo 1	232	31591	KOM-renkaat ajettu terävään monttuun
9.1.95	kaupunkiajo 2	250	31841	
9.1.95	kaupunkiajo 3	251	32092	
10.1.95	kaupunkiajo 4	259	32351	
10.1.95	kaupunkiajo 5	250	32601	
11.1.95	kaupunkiajo 6	246	32847	
11.1.95	kaupunkiajo 7	247	33094	
11.1.95	kaupunkiajo 8	252	33346	
12.1.95	kaupunkiajo 9	249	33595	KOM, oikea tyhjentyi äkisti ajossa
12.1.95	kaupunkiajo 10	258	33853	
13.1.95	Helsinki - Rantsila	593	34446	1 nastaa irti (KOM, oikea)
13.1.95	Rantsila - Ivalo	512	34958	
16.1.95	Ivalo - Rantsila	607	35565	3 nastaa irti (KOM, oikea)
16.1.95	Rantsila - Helsinki	568	36133	2 nastaa irti (KOM, oikea)
16.1.95	kaupunkiajo 1	254	36387	1 nastaa irti (KOM, oikea)
17.1.95	kaupunkiajo 2	249	36636	
17.1.95	kaupunkiajo 3	248	36884	
17.1.95	kaupunkiajo 4	254	37138	
18.1.95	kaupunkiajo 5	250	37388	
20.1.95	kaupunkiajo 6	247	37635	
20.1.95	kaupunkiajo 7	250	37885	
21.1.95	kaupunkiajo 8	251	38136	
22.1.95	kaupunkiajo 9	243	38379	
23.1.95	kaupunkiajo 10	266	38645	
25.1.95	Helsinki - Kajaani	691	39336	
25.1.95	Kajaani - Ivalo	687	40023	mitt. jälkeen 3 nastaa irti (KOM, oikea)

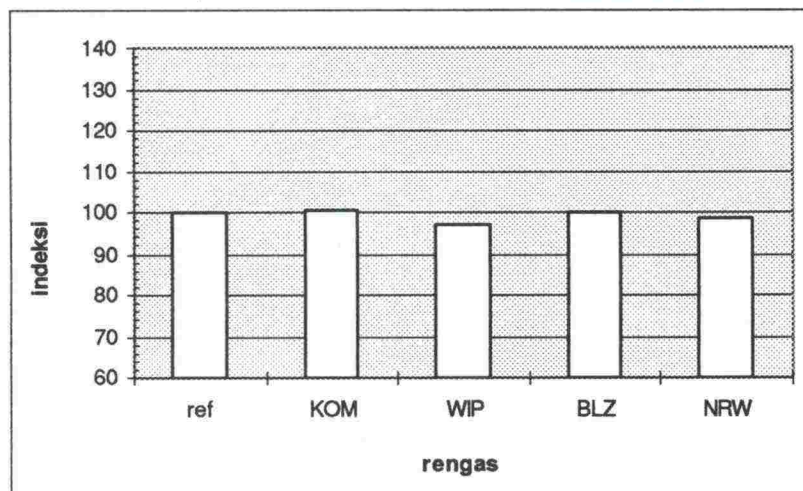
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, sileä jää, 1 000 km

rengas	nastaul- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 30 - 5 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	32.8	100
HP10, KOM	1.52	9.6	24.7	133
HP10, WIP	0.85	9.6	27.9	118
BLZ	-	9.6	32.8	100
NRW	-	8.3	33.9	97



## Lukkojarrutuskokeen tulokset, polannettu lumi, 1 000 km

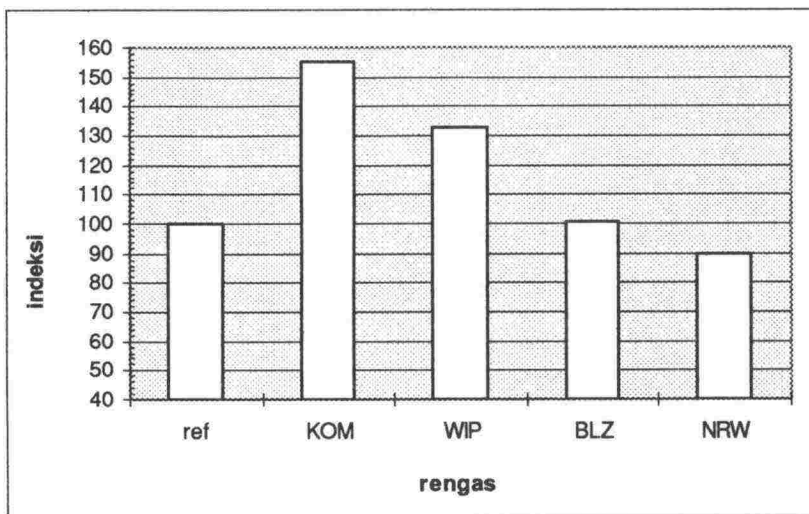
rengas	nastaul- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 40 - 10 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	22.8	100
HP10, KOM	1.52	9.6	22.8	100
HP10, WIP	0.85	9.6	23.6	97
BLZ	-	9.6	22.8	100
NRW	-	8.3	23.2	98





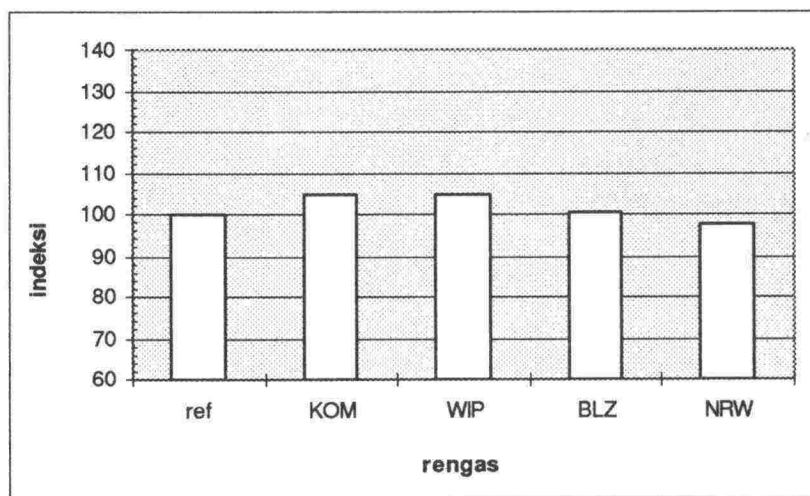
**Kiihdytyskokeen tulokset, sileä jää, 1 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 25 km/h [s]	indeksi
Ref2	-	9.6	11.30	100
HP10, KOM	1.52	9.6	7.31	155
HP10, WIP	0.85	9.6	8.58	132
BLZ	-	9.6	11.32	100
NRW	-	8.3	12.61	90



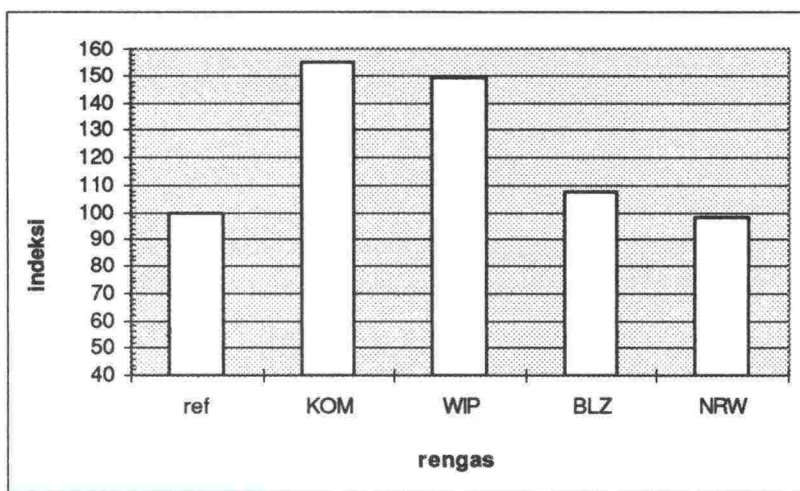
**Kiihdytyskokeen tulokset, polannettu lumi, 1 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 35 km/h [s]	indeksi
Ref	-	9.6	7.19	100
HP10, KOM	1.52	9.6	6.85	105
HP10, WIP	0.85	9.6	6.85	105
BLZ	-	9.6	7.16	100
NRW	-	8.3	7.37	98



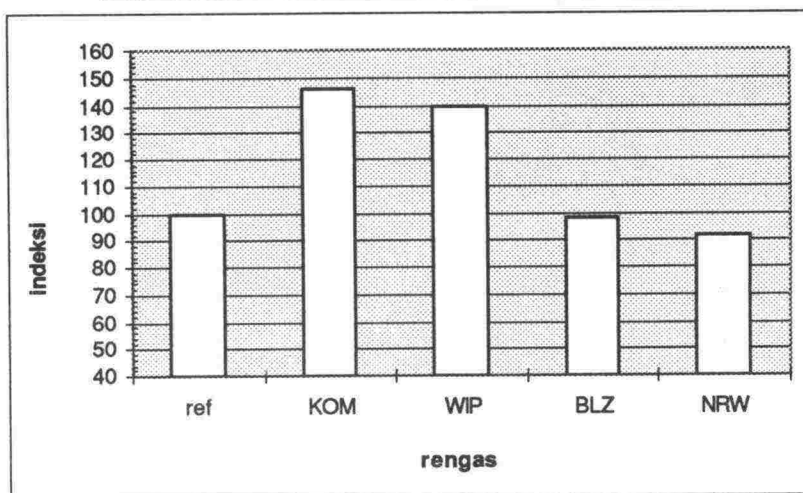
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, sileä jää, 5 000 km

rengas	nastaul- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 30 - 5 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	45.2	100
HP10, KOM	1.46	9.2	29.1	155
HP10, WIP	1.26	9.2	30.3	149
BLZ	-	8.5	42.1	107
NRW	-	7.9	45.7	99



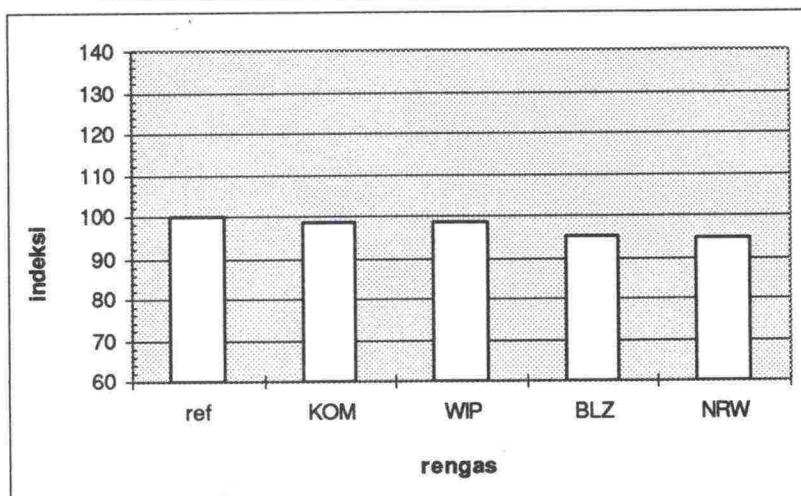
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, sileä jää, 10 000 km

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	jarr.matka 30 - 5 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	34.9	100
HP10, KOM	1.43	8.8	23.9	146
HP10, WIP	1.30	8.8	25.0	140
BLZ	-	8.0	35.7	98
NRW	-	7.5	38.0	92



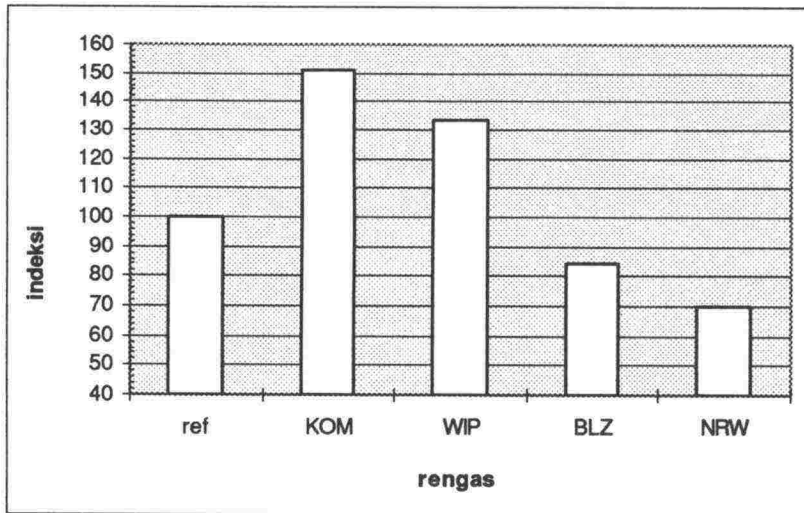
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, polannettu lumi, 10 000 km

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	jarr.matka 40 - 10 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	22.3	100
HP10, KOM	1.43	8.8	22.6	98
HP10, WIP	1.30	8.8	22.6	98
BLZ	-	8.0	23.4	95
NRW	-	7.5	23.5	95



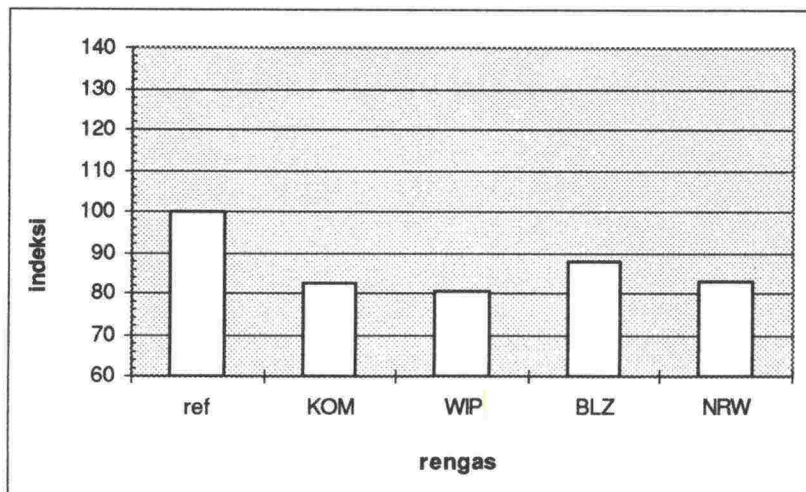
**Kiihdytyskokeen tulokset, sileä jää, 10 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 25 km/h [s]	indeksi
Ref2	-	9.6	12.37	100
HP10, KOM	1.43	8.8	8.19	151
HP10, WIP	1.30	8.8	9.26	134
BLZ	-	8.0	14.73	84
NRW	-	7.5	17.66	70



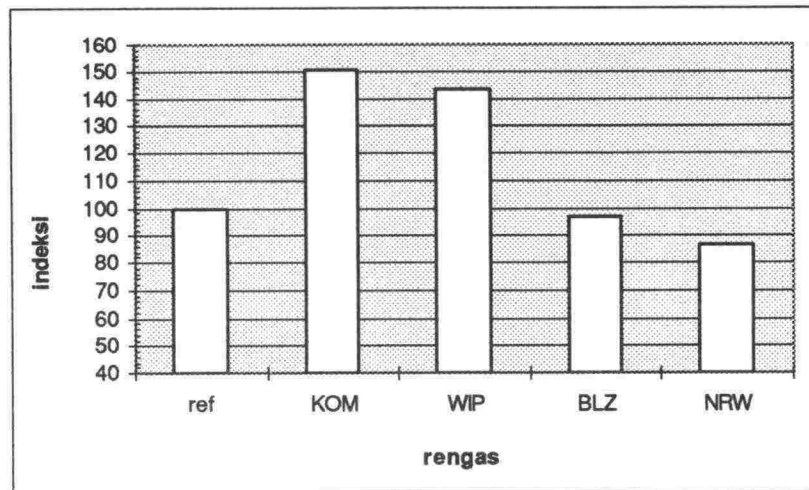
**Kiihdytyskokeen tulokset, polannettu lumi, 10 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 35 km/h [s]	indeksi
Ref	-	9.6	4.99	100
HP10, KOM	1.43	8.8	6.06	82
HP10, WIP	1.30	8.8	6.19	81
BLZ	-	8.0	5.67	88
NRW	-	7.5	6.02	83



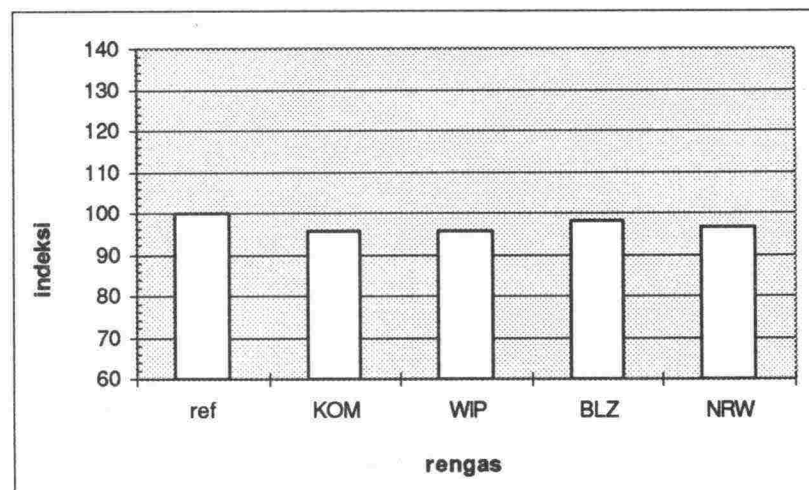
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, sileä jää, 15 000 km

rengas	nastau- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 30 - 5 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	45.7	100
HP10, KOM	1.43	8.5	30.3	151
HP10, WIP	1.36	8.4	31.9	143
BLZ	-	7.4	47.2	97
NRW	-	7.2	53.0	86



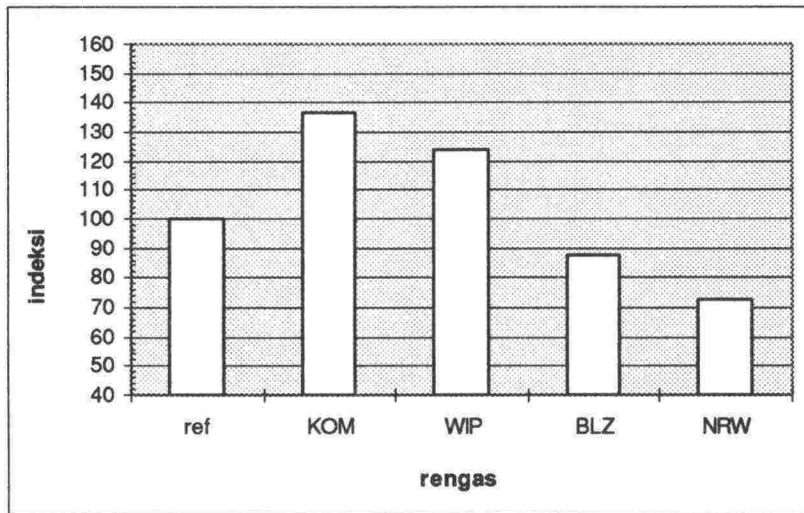
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, polannettu lumi, 15 000 km

rengas	nastau- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 40 - 10 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	18.9	100
HP10, KOM	1.43	8.5	19.7	96
HP10, WIP	1.36	8.4	19.7	96
BLZ	-	7.4	19.3	98
NRW	-	7.2	19.5	97



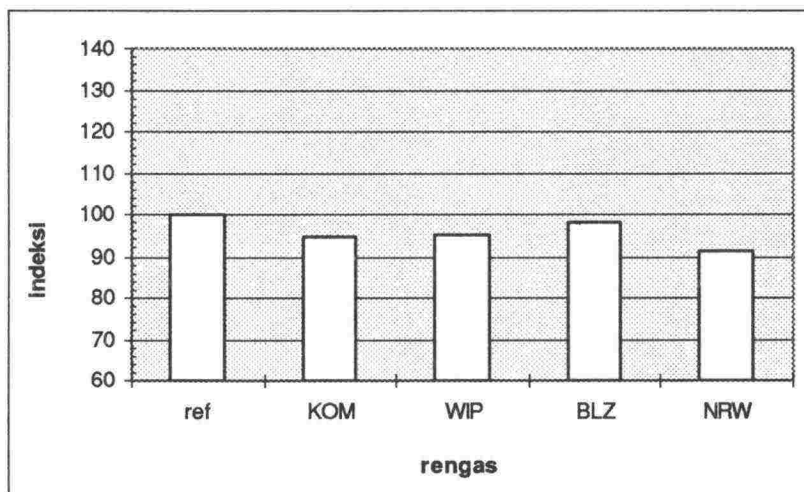
**Kiihdytyskokeen tulokset, sileä jää, 15 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 25 km/h [s]	indeksi
Ref2	-	9.6	8.92	100
HP10, KOM	1.43	8.5	6.53	137
HP10, WIP	1.36	8.4	7.17	124
BLZ	-	7.4	10.19	88
NRW	-	7.2	12.23	73



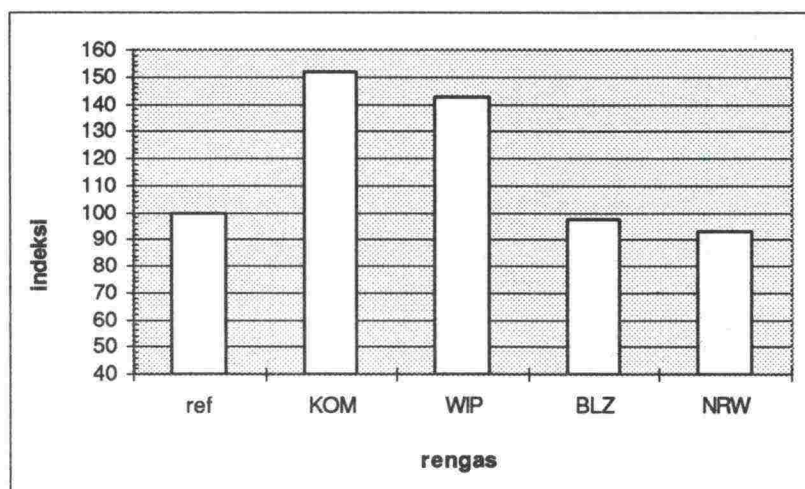
**Kiihdytyskokeen tulokset, polannettu lumi, 15 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 30 km/h [s]	indeksi
Ref	-	9.6	3.70	100
HP10, KOM	1.43	8.5	3.91	95
HP10, WIP	1.36	8.4	3.90	95
BLZ	-	7.4	3.77	98
NRW	-	7.2	4.06	91



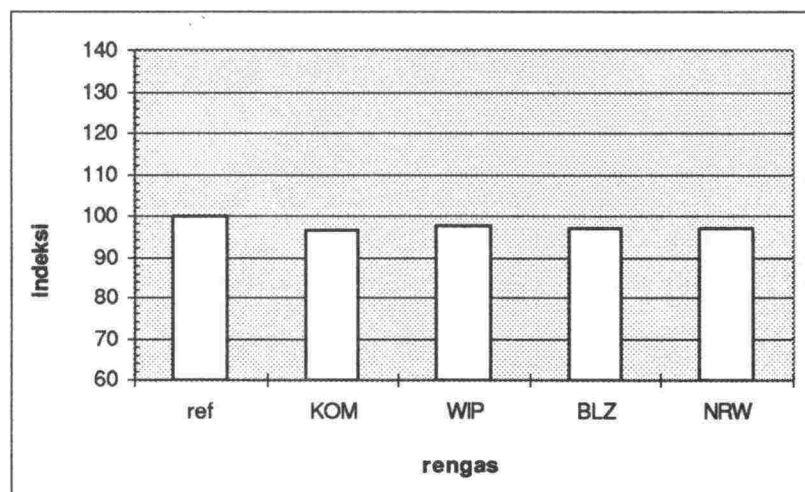
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, sileä jää, 20 000 km

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	jarr.matka 30 - 5 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	52.4	100
HP10, KOM	1.46	8.2	34.4	152
HP10, WIP	1.36	8.2	36.7	143
BLZ	-	6.9	53.9	97
NRW	-	7.0	56.3	93



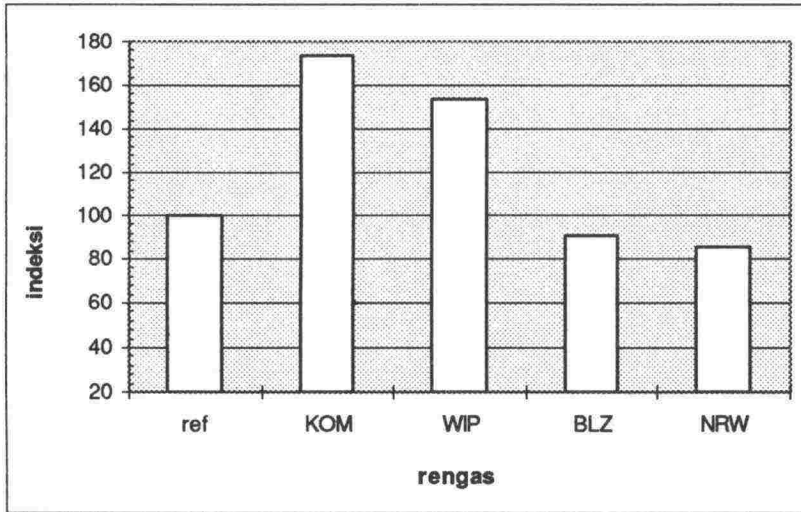
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, polannettu lumi, 20 000 km

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	jarr.matka 40 - 10 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	25.1	100
HP10, KOM	1.46	8.2	26.0	97
HP10, WIP	1.36	8.2	25.8	97
BLZ	-	6.9	25.9	97
NRW	-	7.0	25.9	97



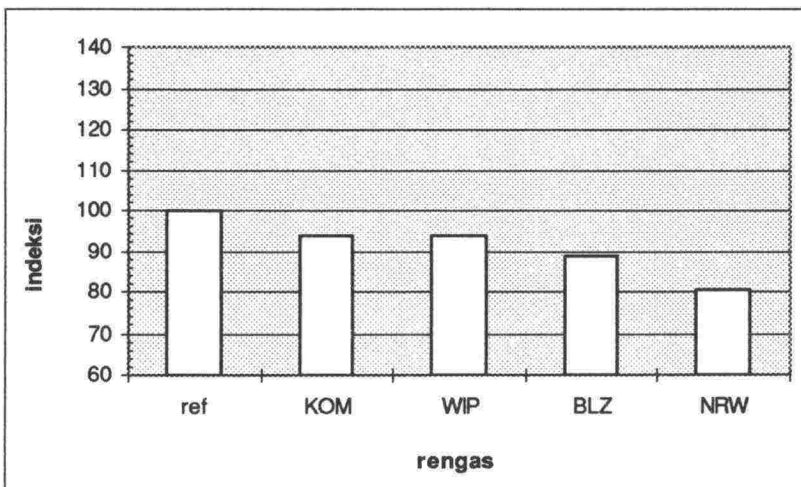
**Kiihdytyskokeen tulokset, sileä jää, 20 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 25 km/h [s]	indeksi
Ref2	-	9.6	11.31	100
HP10, KOM	1.46	8.2	6.53	173
HP10, WIP	1.36	8.2	7.35	154
BLZ	-	6.9	12.40	91
NRW	-	7.0	13.18	86



**Kiihdytyskokeen tulokset, polannettu lumi, 20 000 km**

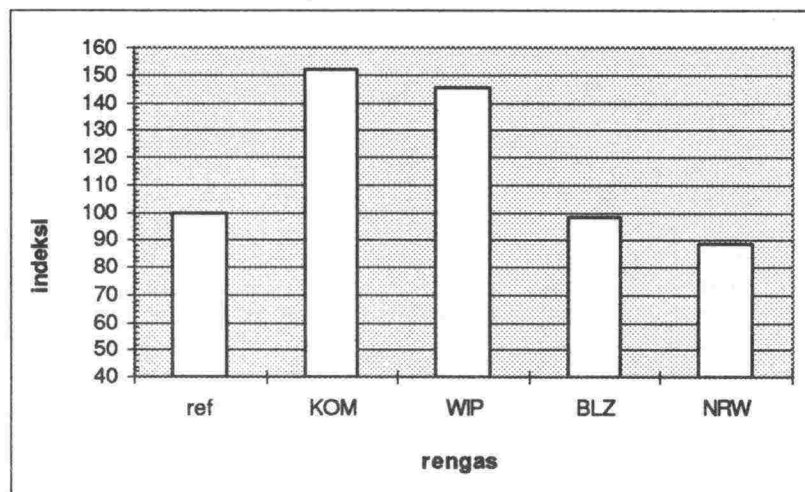
rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 35 km/h [s]	indeksi
Ref	-	9.6	5.71	100
HP10, KOM	1.46	8.2	6.09	94
HP10, WIP	1.36	8.2	6.09	94
BLZ	-	6.9	6.41	89
NRW	-	7.0	7.06	81





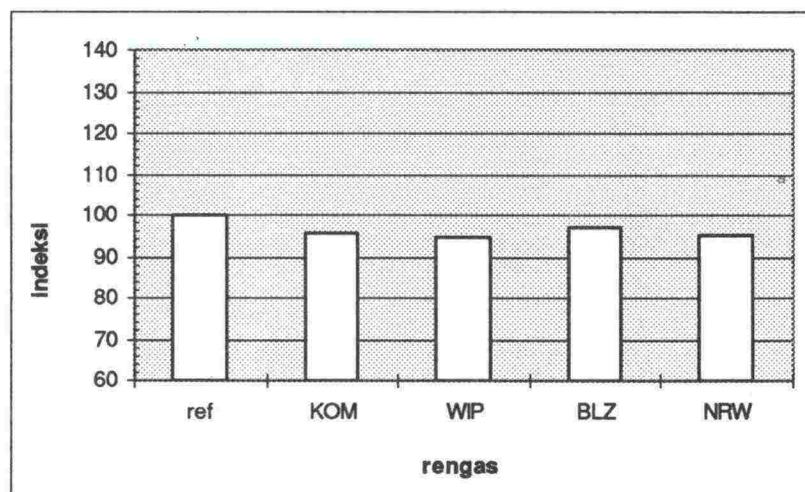
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, sileä jää, 25 000 km

renkas	nastaul- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 30 - 5 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	43.9	100
HP10, KOM	1.37	8.1	28.9	152
HP10, WIP	1.31	8.0	30.1	146
BLZ	-	6.5	44.7	98
NRW	-	6.9	49.5	89



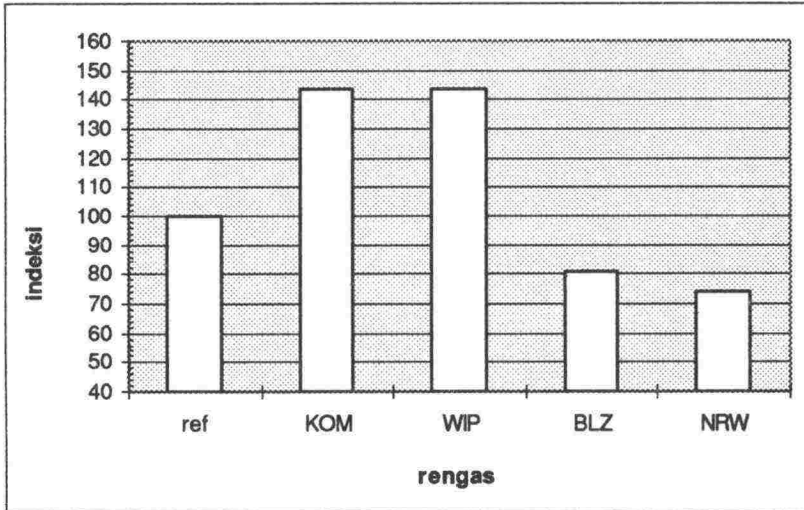
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, polannettu lumi, 25 000 km

renkas	nastaul- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 40 - 10 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	25.3	100
HP10, KOM	1.37	8.1	26.4	96
HP10, WIP	1.31	8.0	26.7	95
BLZ	-	6.5	26.0	97
NRW	-	6.9	26.6	95



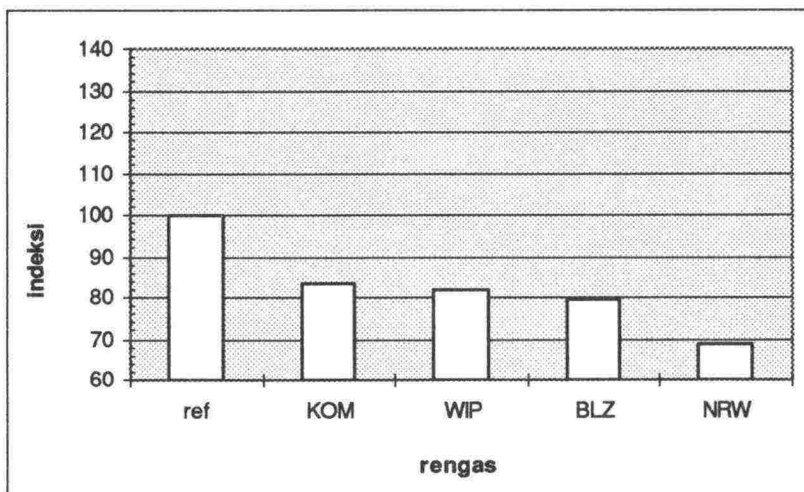
**Kiihdytyskokeen tulokset, sileä jää, 25 000 km**

rengas	nastauk- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	kiihd. aika 5 - 25 km/h [s]	indeksi
Ref2	-	9.6	9.91	100
HP10, KOM	1.37	8.1	6.90	144
HP10, WIP	1.31	8.0	6.90	144
BLZ	-	6.5	12.24	81
NRW	-	6.9	13.34	74



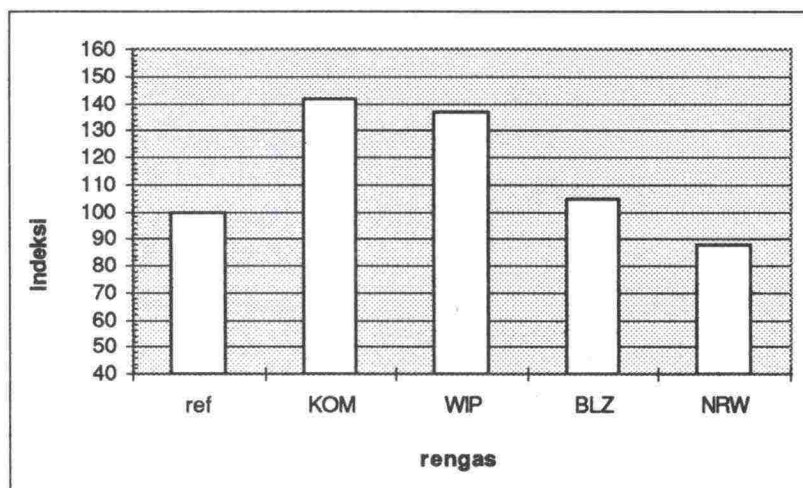
**Kiihdytyskokeen tulokset, polannettu lumi, 25 000 km**

rengas	nastauk- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	kiihd. aika 5 - 35 km/h [s]	indeksi
Ref	-	9.6	5.08	100
HP10, KOM	1.37	8.1	6.10	83
HP10, WIP	1.31	8.0	6.20	82
BLZ	-	6.5	6.41	79
NRW	-	6.9	7.40	69



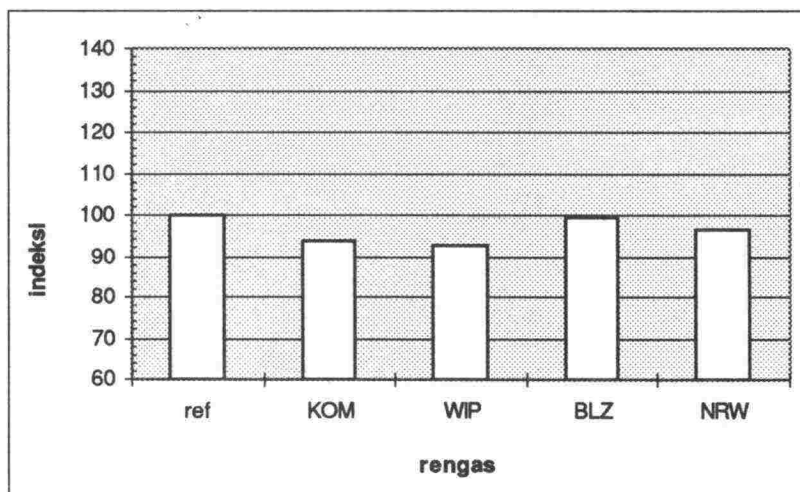
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, sileä jää, 30 000 km

rengas	nastau- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 30 - 5 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	40.8	100
HP10, KOM	1.35	7.8	28.7	142
HP10, WIP	1.35	7.6	29.8	137
BLZ	-	6.0	39.1	104
NRW	-	6.6	46.5	88



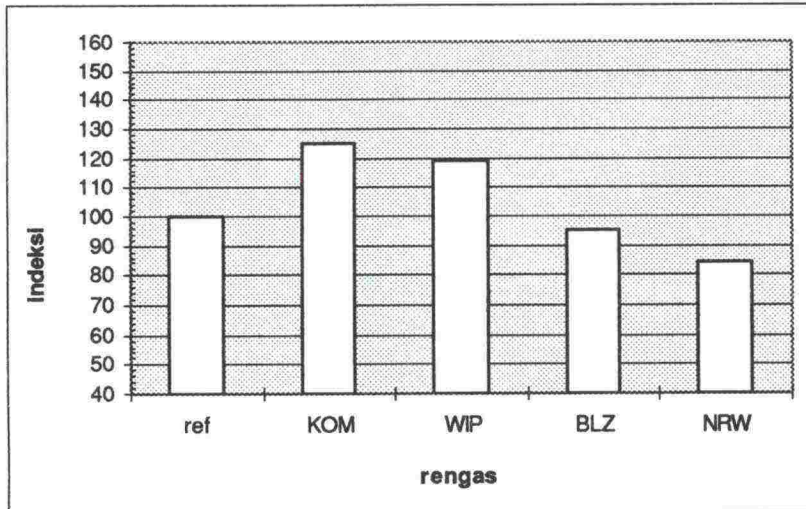
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, polannettu lumi, 30 000 km

rengas	nastau- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 40 - 10 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	22.2	100
HP10, KOM	1.35	7.8	23.7	94
HP10, WIP	1.35	7.6	23.9	93
BLZ	-	6.0	22.4	99
NRW	-	6.6	23.0	97



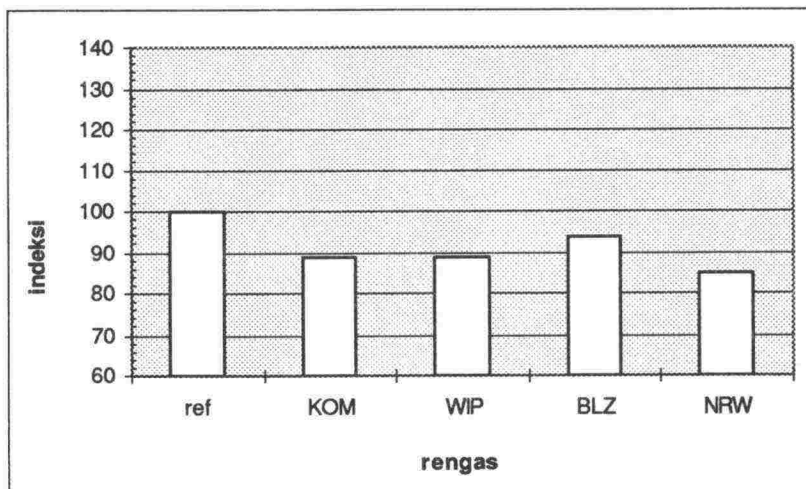
**Kiihdytyskokeen tulokset, sileä jää, 30 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 25 km/h [s]	indeksi
Ref2	-	9.6	6.75	100
HP10, KOM	1.35	7.8	5.40	125
HP10, WIP	1.35	7.6	5.68	119
BLZ	-	6.0	7.11	95
NRW	-	6.6	8.02	84



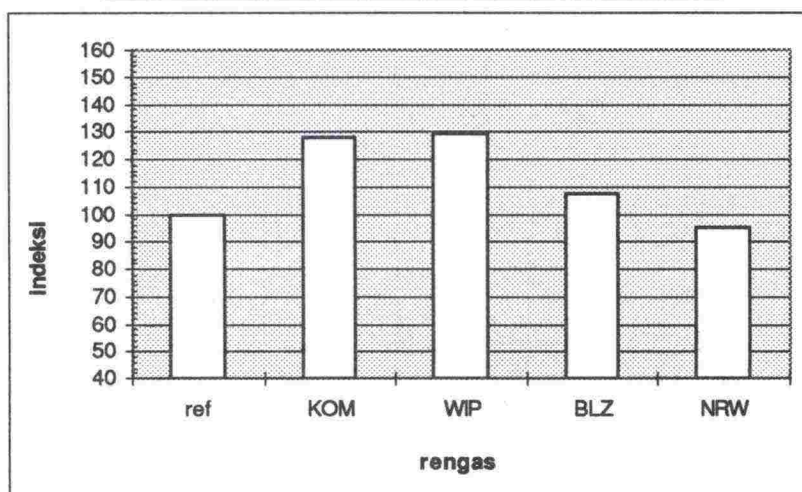
**Kiihdytyskokeen tulokset, polannettu lumi, 30 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 35 km/h [s]	indeksi
Ref	-	9.6	5.15	100
HP10, KOM	1.35	7.8	5.80	89
HP10, WIP	1.35	7.6	5.79	89
BLZ	-	6.0	5.49	94
NRW	-	6.6	6.04	85



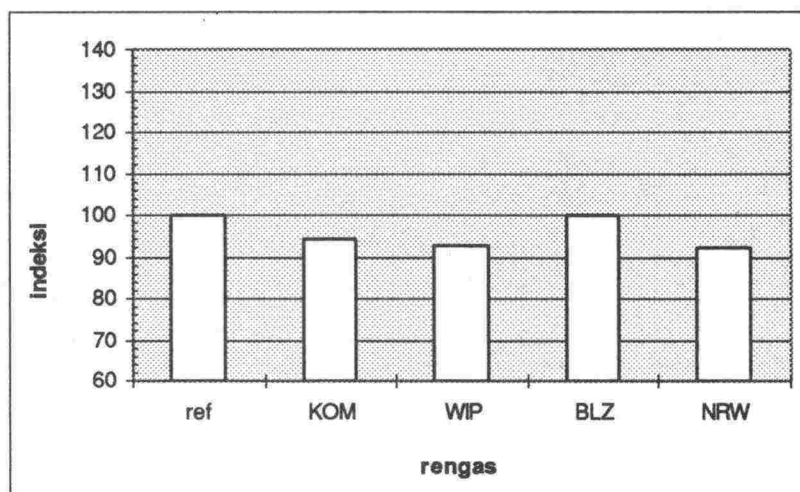
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, sileä jää, 35 000 km

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	jarr.matka 30 - 5 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	34.2	100
HP10, KOM	1.24	7.7	26.7	128
HP10, WIP	1.23	7.5	26.3	130
BLZ	-	5.8	31.8	108
NRW	-	6.5	35.9	95



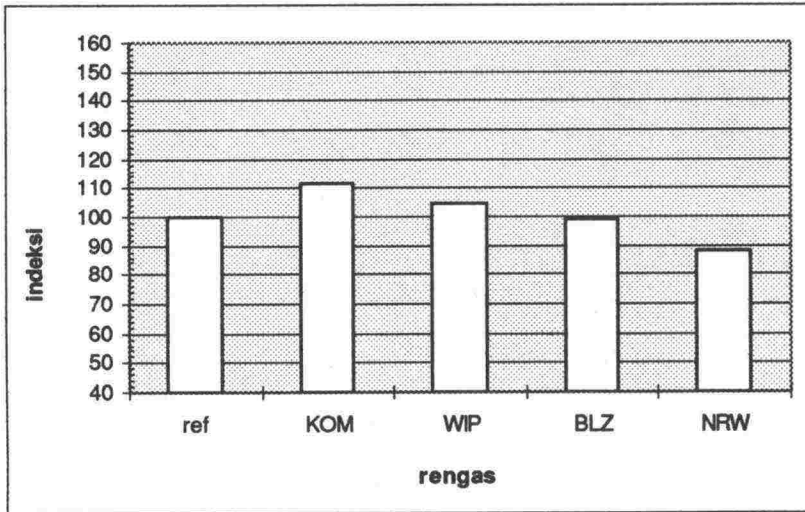
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, polannettu lumi, 35 000 km

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	jarr.matka 40 - 10 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	20.8	100
HP10, KOM	1.24	7.7	22.1	94
HP10, WIP	1.23	7.5	22.4	93
BLZ	-	5.8	20.8	100
NRW	-	6.5	22.6	92



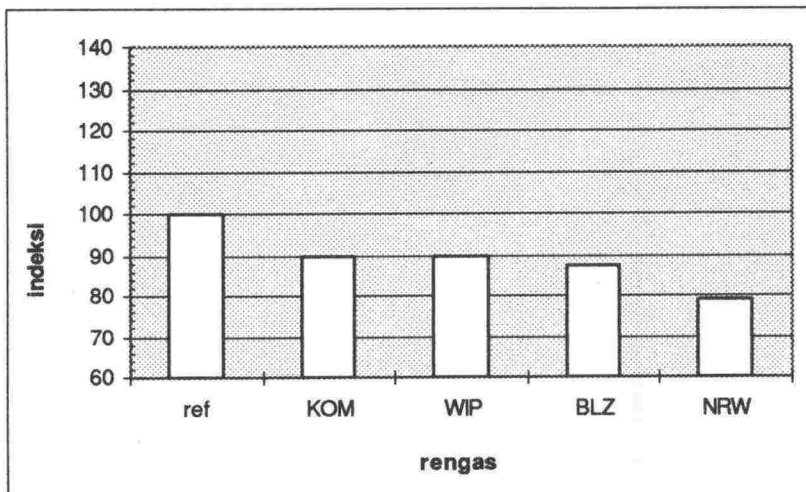
**Kiihdytyskokeen tulokset, sileä jää, 35 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 25 km/h [s]	indeksi
Ref2	-	9.6	6.71	100
HP10, KOM	1.24	7.7	6.01	112
HP10, WIP	1.23	7.5	6.41	106
BLZ	-	5.8	6.76	99
NRW	-	6.5	7.61	88



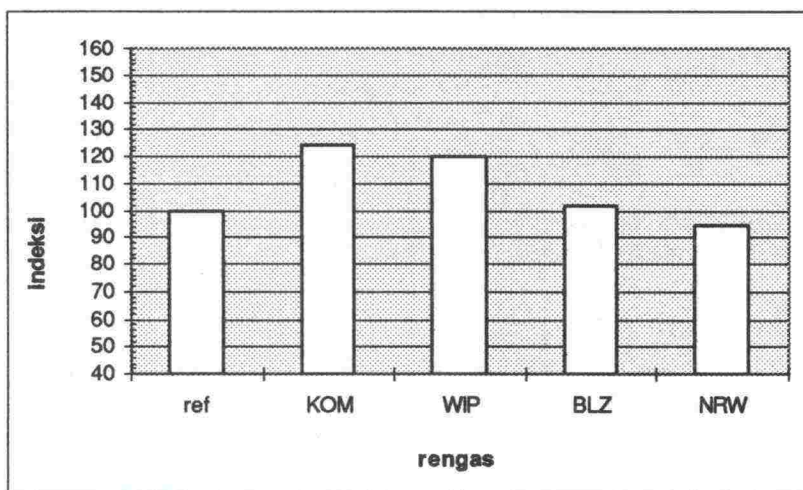
**Kiihdytyskokeen tulokset, polannettu lumi, 35 000 km**

rengas	nastaulkonema [mm]	urasyvyys [mm]	kiihd. aika 5 - 35 km/h [s]	indeksi
Ref	-	9.6	5.02	100
HP10, KOM	1.24	7.7	5.59	90
HP10, WIP	1.23	7.5	5.59	90
BLZ	-	5.8	5.75	87
NRW	-	6.5	6.36	79



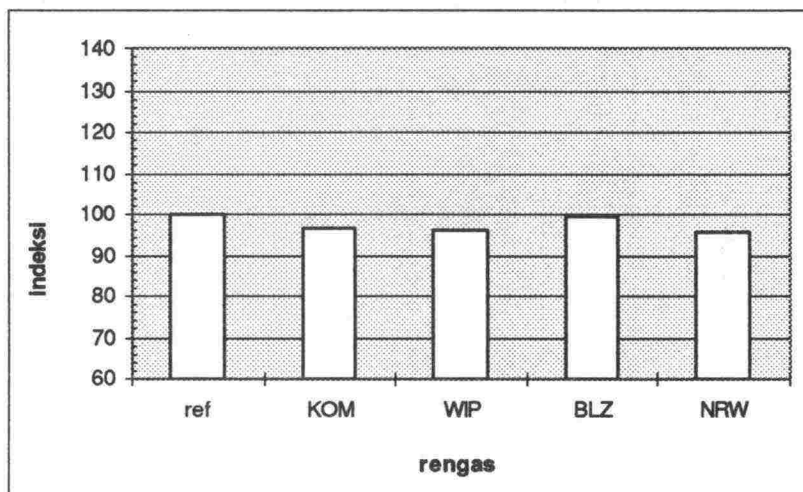
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, sileä jää, 40 000 km

rengas	nastau- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 30 - 5 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	47.0	100
HP10, KOM	1.14	7.4	37.7	124
HP10, WIP	1.23	7.3	39.1	120
BLZ	-	5.4	46.1	102
NRW	-	6.3	49.4	95



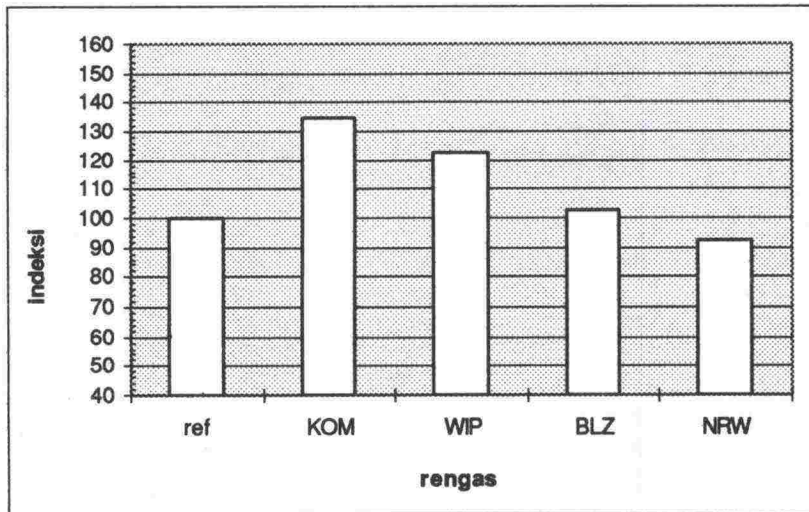
## Lukkojarrutuskokeen tulokset, polannettu lumi, 40 000 km

rengas	nastau- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	jarr.matka 40 - 10 km/h [m]	indeksi
Ref1	-	9.6	23.5	100
HP10, KOM	1.14	7.4	24.3	97
HP10, WIP	1.23	7.3	24.5	96
BLZ	-	5.4	23.7	99
NRW	-	6.3	24.6	96



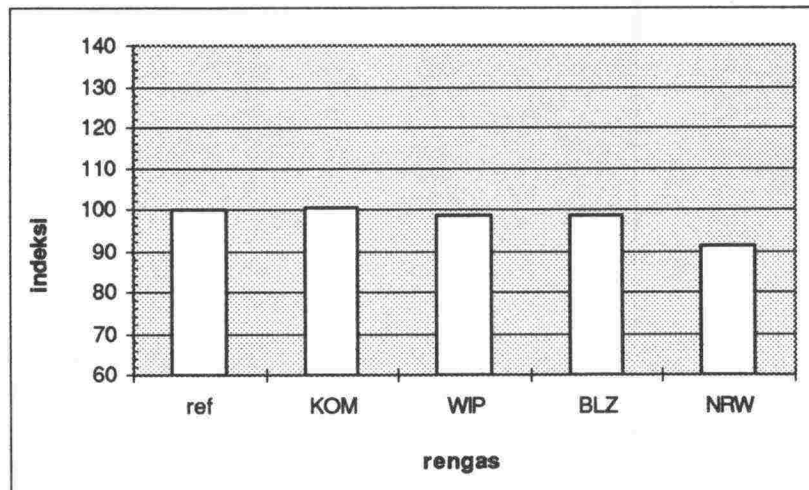
**Kiihdytyskokeen tulokset, sileä jää, 40 000 km**

rengas	nastauk- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	kiihd. aika 5 - 25 km/h [s]	indeksi
Ref2	-	9.6	9.39	100
HP10, KOM	1.14	7.4	6.96	135
HP10, WIP	1.23	7.3	7.71	122
BLZ	-	5.4	9.15	103
NRW	-	6.3	10.17	92



**Kiihdytyskokeen tulokset, polannettu lumi, 40 000 km**

rengas	nastauk- konema [mm]	urasy- vyys [mm]	kiihd. aika 5 - 35 km/h [s]	indeksi
Ref	-	9.6	6.70	100
HP10, KOM	1.14	7.4	6.68	100
HP10, WIP	1.23	7.3	6.79	99
BLZ	-	5.4	6.81	98
NRW	-	6.3	7.33	91





## TALVI JA TIELIIKENNE -PROJEKTIN JULKAISUJA

### Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja

Raskaan liikenteen kuljettajien kyselytutkimus (Kimmo Saastamoinen). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 44/1993. TIEL 4000050

Nastarenkaiden vaikutus matkoihin ja kuljettajien riskinottoon; Kuljettajavertailu, väliraportti (Tapani Mäkinen). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 1/1994. TIEL 4000054

Liikennemäärät eri kelioloissa tiesääsämien kelitiedon ja liikenteen automaattisilta mittauspisteiltä saadun liikennetiedon perusteella (Kimmo Saastamoinen). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 14/1994. TIEL 4000064

Rajoitetun suolauksen kokeilu Uudenmaan tiepiirissä 1993-94; Ammattikuljettajien mielipiteet (Heikki Lappalainen). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 20/1994. TIEL 4000068

Nastarenkaiden vaikutus polanteen kulumisnopeuteen ja tienpinnan kitkaominaisuuksiin (Matti Anila - Veli-Pekka Kallberg). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 26/1994. TIEL 4000072

Talvikelin vaikutus henkilöauton polttonesteen kulutukseen (Matti Anila, Veli-Pekka Kallberg). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 27/1994. TIEL 4000073

CMA:n suotautumisen lysimetrikokeet talvikaudella 1993-1994. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 34/1994. TIEL 4000078.

Natriumkloridille tutkitut vaihtoehdot Yhdysvalloissa tehtyjen kirjallisuusselvitysten ja haastattelujen perusteella; Kirjallisuusselvitys. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 35/1994. TIEL 4000079.

Lumipolanteen kiillottuminen (Matti Anila, Kari Alppivuori) Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 39/1994. TIEL 4000082

Talvihoidon poikkileikkauseuranta; Suolauksen rajoitukset 1993-94 (Heikki Lappalainen). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 40/1994. TIEL 4000083

Tieliikenteen kunnossapidon ja nastojen vaikutus pölyyn ilmassa. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 60/1994. TIEL 4000093

Kitka- ja nastarenkaiden pito-ominaisuudet eri keleillä. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 68/1994. TIEL 4000098

Tiesuolauksen vaikutus tärkeillä pohjavesialueilla, tilastollinen tarkastelu. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 70/1994. TIEL 4000102.

### Tielaitoksen selvityksiä

CMA:n ympäristövaikutuksia ja käyttökokemuksia, kirjallisuustutkimus. Tielaitoksen selvityksiä 38/1992. TIEL 3200092

Nastojen, hiekoituksen ja suolauksen aiheuttama pöly ja sen leviäminen ympäristöön, kirjallisuustutkimus. Tielaitoksen selvityksiä 79/1992. TIEL 3200120

Asfalttipäällysteiden suunnitteluperusteiden vertailu nastallisen ja nastattoman liikenteen välillä, kirjallisuustutkimus. Tielaitoksen selvityksiä 17/1993. TIEL 3200144

Nastallisen ja nastattoman liikenteen päällysteet, yhteenveto. Tielaitoksen selvityksiä 28/1993. TIEL 3200154

Tiesuolan pohjavesivaikutusten mallintaminen Joutsenonkankaalla (Amelia de Conter, Kirsti Granlund, Jouko Soveri). Tielaitoksen selvityksiä 33/1993. Keskushallinnon erillishanke. TIEL 3200158

Talvikunnossapidon laadun logistiset vaikutukset (Hanna Kalenoja, Jorma Mäntynen) Tielaitoksen selvityksiä 37/1993. TIEL 3200162

TALVI JA TIELIIKENNE -PROJEKTIN JULKAISUJA  
(jatkoa takakannen sisäpuolelta)

Talvirengastutkimus; Talvirenkaiden käyttö ja kunto sekä kuljettajien arviot talvirenkaistaan talvikaudella 1992-1993 (Kimmo Saastamoinen, Heikki Heinijoki). Tielaitoksen selvityksiä 45/1993. TIEL 3200170

Tiesuolaus ja pohjavedet; Nykytilan selvitys (Jukka Yli-Kuivila, Anna-Liisa Kivimäki, Timo Kinnunen). Tielaitoksen selvityksiä 49/1993. TIEL 3200174

Tiesuolan pohjavesivaikutukset - Kulkeutumismekanismien moni-ilmiömallinnus (Terhi Kling, Veijo Pirhonen). Tielaitoksen selvityksiä 65/1993. Keskushallinnon erillisprojekti. TIEL 3200190

Kokemuksia Japanin nastattomasta talviliikenteestä. Tielaitoksen selvityksiä 66/1993. TIEL 3200191

Suolan käytön vähentäminen, väliraportti väestön asenteista Kuopion läänin kokeiluun talvikaudella 1992-1993 (Pauli Niemelä, Juhani Laurinkari, Sakari Kainulainen, Risto Tuunanen). Tielaitoksen selvityksiä 67/1993. TIEL 3200192

Kelin vaikutus ajokäyttäytymiseen ja liikennevirran ominaisuuksiin (Kimmo Saastamoinen). Tielaitoksen selvityksiä 80/1993. TIEL 3200204

Teiden suolauksen vähentäminen Kuopion tiepiirissä; Vaikutukset talvella 1992-1993 (Veli-Pekka Kallberg). Tielaitoksen selvityksiä 86/1993. TIEL 3200210

Kuljettajakäyttäytyminen kaarre- ja jonoajossa (M. Roine). Tielaitoksen selvityksiä 87/1993. TIEL 3200212

Kelin kokemisen, rengaskunnon ja rengastyypin vaikutus nopeuskäyttäytymiseen (Heikki Heinijoki). Tielaitoksen selvityksiä 19/1994. TIEL 3200229

Talvirangastutkimus; Talvikauden kulumis- ja kitkaominaisuuksien vertailu sekä käyttö ja kunto talvikaudella 1993-1994 (Jukka Antila, Timo Mäkelä, Heikki Heinijoki, Kimmo Saastamoinen). Tielaitoksen selvityksiä 34/1994. TIEL 3200243

Tiestön kunnossapito vähemmällä suolauksella. Loppuraportti väestön asenteista Kuopion läänin kokeiluun talvikausina 1992-1994 (Pauli Niemelä, Sakari Kainulainen). Tielaitoksen selvityksiä 38/1994. TIEL 3200247

Rajoitetun suolan käytön vaikutus asfalttibetonin kulumiseen (Timo Kurki). Tielaitoksen selvityksiä 46/1994. TIEL 3200255

Tiesuolan käytön vähentämisen vaikutukset tienvarren mäntyyn (*Pinus sylvestris*): Neulasten suolapitoisuudet ja ulkoiset vauriot vuosina 1992-94 (Eeva-Liisa Hautala, Lauri Kärenlampi). Tielaitoksen selvityksiä 49/1994. TIEL 3200258

Teiden talvituolauksen vaikutus korroosiokustannuksiin (Markku Rönnholm, Jorma Huura, Eva Häkkä-Rönnholm). Tielaitoksen selvityksiä 51/1994. TIEL 3200260

Nastojen vähentämisen vaikutus kunnossapitokustannuksiin (Pertti Virtala). Tielaitoksen selvityksiä 58/1994. TIEL 3200267

Nastarenkaiden vaikutus matkoihin ja kuljettajien riskinottoon (Tapani Mäkinen, Leif Beilinson, Rita Rathmayer, Arja Wuolijoki). Tielaitoksen selvityksiä 64/1994. TIEL 3200273

Teiden suolauksen pohjavesivaikutusten simulointi tyyppimuodostumissa (Niemi, Kling, Vahanne, Vaittinen, Hatva, Kivimäki). Tielaitoksen selvityksiä 66/1994. TIEL 3200275

Nastattornia talvirenkaita käyttäneiden kujeittajien onnettomuusriskit (Matti Roine). Tielaitoksen selvityksiä 69/1994. TIEL 3200278

Talviliikerteen järjestelyjen painopisteet (Anne Leppänen, Timo Byckling). Tielaitoksen selvityksiä 70/1994. TIEL 3200279