



Tielaitos

Kari Alppivuori, Matti Anila

Talvi ja tieliikenne -projekti

Kitka- ja nastarenkaiden pito- ominaisuudet eri keleillä

Tielaitoksen
sisäisiä
julkaisuja
68/1994

Helsinki 1994

Liikenteen
palvelukeskus

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja
68/1994

Kari Alppivuori, Matti Anila

Talvi ja tieliikenne -projekti

**Kitka- ja nastarenkaiden pito-
ominaisuudet eri keleillä**

Tielaitos
Liikenteen palvelukeskus

Helsinki 1994

TIEL 400098
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1995

Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotepalvelut
Telefax (90) 1487 2562

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

Asiasanat: Kitkarenkaat, nastarenkaat, kitka, keli

TIIVISTELMÄ

Tutkittiin vuosina 1993 ja 1994 erilaisten talvirenkaiden pito-ominaisuuksia erilaissa keleissä. Tutkimuksessa oli mukana kolme nastoitettavaa talvirengasta ja kaksi kitkarengasta. Kitkarenkailla tarkoitetaan tässä talvirenkaita, joita ei ole tarkoitettu nastoitettaviksi. Kelityyppejä tutkimuksissa oli kuusi ja nastatyypppejä neljä. Tutkitavina oli sekä uudet että vähän käytetyt (10 000 km) renkaat.

Mittausmenetelmänä käytettiin pääasiassa VTT:n kitka-autoa ja Peiseler-laitteistoa. Näiden lisäksi tutkimuksiin sisältyi erilaisia täydentäviä mittauksia. Mittausmenetelmät ja täydelliset mittaustulokset on esitetty VTT:n tutkimusraportissa 221.

Talvella ajamisen ongelma on tienpinnan liukkauden äkilliset muutokset. Liikennemäärien perusteella Etelä-Suomessa ajetaan liukkaalla 10 % talviajasta ja Pohjois-Suomessa vastaavasti 20 %. Kitkatason ollessa yli 0,25 voidaan renkaiden pitoa pitää talviliikennöinnin kannalta erittäin hyvänä. Kohtuullisen selviämisen kitkaraja on noin 0,20. Kitkatason alittaessa 0,15 talviliikennöinti edellyttää renkaiden ja kuljettajan hyvää yhteistyötä.

Jääpolanteella sivuttaispito kaikilla tutkituilla renkailla ja rengas-nastayhdistelmillä oli sekä uutena että vähän ajettuina hyvä.

Kuivalla jäällä sivuttaispito alumiininastallisilla renkailla (nykyisten määräysten mukaiset nastat) oli huono. Vielä huonompi pito oli vanhojen määräysten mukaisilla nastoilla varustetuilla renkailla. Sortokulman kasvaessa kitkarenkaiden sivuttaispito kuivalla jäällä muuttui erittäin huonoksi.

Lumipolanteella lukkojarrutuksessa nastarenkaiden pito oli huono ja kitkarenkaiden erittäin huono. Näissä olosuhteissa vanhojen määräysten mukaiset, suurella nastaulkonemalla varustetut renkaat olivat erittäin hyvät.

Kuivalla jäällä lukkojarrutuksessa nykymääräysten mukaiset alumiininastoitettut renkaat olivat huonon ja erittäin huonon rajalla. Muut nastarenkaat olivat näissä olosuhteissa aina erittäin huonot. Kitkarenkailla ei ollut pitoa lainkaan.

Erittäin liukkaalla kelillä kaikilla tutkituilla renkailla oli vaikeuksia ajoneuvon hallinnassa. Nastarenkaiden, erityisesti nykymääräysten alumiininastallisten renkaiden ja kitkarenkaiden välinen ero on siinä, että jouduttaessa liukkaalla kelillä sivu- tai jarrutusluistoon, nastarenkaallinen auto on helpommin palautettavissa alkuperäiseen ajotilaan. Kitkarenkaallisesta autosta saattaa kokonaan kadota kontrolli luisun alettua.

Lukkiutumattomilla jarruilla ja kitkarenkailla varustettu auto on hyvä yhdistelmä silloin, kun ei jouduta ajamaan jääkeleillä. Kuitenkin nastarenkaat ovat kokonaisuutena paremmat kuin kitkarenkaat. Uusien ja vähän ajettujen (10 000 km) renkaiden pitoero on käytännössä vielä vähäinen.

Uusien määräysten mukaiset alumiininastalliset renkaat olivat pääsääntöisesti parempia pidoltaan kuin vanhojen määräysten mukaiset nastarenkaat tai muuntyyppisillä nastoilla nastoitettut renkaat.

Keywords: Studded tyres, friction tyres, winter tyres, friction

ABSTRACT

The grip characteristics on different winter tyres were examined under different road conditions during 1993 and 1994. The study included three studded tyre types and two friction tyre types. By friction tyres we mean winter tyres which are not meant to be equipped with studs. There were four different types of studs. There were new and 10 000 km used tyres of each type. There were six different road condition types.

The study employed the VTT friction metering lorry and Peiseler equipment. Other supplementary measurements were also included in the study. The measurement methods and complete measurement results are included in report no. 221.

The main problem of winter driving is the quick variation of road slipperiness. According to traffic volumes, 10 % of winter driving in southern Finland takes place under slippery conditions. In northern Finland the percentage is 20. When the friction level is over 0,25 the grip of the tyres can be considered very good for winter driving. The friction level for moderate driving is 0,20. When the level drops below 0,15 winter driving requires good co-operation between the driver and the tyres.

The lateral grip on packed snow was good for all tyre-stud combinations both new and used.

On dry ice the lateral grip of tyres with aluminium (current regulation) studs was poor. The grip was even worse with studs made according to the older regulations. As the slip angle steepened the lateral grip on dry ice got extremely poor.

During locked brakings on packed snow the grip of studded tyres was poor and the grip of friction tyres extremely poor. During these conditions the grip of the older regulation tyres with large stud protrusion was very good.

During locked brakings on dry ice the grip of current regulation tyres with aluminium studs were between poor and extremely poor. Other studded tyres were always extremely poor. Friction tyres had no grip at all.

During very slippery road conditions all studied tyres have vehicle control problems. The difference between studded tyres, especially with the current regulation aluminium studs, and friction tyres is that a side or braking slip in slippery conditions can be better controlled and negotiated with studded tyres. A car with friction tyres can get out of control in a slip.

A car equipped with ABS equipment and friction tyres is a good combination if it doesn't have to be driven in icy conditions. As a whole, studded tyres are better than friction tyres. The difference between new and slightly (10 000 km) used tyres is still insignificant.

Tyres with current regulation aluminium studs had generally better grip than tyres with older regulation or other types of studs.

ALKUSANAT

TALVI JA TIELIIKENNE -tutkimusohjelmaan liittyen tielaitos teetti vuonna 1993 Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratoriossa tutkimuksen talvirenkaiden pitoeroista eri olosuhteissa (tutkimusraportti 221, julkaisematon). Tällöin mittauksia tehtiin useilla rengastyypeillä ja eri menetelmillä. Sivukitkaa ja lukkojarrutuskitkaa mitattiin eri tienpinnoilla VTT:n kitka-autolla, lukkojarrutuskitkaa henkilöauton Digislope-mittarilla ja jarrutuskitkaa Nokia Renkaat Oy:n mittausautolla. Lisäksi Test World Oy mittasi jarrutusmatkoja eri renkailla ja eri olosuhteissa jarruttamalla henkilöauton yhtä tai kahta etupyörää sekä kaikkia pyöriä käytettäessä lukkiutumattomia jarruja (ABS).

Mittauksia haluttiin täydentää vuonna 1994 siten, että pyrittiin etsimään yleisin talvikeli, eli keli, jota esiintyy talven aikana kaikkein eniten ja jolloin liikennesuorite on myös suurin. Yleisin talvikeli on silloin, kun tienpinnan kitka on välillä 0,22–0,30 mitattuna lukkojarrutuksessa hyväkuntoisilla nastarenkailla. Samalla haluttiin kokeilla Peiseler-laitteiston soveltuvuutta hidastuvuusmittauksiin talvikelillä. Täydentävissä mittauksissa etsittiin eroja uusien ja vähän käytettyjen (20 000 km) nasta- ja kitkarenkaiden pito-ominaisuuksiin tällä yleisimmällä talvikelillä. Mittaukset teki VTT:n Yhdyskuntatekniikka, liikenne ja kuljetukset.

Kitkarenkailla tarkoitetaan tässä talvirenkaita, joita ei ole tarkoitettu nastoitettavaksi.

Tähän raporttiin on koottu vuoden 1993 ja 1994 mittausten olennaisimmat tulokset.

Liikenteen palvelukeskus
Talvi ja tieliikenne -projekti

Anne Leppänen
projektipäällikkö

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKUSANAT	5
1 JOHDANTO	7
2 MITTAUKSET	10
3 TULOKSET VUODEN 1993 MITTAUKSISTA VTT:N KITKA-AUTOLLA	11
3.1 Yleistä	11
3.2 Sivukitkamittaukset jääpolanteella	12
3.3 Sivukitkamittaukset kuivalla jäällä	15
3.4 Sivukitkamittaukset kuivalla asfaltilla	20
3.5 Lukkojarrutusmittaukset lumisella jääpolanteella	20
3.6 Lukkojarrutusmittaukset kuivalla jäällä	23
3.7 Lukkojarrutusmittaukset kuivalla asfaltilla	25
4 VUODEN 1993 HENKILÖAUTOMITTAUKSET	26
4.1 Kuiva jää (kuva 10)	26
4.2 Lukkojarrutus jääpolanteella (kuva 11)	26
4.3 Märkä jää (kuva 12)	29
5 YHTEENVETO VUODEN 1993 MITTAUKSISTA	31
6 TULOKSET VUODEN 1994 MITTAUKSISTA	35
6.1 Mitatut hidastuvuudet	35
6.2 Nastattomien renkaiden hidastuvuusominaisuudet	35
6.3 Nastallisten renkaiden hidastuvuusominaisuudet	36
6.4 Yhteenveto vuoden 1994 mittauksista	37
6.4.1 Hidastuvuuserojen merkittävyys	37
6.4.2 Lukkiutumattomien jarrujen merkitys	37
7 JOHTOPÄÄTÖKSET VUOSIEN 1993 JA 1994 MITTAUKSISTA	38

1 JOHDANTO

Henkilöauton renkaat ovat aina kompromissi pidon, kestävyuden ja muiden ajo-ominaisuuksien suhteen. Perinteisesti ollaan sitä mieltä, että talvirenkaiden tulee antaa autolle jarrutuksessa riittävä hidastuvuus ja sivuttaispito myös ääriolosuhteissa. Käytännössä autoilija ajaa suuren osan talviajasta (marras-maaliskuu) muissa kuin liukkaissa olosuhteissa.

Kokonaisliikennemäärän (Oulun yliopisto) perusteella (taulukko 1) pääkaupunkiseudulla ajetaan 11,2 % olosuhteissa (lumi/kuura/jää), joissa talvirenkaiden laadulla voi olla merkitystä. Muulla rannikkoseudulla vastaava luku on 14,5 % ja luku kasvaa siirryttäessä Sisä-Suomeen (18,2 %) ja Pohjois-Suomeen (20 %).

Taulukko 1. Kelijakaumat maan eri osissa kokonaisliikennemäärän perusteella marras-maaliskuussa 92/93.

Kelijakauma	Pääkaupunki	Rannikko	Sisä-Suomi	Pohjois-Suomi
Kuiva	40,9	40,0	35,7	53,8
Kostea-märkä	26,5	32,7	24,2	19,5
Lumi	3,6	5,0	7,8	4,3
Märkä+suola	21,4	12,8	21,8	6,6
Kuura+jäinen	7,6	9,5	10,4	15,7
Yhteensä	100	100	100	100

Kelityyppi ei lopullisesti selitä todellisia ajo-olosuhteita. Tienpinnan kitka määrittää vaatimukset auton renkaiden toiminnalle. Liukkaita voi luonnehtia esimerkiksi seuraavasti:

Tien pinnan kitka	Ajo-olosuhteiden luonne
0,05	Jalkaisinkaan ei pysy pystyssä; vetinen jää
0,1	Todellinen pääkallokelo kaikilla renkailla; kiillottunut jää
0,15	Erittäin liukasta, vaarallinen keli; jää
0,2	Liukasta, renkaiden pito-ominaisuuksilla on merkitystä; jäinen polanne
0,25	Liukasta, mutta ajokelpoinen keli; luminen polanne
0,3	Pitävä talvikeli; luminen nastojen karheuttama tien pinta
0,35	Erittäin hyvin pitävä talvikeli; paikoittain polannetta
0,4	Pitävä keli; tien pinnassa esim. irtohiekkaa
0,5	Kesäkelo; pinnan laatu ratkaisee kitkan
0,6–1,0	Kuiva asfaltti

Tällöin kitka on mitattu lukkojarrutuksella autolla, joka on varustettu hyvillä nastarenkailla. Mittausmenetelmänä on VTT:n kitka-auto. Eri mittaustapojen keskinäisistä kitka-arvojen eroista on erillinen raportti: VTT, tutkimusraportti 612.

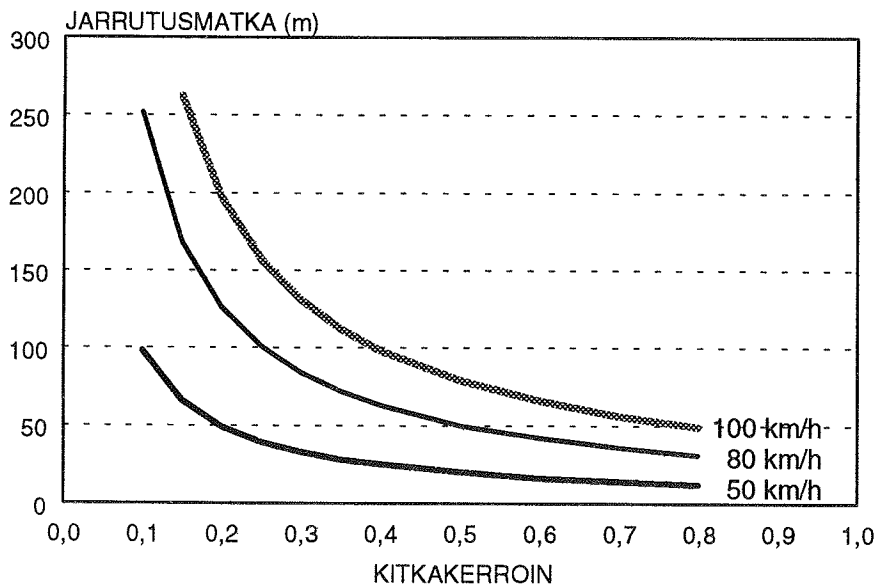
Renkaiden ohella ajoneuvon laadulla ja jarrujen ominaisuuksilla on myös huomattava merkitys liukkaalla saavutettavaan hidastuvuuteen. Huono auto hyvillä renkailla pysähtyy tietyissä olosuhteissa huomattavasti paremmin kuin hyvä auto

huonommilla renkailla. Luonnollisesti kuljettajankaan merkitystä ei pidä väheksyä.

Seuraavassa on esitetty jarrutusmatkoja eri keleillä (taulukko 2, kuva 1):

Taulukko 2. Jarrutusmatka eri nopeuksista eri keleillä

Tien pinnan kitka	Jarrutuksen aloittamisnopeus (km/h)		
	50 km/h	80 km/h	100 km/h
	Pysähtymismatka (m)		
0,05	197	503	787
0,10	98	252	393
0,15	66	168	262
0,20	49	126	197
0,25	39	101	157
0,30	33	84	131
0,35	28	72	112
0,40	25	63	98
0,50	20	50	79
0,60	16	42	66
0,70	14	36	56
0,80	12	31	49
0,90	11	28	44



Kuva 1. Jarrutusmatka eri nopeuksista eri keleillä.

Kun kitkatasossa saavutetaan 0,05 yksikön parannus 0,20:stä 0,25:een, lyhenee jarrutusmatka käytännössä 10 metriä nopeudesta 50 km/h ja vastaavasti 25 m nopeudesta 80 km/h ja 40 m nopeudesta 100 km/h. Tämän suuruiset erot syntyvät helposti jo ajoneuvoista ja kuljettajista, mikä on syytä muistaa tuloksia tarkasteltaessa. Puolen sekunnin ero reaktioajassa, mikä on kuljettajien välillä tavallinen, merkitsee nopeudesta 50 km/h noin 7 metrin eroa jarrutusmatkaan.

Kitkan ollessa huono renkaiden merkitys korostuu, koska pienikin muutos kitkaan vaikuttaa jarrutusmatkaan enemmän kuin vastaava muutos pitävämmällä kelillä. Esimerkiksi kitkan muuttuminen 0,2:sta 0,15:een merkitsee nopeudesta 100 km/h jarrutusmatkan lisääntymistä 25 metrillä verrattuna kitkan muutokseen 0,25:stä 0,20:een.

2 MITTAUKSET

Mittauksia tehtiin vuosina 1993 ja 1994. Lukkojarrutuskitkaa ja sivukitkaa mitattiin vuoden 1993 mittauksissa VTT:n kitkamittausautolla. Tutkimuksessa oli 5 erilaista nastarengasta ja neljä erimerkkistä nastaa sekä 2 erimerkkistä nastatonta rengasta (kitkarengas). Vertailussa oli mukana myös kesärenkaat, joiden tuloksia ei tässä käsitellä.

Nastoja oli sekä vanhojen että uusien määräysten mukaisia. Tutkitut renkaat ja nastat sekä niiden koodit on esitetty liitteessä 1.

Mittauksia tehtiin usealla eri kelillä. Tutkitut kelit olivat seuraavat:

- Jäärata. Nastarenkaan kitka lukkojarrutuksessa 0,15–0,18
- Jääpolanne. Kitkataso noin 0,15–0,24
- Märkä jäärata. Kitkataso noin 0,10–0,15
- Kuiva jäärata. Kitkataso noin 0,12–0,16
- Kuiva asfaltti. Kitkataso 0,53–0,60

Vuonna 1994 tehtiin tarkistusmittauksia uusien määräysten mukaisilla uusilla ja käytetyillä (20 000 km) nastarenkailla ja myös uusilla ja käytetyillä (20 000 km) kitkarenkailla. Vuoden 1994 mittauksissa käytettiin Peiseler-pyörää. Vuoden 1994 mittauksen tarkoituksena oli mitata tienpinnan kitkaa yleisimmältä (suoritteen perusteella) talvikelillä. Mittauksissa lukkojarrutuksen kitkataso kitkarenkailla oli noin 0,20.

VTT:n kitka-auton ja Peiseler-pyörän avulla tehdyissä mittauksissa voidaan havaita merkittäviä eroja. Kitka-autolla tehdyissä lukkojarrutuskokeissa mittausten välinen hajonta oli huomattavan suuri. Se ei välttämättä johdu mittausmenetelmästä vaan olosuhteiden epähomogeenisuudesta. Vuoden 1994 mittauksissa käytettiin Peiseler-pyörää ja lukkiutumattomia jarruja. Lukkiutumattomien jarrujen käyttö kokeissa mahdollisti erittäin pienen hajonnan mittausten välillä tienpinnan pysyessä riittävän samankaltaisena. Vertailuksi mitattiin lukkojarrutuskitka kitkarenkailla, jolloin voitiin arvioida keliä verrattuna vuoden 1993 mittauksiin.

Vuoden 1993 mittausjärjestelyt ja täydelliset tulokset on esitetty VTT:n tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorion tutkimusraportissa 221 (julkaisematon). Vuoden 1994 mittausjärjestelyt on esitetty tutkimusraportissa 228 (VTT, Yhdyskuntatekniikka, Liikenne ja kuljetukset, Espoo, lokakuu 1994). Tässä esitetään vain yhteenvedot VTT:n kitka-autolla mitatuista tuloksista sekä vuoden 1994 tarkistusmittausten tulokset.

3 TULOKSET VUODEN 1993 MITTAUKSISTA VTT:N KITKA-AUTOLLA

3.1 Yleistä

Tässä raportissa esitetään vuoden 1993 mittauksista yhteenvedot VTT:n kitka-autolla mitatuista sivukitkasta ja lukkojarrutuskitkasta 17 erilaisella rengastyypillä eri olosuhteissa.

Kokeissa oli sekä uusia renkaita että noin 10 000 km ajettuja käytettyjä renkaita. 10 000 km ajettut renkaat tarkoittavat käytännössä renkaita, jotka ovat toista talvea käytössä. Renkaat ovat suhteellisen vähän kuluneita verrattuna aivan uusiin renkaisiin.

Kuvissa käytetyt renkaiden koodit ovat seuraavat:

- U5A = Michelin 260 alumiininastoilla, uusi
- K5A = Michelin 260 alumiininastoilla, 10 000 km ajettu
- U4A = Gislaved NF alumiininastoilla, uusi
- K4A = Gislaved NF alumiininastoilla, 10 000 km ajettu
- U3A = Nokia 10 alumiininastoilla, uusi
- U3As = Nokia 10 alumiininastoilla, uusi, suuri nastan ulkonema
- K3A = Nokia 10 alumiininastoilla, 10 000 km ajettu

- U3H = Nokia 10 teräsnastoilla, uusi
- K3H = Nokia 10 teräsnastoilla, 10 000 km ajettu
- U3T = Nokia 10 turvanastoilla, uusi
- K3T = Nokia 10 turvanastoilla, 10 000 km ajettu
- U3M = Nokia 10 muovinastoilla, uusi
- K3M = Nokia 10 muovinastoilla, 10 000 km ajettu

- U1 = Bridgestone Blizzak kitkarengas, uusi
- K1 = Bridgestone Blizzak kitkarengas, 10 000 km ajettu
- U2 = Nokia NRW kitkarengas, uusi
- K2 = Nokia NRW kitkarengas, 10 000 km ajettu

Henkilöautomittauksissa käytettiin samoja renkaita kuin edellä. Eri jarrutustapa on ilmaistu koodilla:

T = perinteiset jarrut

A = lukkiutumattomat (ABS) jarrut (anti block system).

Sivukitkamittauksessa pyörän pyörimissuunnan ja kulkusuunnan välinen kulma eli sortokulma voidaan valita 0:n ja 20 asteen väliä asteen suuruisin portain. Tässä mitattiin vapaasti pyörivän renkaan sivuttaispito kolmessa eri kulmassa: 2, 4 ja 8 astetta. Jokaisella 200 metrin mittausmatkalla kitka mitattiin kahden metrin välein, joten yksi sivukitkamittaus sisältää n. 100 sivukitkan maksimiarvoa. Mittausnopeus oli 30 km/h. Aineistoon on tehty kelikorjaus lämpötilan muutoksen funktiona.

Sivukitkamittauksia tehtiin jääpolanteella, jääradalla ja kuivalla asfaltilla.

3.2 Sivukitkamittaukset jääpolanteella

Sortokulma 2 astetta (kuva 2):

Sivukitkamittaukset kuvaavat renkaan toimintaa ja pitoa kaarreajossa. Sivukitkamittauksissa sortokulma 2 astetta vastaa hyvin loivaa kaarretta.

Alumiininastalliset renkaat

Kitka vaihteli uusilla renkailla hyvin vähän ja oli tasolla 0,28. Käytetyillä renkailla, siis noin 10 000 km ajetuilla, kitkataso oli aina alhaisempi (0,24) ja myös hajonta mittausten välillä kasvoi. Renkaiden merkillä (Michelin no:5, Bridgestone no:4, Nokia no:3) ei näytä olevan tilastollisia eroja. Sen sijaan nastan suurempi ulkonema lisäsi sivukitkaa merkittävästi. Uudella nastarenkaalla (U3As, Nokia), jossa 1,27 mm:n nastaulkoneman sijasta on 1,43 mm:n ulkonema, sivukitka lisääntyi 0,28:sta 0,32:een (14 %).

Teräs-, muovi- ja turvanastalliset renkaat

Uusissa renkaissa ei näytä olevan merkitystä nastoituksen laadulla. Käytetyissä renkaissa (10 000 km) muovi- ja turvanastoitettut renkaat näyttivät säilyttävän kitkatasonsa paremmin kuin alumiininastalliset renkaat. Ainoastaan Nokian renkas vanhoilla teräsnastoilla menetti pitoaan uusiin renkaisiin verrattuna. Kitkataso ei kuitenkaan alittanut vastaavia alumiininastoin varustettujen käytettyjen renkaiden kitkatasoa.

Kitkarenkaat

Tässä kelissä molemmat tutkimuksessa mukana olleet kitkarenkaat (Nokia, Bridgestone) olivat uutena nastarenkaita parempia. Kitkataso oli 0,29–0,31. Ero käytännössä on kuitenkin vähäinen.

Käytettynä Nokia (K2) säilytti hyvin sivukitkaominaisuutensa pienillä sortokulmilla, mutta Bridgestone menetti huomattavan osan pidostaan jo 10 000 km ajettuna, mutta kitkataso ei kuitenkaan pudonnut alumiininastoitettuja renkaita huonommaksi.

SORTOKULMA 4 ASTETTA (kuva 3):

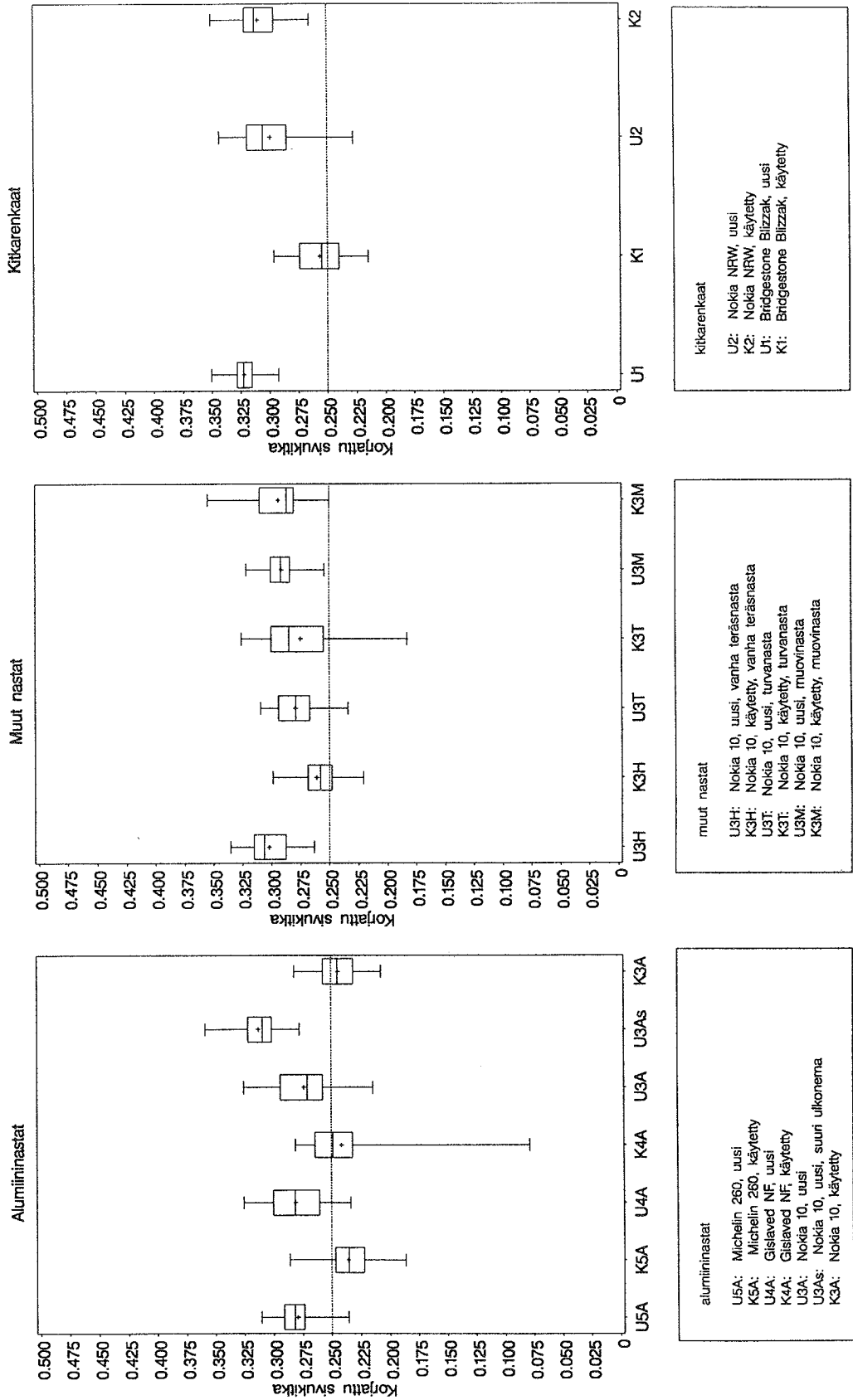
Alumiininastalliset renkaat

Tässä kelissä sortokulman kasvaessa alumiininastallisten uusien renkaiden pito kasvoi kitka-arvon ollessa noin 0,32, eli erinomainen (sortokulmalla 2 astetta vastaava arvo oli n. 0,28). Käytettynä hajonta kasvoi ja keskimääräinen kitkataso oli aina uusia renkaita alhaisempi 0,30.

Teräs-, muovi- ja turvanastalliset renkaat

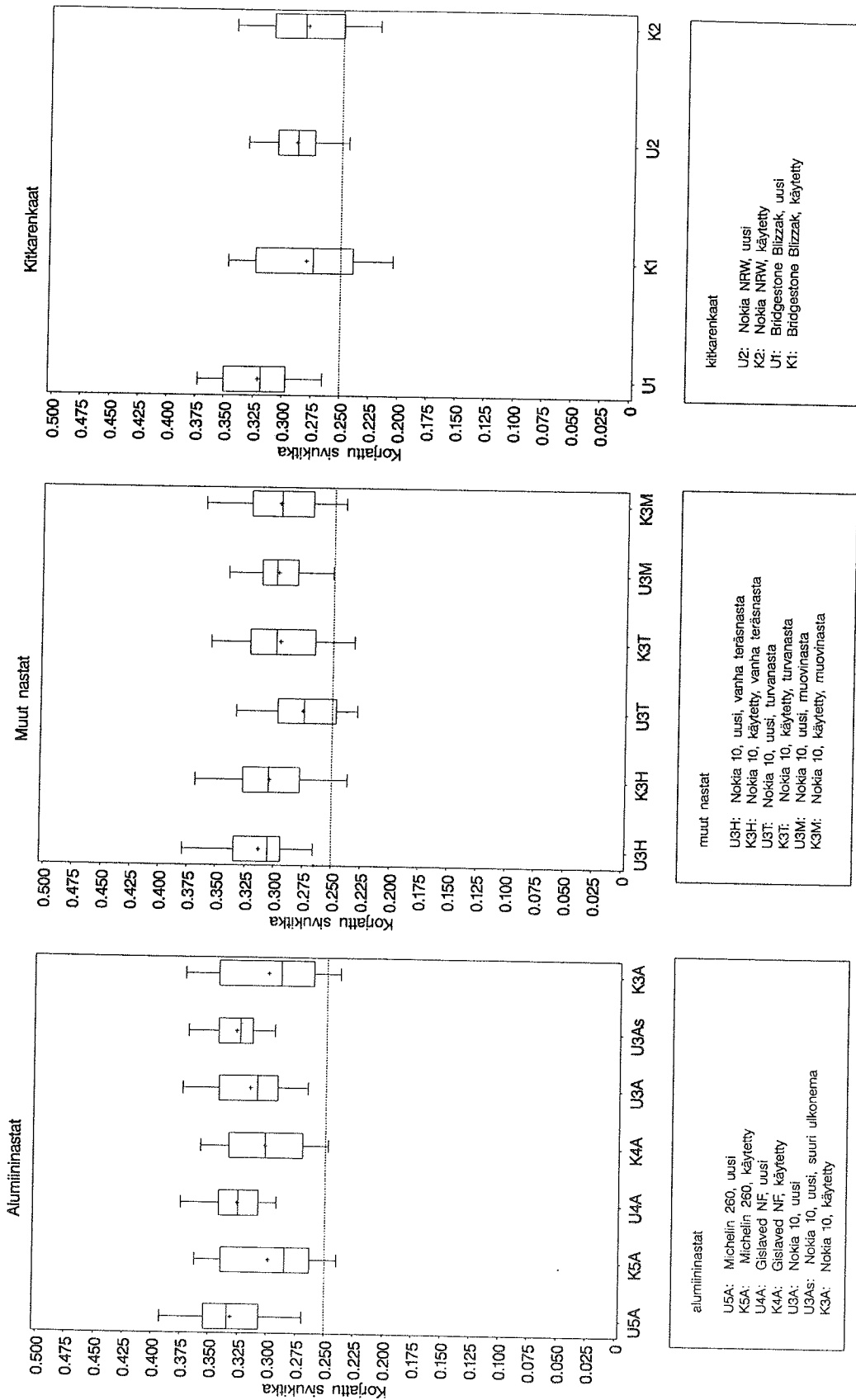
Teräs- ja muovinastoitettujen renkaiden kitkataso oli uutena 0,30–0,31 ja käytettynä merkityksettömästi tätä pienempi. Sen sijaan turvanastoitettulla renkaalla kitkataso oli kasvanut käytetyssä renkaassa arvoon 0,30 oltuaan uudessa renkaassa 0,28.

Sivukitkamittaus, kulma = 2, jääpolanne



Kuva 2. Sivukitkamittaus jääpolanteella sortokulman ollessa 2 astetta. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %:n kvartiilit poikkiviivoilla.

Sivutikamittaus, kulma = 4, jääpolanne



Kuva 3. Sivutikamittaus jääpolanteella sortokulman ollessa 4 astetta. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %:n kvartiilit poikkiviivoilla.

Kitkarenkaat

Bridgestone (U1) säilytti uutena saman kitkatason kuin pienemmälläkin sortokulmalla ollen alumiininastoitettujen renkaiden luokkaa, 0,32. Käytettynä Bridgestonen (K1) kitkataso putosi 0,28:aan samalla kun mittausten hajonta kasvoi.

Nokia NRW (U2/K2) oli uutena samalla tasolla kuin Bridgestone käytettynä. Kuitenkin Nokian kitkarenkaan pitokyky tällä sortokulmalla säilyi 10 000 km käytettynäkin samalla tasolla kuin uutena.

SORTOKULMA 8 ASTETTA (kuva 4):

Sortokulma 8 astetta vastaa melko jyrkkää kaarretta. Maantieajossa joudutaan harvoin käyttämään tätä suurempia sortokulmia. Talviolosuhteissa ei näin suurella kulmalla voi puhua sortokulmasta, koska rengas käytännössä ainoastaan luistaa. Nastarenkaiden pitokyvyn ero nastattomiin renkaisiin verrattuna pitäisi näkyä tässä hyvin selvästi.

Alumiininastalliset renkaat

Uusien renkaiden kitkataso oli renkaista riippumatta 0,26. Käytettyjen renkaiden osalta kitkataso pysyi samana tai hieman nousi. Hajonta oli uusilla renkailla hyvin pieni, mutta kaksinkertaistui käytetyissä renkaissa. Suurella ulkonemalla varustetun renkaan pitokyky oli hieman edellisiä parempi, mutta ei merkittävästi.

Teräs-, muovi- ja turvanastalliset renkaat

Uusilla renkailla ei ollut merkittävää eroa pidossa nastatyyppistä riippumatta. Tässäkin tapauksessa käytettyjen renkaiden pitokyky oli uusien hivenen parempi.

Kitkarenkaat

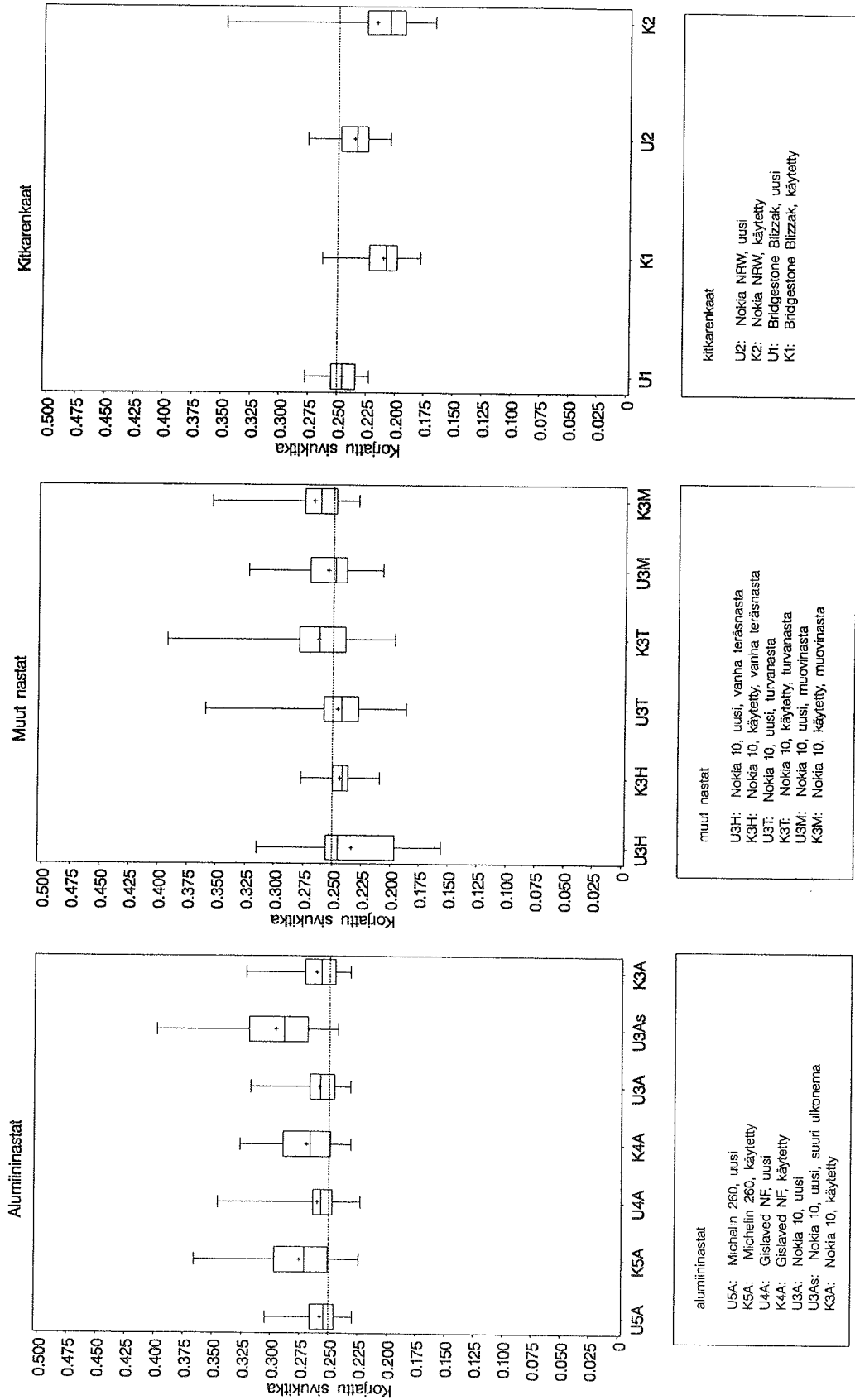
Uusista kitkarenkaista Bridgestone toimi kuin nastalliset renkaat ja Nokia lähes yhtä hyvin. Käytettynä (10 000 km) kitkarenkaat menettivät selvästi pitokykyään tällä sortokulmalla verrattuna nastarenkaisiin. Kitkataso oli enää noin 0,21.

3.3 Sivukitkamittaukset kuivalla jäällä

SORTOKULMA 2 ASTETTA (kuva 5):

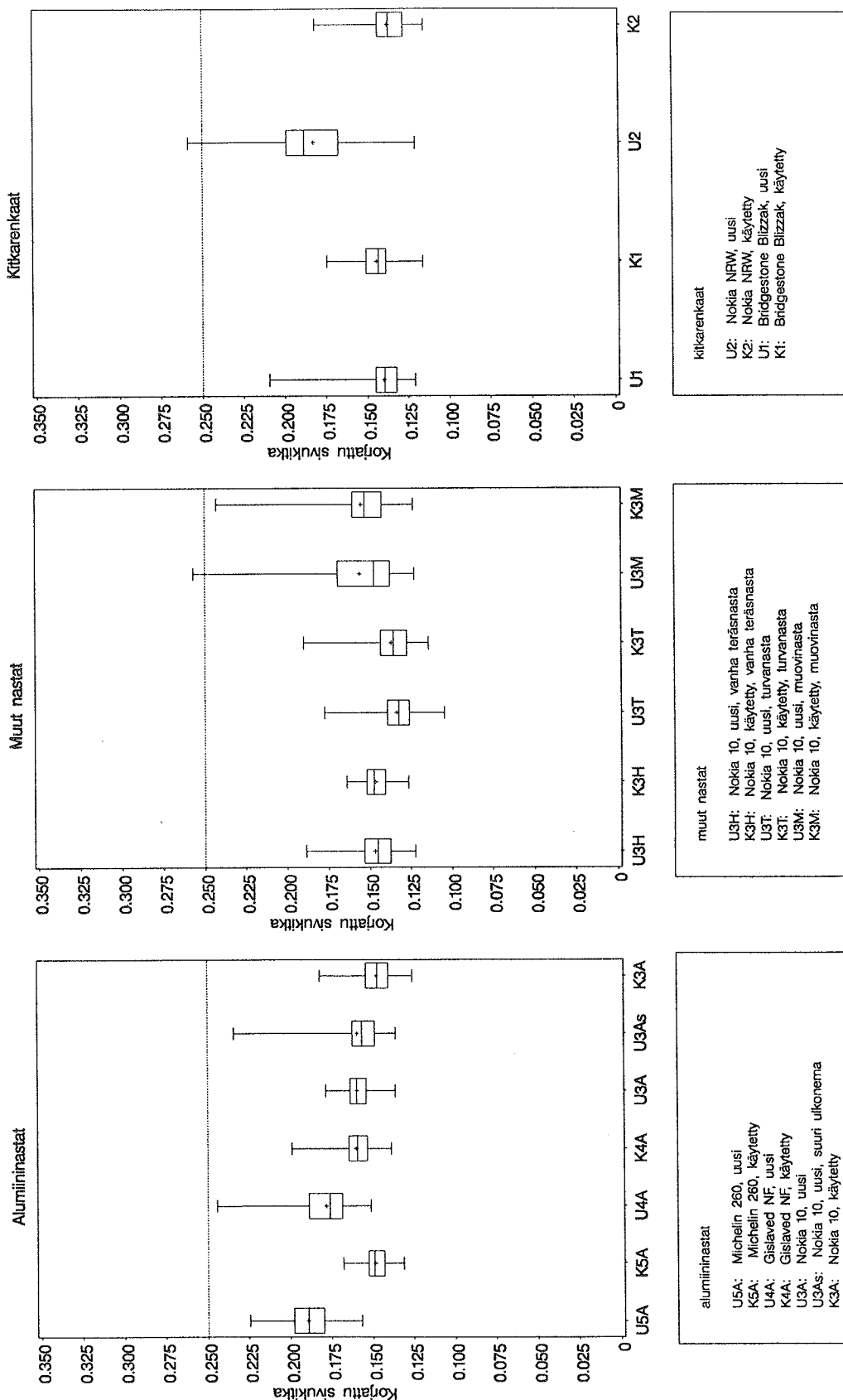
Kuiva jääkeli on niin liukas, että olosuhteissa tapahtuvat pienetkin muutokset suurentavat mittausten hajontaa, erityisesti tämä korostuu nastattomilla renkailla, jolloin jään pinnassa oleva pienikin karheus saattaa olennaisesti parantaa mittaustulosta. Kitkarenkaiden mittaustuloksissa esiintyy jopa suurempia maksimitka-arvoja kuin nastarenkaallisten tuloksissa.

Sivukitkamittaus, kulma = 8, jääpolanne



Kuva 4. Sivukitkamittaus jääpolanteella sortokulman ollessa 8 astetta. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %:n kvartiilit poikkiviivoilla.

Sivukitkamittaus, kulma=2, nastoilla esikäsitelty kuiva jää



Kuva 5. Sivukitkamittaus kuivalla jäällä sortokulman ollessa 2 astetta. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %:n kvartiilit poikkiviivoilla.

Alumiininastalliset renkaat

Uusien alumiininastallisten renkaiden kitkataso vaihteli 0,16–0,19 Michelinin (U5A) ollessa paras ja Nokia (U3A) heikoin. Nastaulkonema ei vaikuttanut tuloksiin. Käytettyinä renkaiden pitokyky heikkeni, ollen 0,15–0,16 Michelinin menettäessä eniten pitokyvystään. Erot olivat käytännössä vähäisiä.

Teräs-, muovi- ja turvanastalliset renkaat

Uutena teräs- ja muovinastalliset renkaat olivat parhaimmillaan käytettyjen alumiininastallisten renkaiden tasoa, kitkatason ollessa n. 0,16. Turvanastallisten renkaiden pitokyky oli edellisiin verrattuna hieman huonompi. Tilanne ei käytettynä muuttunut juuri ollenkaan, jolloin näytti olevan yhdenentekevää, millä nastoilla rengas oli nastoitettu. Ainoastaan turvanastan pitokyky oli käytettynäkin selvästi muita heikompi. Käytännössä tälläkään erolla ei ole ajamisen kannalta suurta merkitystä.

Kitkarenkaat

Uutena Nokia NRW:n (U2) pitokyky jääkelillä pienellä sortokulmalla oli lähes alumiininastoitettujen renkaiden luokkaa (0,18) hajonnan ollessa todella suuri. Pienin mitattu arvo oli noin 0,12 ja suurin 0,26. Käytettynä Nokian pitokyky näytti katoavan kokonaan (0,13). Toinen vertailussa ollut kitkarengas (Bridgestone) toimi käytettynä kuin uutena. Kitkataso pysyi lähes 0,15:ssä, joka vastaa käytettyjen nastarenkaiden pitokykyä.

SORTOKULMA 4 ASTETTA (kuva 6):

Alumiininastalliset renkaat

Jääkelillä sortokulman kasvaessa nastarenkaiden hyödyt ilmenivät aiempaa paremmin. Uusilla renkailla kitkataso oli 0,19–0,23 Michelinin (U5A) ollessa paras ja Nokia (U3A) huonoin. Nastaulkoneman suuruus ei vaikuttanut tuloksiin. Käytettynä kaikkien alumiininastallisten renkaiden kitkataso romahti lähelle 0,16:ta. Käytettynä renkaiden keskinäiset erot olivat merkityksettömiä. Michelin menetti käytettynä tässäkin mittauksessa eniten pitokkyään.

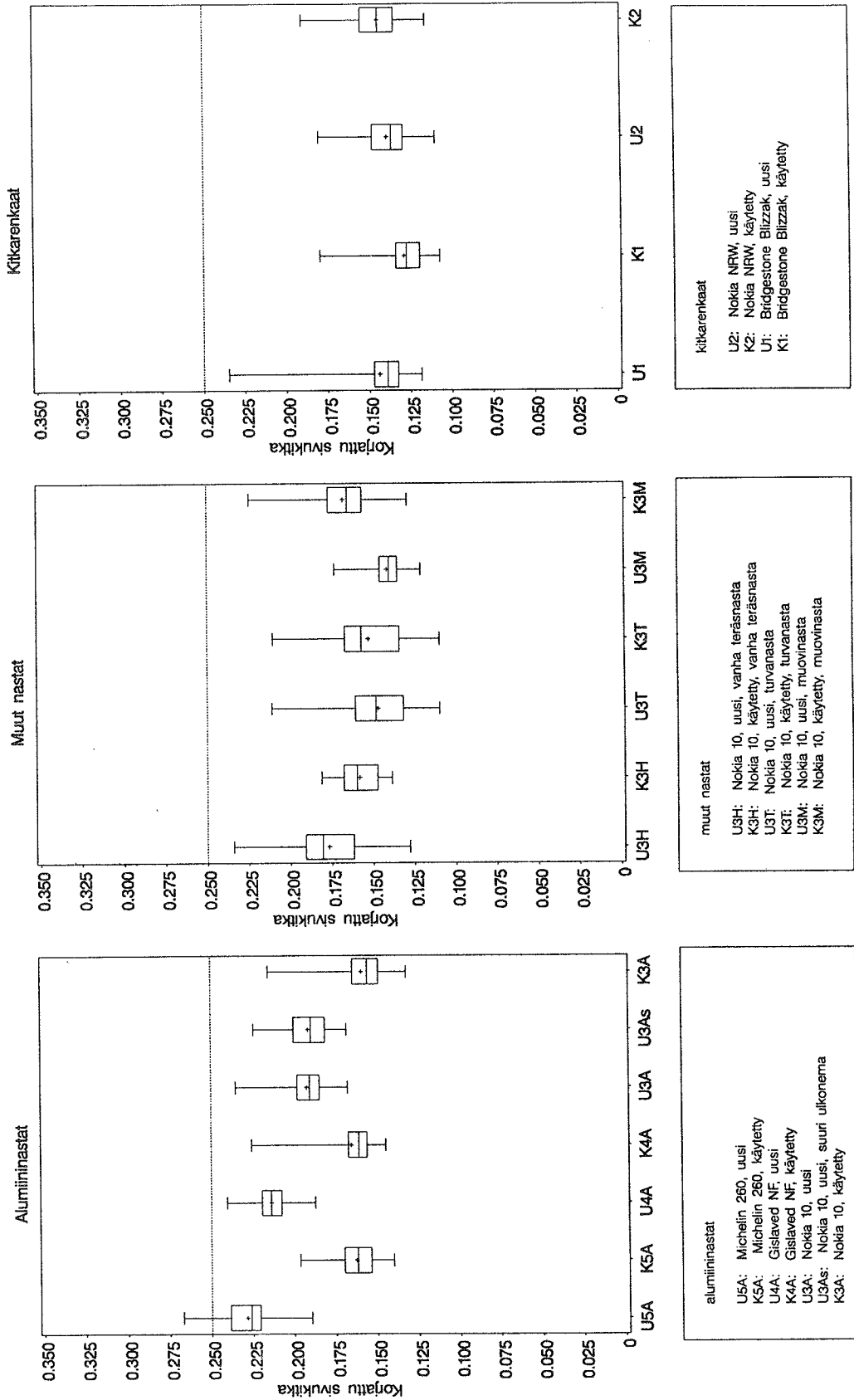
Teräs-, muovi- ja turvanastalliset renkaat

Uutena ja käytettynä näiden renkaiden kitkataso vaihteli 0,14–0,18 ollen pääasiassa huonompi tai yhtä hyvä kuin käytetyt alumiininastalliset renkaat. Nokian rengas muovinastoilla (U3M/K3M) käyttäytyi muista poikkeavasti. Uutena sen pitokyky oli vaatimattomin, mutta käytettynä alumiininastallisten renkaiden luokkaa.

Kitkarenkaat

Nastattomien renkaiden pitokyky sekä uutena että käytettynä vaihteli 0,13–0,14 eli renkaiden pitokyky oli näissä olosuhteissa merkittävästi huonompi kuin nastarenkaiden. Käytännön liikenteessä ero on pienehkö. Sekä nasta- että kitkarenkailla on kyseisissä olosuhteissa liukasta.

Sivukitkamittaus, kulma=4, nastoilla esikäsitelty kuiva jää



Kuva 6. Sivukitkamittaus kuivalla jäällä sortokulman ollessa 4 astetta. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %:n kvartiilit poikkiviivoilla.

SORTOKULMA 8 ASTETTA (kuva 7):**Alumiininastalliset renkaat**

Sortokulman suuretessa 4:stä 8:aan asteeseen uusien alumiininastallisten renkaiden sivukitka säilyi kaikilla renkailla muuttumattomana (0,19–0,22). Käytettyjen renkaiden sivukitka huononi (0,18–0,20), mutta ei läheskään yhtä paljon kuin pienemmällä sortokulmalla.

Teräs-, muovi- ja turvanastalliset renkaat

Renkaat toimivat sekä uutena että käytettynä yhtä hyvin. Sivukitkataso oli käytännössä sama tai merkityksettömän vähän pienempi kuin käytettyjen alumiininastallisten renkaiden (0,17–0,18).

Mittausten hajonta oli vähäinen, mutta mittauksissa esiintyi suuret erot maksimi- ja minimiarvojen välillä.

Kitkarenkaat

Uusi Bridgestone-kitkarengas (U1) toimi yhtä hyvin (0,19) kuin uusi alumiininastoitettu Nokian rengas (U3A). Käytettynä kuitenkin Bridgestone-kitkarengaan (K1) sivukitka romahti (0,13) verrattuna alumiininastalliseen Nokian renkaaseen (0,18/K3A).

Nokian kitkarengas (U2) oli uutena sivukitkaltaan (0,17) huonompi kuin alumiininastalliset renkaat käytettynä. Ero säilyy saman suuruisena myös käytetyissä kitkarenkaassa.

3.4 Sivukitkamittaukset kuivalla asfaltilla

Kaikilla tutkituilla sortokulmilla 2, 4 ja 6 astetta renkaiden pitokyky oli riittävä (liite 2). Erot eri renkaiden välillä olivat käytännössä pienet.

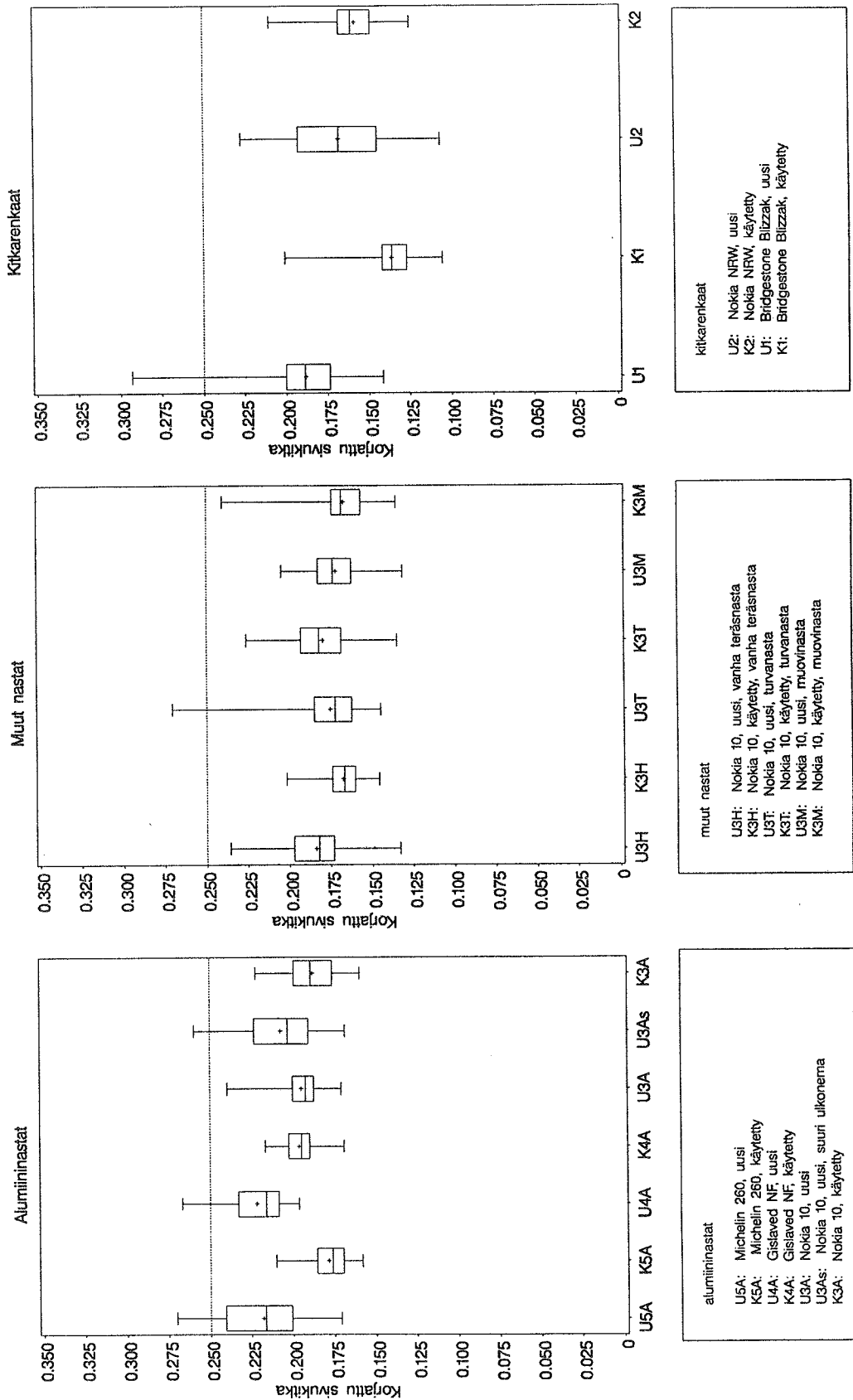
3.5 Lukkojarrutusmittaukset lumisella jääpolanteella

LUKKOJARRUTUS (kuva 8)**Alumiininastalliset renkaat**

Nastan ulkoneman merkitys tuli voimakkaasti esille juuri tällä kelillä lukkojarrutuksessa. Kitka (0,27) oli merkittävästi parempi suuremmalla ulkonemalla varustetulla nastarenkaalla kuin nykymääräysten mukaisilla nastarenkailla. Tosin hajonta mittausten välillä oli myös suuri.

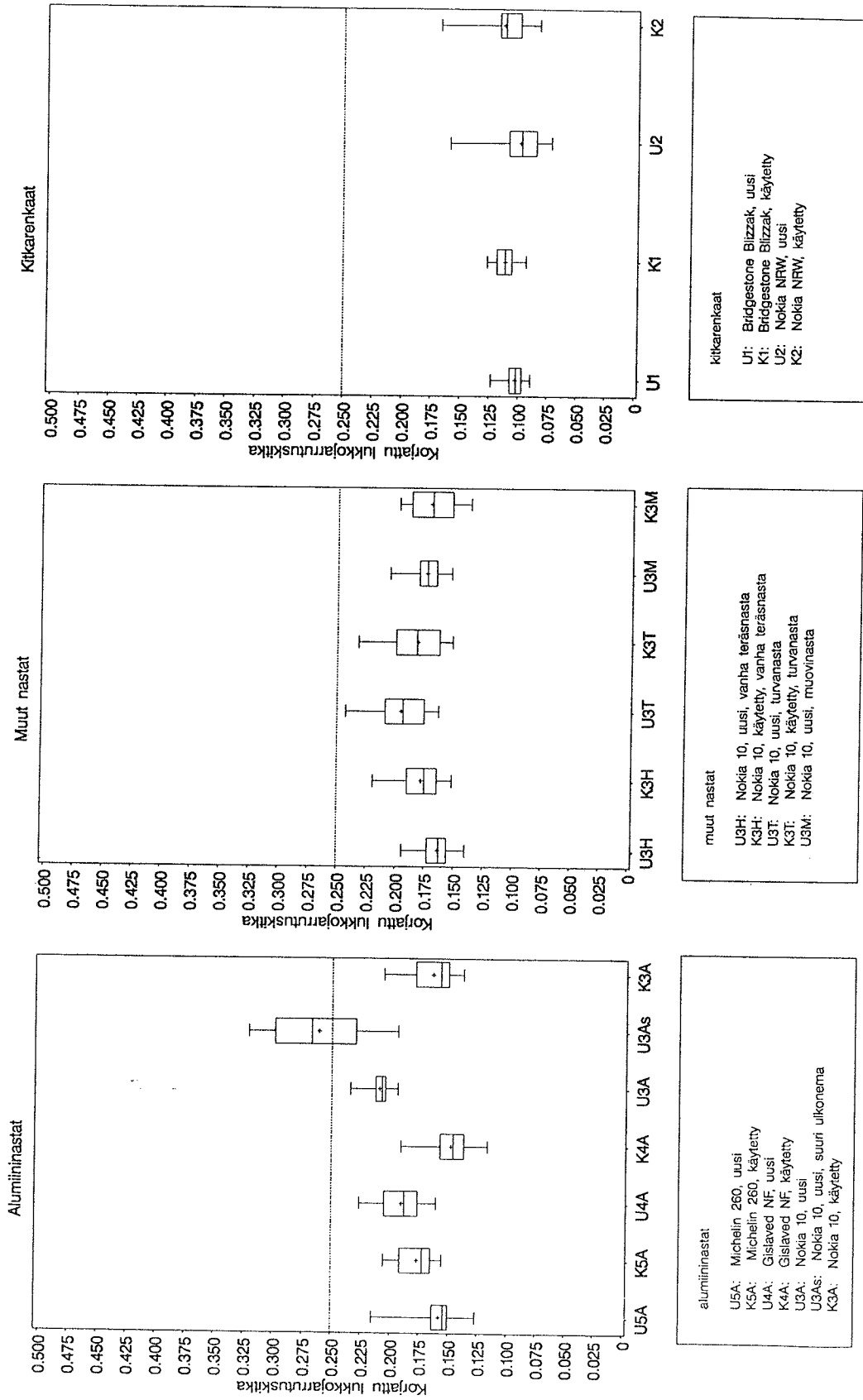
Hyvillä uusilla alumiininastallisilla renkailla kitkan perustaso oli 0,20–0,21 ja käytettynä 0,15–0,18. Michelin (U5A) teki tästä poikkeuksen siten, että uutena sen lukkojarrutusarvo lumipolanteella oli luvattoman heikko muihin verrattuna (0,16).

Sivukitkamittaus, kulma = 8, nastoilla esikäsitelty kuiva jää



Kuva 7. Sivukitkamittaus kuivalla jäällä sortokulman ollessa 8 astetta. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %-n kvartiilit poikkeiviivolla.

Lukkojarrutuskitkamittaus, jääpolanne



Kuva 8. Lukkojarrutusmittaus lumisella jääpolanteella. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %:n kvartiilit poikkiviivoilla.

Pääsääntöisesti renkaan kulumisen huononsi kitkaa. Poikkeuksen teki käytetty Michelin (U5A), jonka lukkojarrutuspito oli alumiininastoilla parempi kuin uutena. Ero oli kuitenkin merkityksetön.

Teräs-, turva- ja muovinastalliset renkaat

Nastojen laatu ei merkittävästi vaikuttanut lukkojarrutuspiitoon. Erityisesti käytetyillä renkailla (Nokia) lukkojarrutuskitka oli nastatyypistä riippumaton (n. 0,17).

Kitkarenkaat

Kitkarenkaiden lukkojarrutuspiito sekä uutena että käytettynä oli olennaisesti huonompi kuin nastarenkaiden (0,10–0,11). Ei näyttänyt olevan merkitystä sillä, olivatko kitkarenkaat aivan uudet vai vähän käytetyt (10 000 km). Tämän perusteella kyseinen jääpolannekeli on ollut todella liukas polanne tai jarrutuksia on tehty jo kerran jarrutuksella kiillotetulla paikalla.

3.6 Lukkojarrutusmittaukset kuivalla jäällä

LUKKOJARRUTUS (kuva 9)

Alumiininastalliset renkaat

Kuivalla jäällä alumiininastallisten renkaiden pitokyky oli olennaisesti heikompi kuin lumipolanteella. Tämä koskee myös pidemmällä nastaulkonemalla varustettua rengasta.

Kitkan perustaso oli noin 0,14–0,16 uusilla renkailla, mutta käytettynä kitkataso ei käytännössä juuri muutu (0,13–0,15).

Teräs-, turva- ja muovinastalliset renkaat

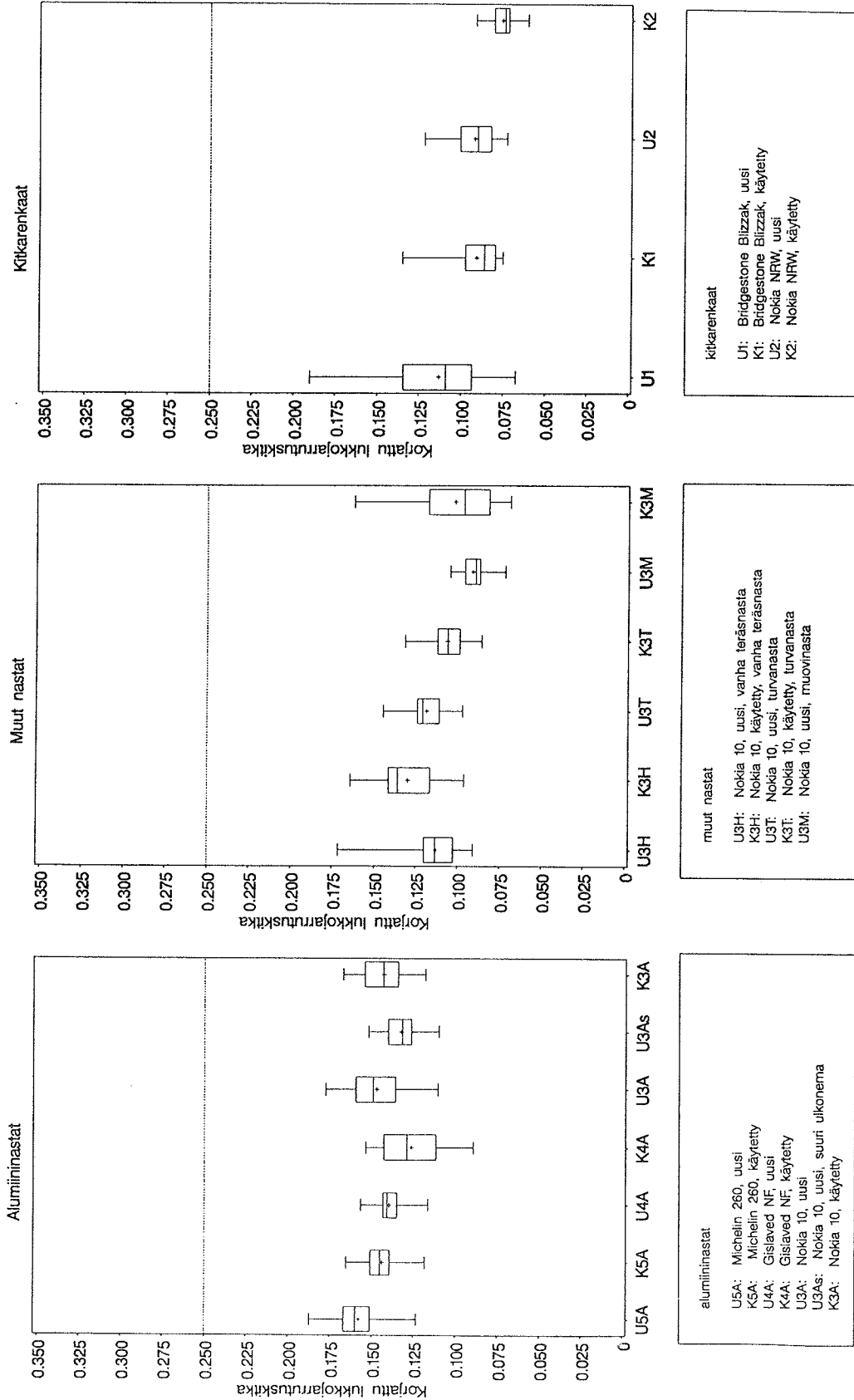
Lukkojarrutuksessa kuivalla jääkelillä kaikki muut tutkitut nastatyypit olivat huonompia kuin alumiininastoitettut renkaat. Kitkan perustaso oli 0,10–0,13 ja käytettynä vielä tästä hieman huonompi. Teräsnastoitettu rengas muodosti tästä poikkeuksen siten, että renkaan kulumisen paransi hieman lukkojarrutuspiitoa. Tämä johtunee renkaan kumin nopeammasta kulumisesta verrattuna nastan kulumiseen.

Muiden nastatyypien ero alumiininastallisiin renkaisiin oli selvä, mutta käytännössä lähes merkityksetön. Liukasta oli kaikilla nastatyypeillä ja ajoneuvo vaikeasti hallittavissa.

Kitkarenkaat

Uusilla ja käytetyillä kitkarenkailla ei voitu havaita mitään eroa lukkojarrutuspidossa jääpolanteella ja kuivalla jäällä. Pito oli huono (0,10) ja kaikissa tilanteissa merkittävästi huonompi kuin alumiininastallisilla renkailla (taso 0,15). Käytännön liikenteessä ajoneuvot ovat hankalasti pysäytettäviä sekä nastoilla että ilman niitä.

Lukkojarrutuskitkamittaus, nastoilla esikäsitelty kuiva jää



Kuva 9. Lukkojarrutusmittaus kuivalla jäällä. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkiliä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %-n kvantiilit poikkiviivoilla.

3.7 Lukkojarrutusmittaukset kuivalla asfaltilla

Kokeissa ilman lämpötila oli noin 10 astetta. Kaikkien renkaiden kitka oli 0,50–0,60 paitsi Bridgestone-kitkarenkaan (U1/K1), joka oli selvästi muita huonompi (0,45–0,49). Vertailussa olleiden kesärenkaiden kitka oli 0,65.

Kuivan asfalttikelin kuvat ovat liitteenä 3.

4 VUODEN 1993 HENKILÖAUTOMITTAUKSET

Henkilöautolla tehtiin mittauksia erilaisilla alumiininastallisilla renkailla, teräsastallisilla renkailla ja kitkarenkailla. Erityisesti tutkittiin eroja jarrutettaessa lukkojarrutuksia tai käyttämällä lukkiutumattomia (ABS) jarruja.

4.1 Kuiva jää (kuva 10)

Alumiininastalliset renkaat

Kuivalla jääkelillä kitkataso oli todella alhainen; lukkojarrutuksissa 0,11–0,13 ja lukkiutumattomilla jarruilla alle 0,08. Tällaisella kelillä lukkiutumattomien jarrujen säätöjärjestelmä oli vielä kehittymätön siten, että pyörät pääsivät pieneksi hetkeksi lukkiutumaan, jonka jälkeen pyörien uudelleen pyörimisen alkuun menee liukkauden takia aikaa. Tällöin jarrutustapahtumasta tulee tehoton.

Lukkojarrutuksissa hajonta oli niin suuri, että ennen jarrutusta ei voinut tietää, miten auto pysähtyy. Lukkiutumattomilla jarruilla hajonta oli pieni.

Teräsastalliset renkaat

Kitkataso oli huono lukkojarrutuksissa (0,11) ja vielä huonompi käytettäessä lukkiutumattomia jarruja (0,07–0,11). Hajonta oli valtava.

Lukkiutumattomia jarruja käytettäessä jarrutustapahtuma on tietyin edellytyksin kuljettajasta riippumaton. Tällöin hajonnan mittausten välillä tulisi olla pieni. Suuren hajonnan voi selittää vain jarrutusolosuhteiden muuttuminen tai mittaukseen käytetyn laitteiston soveltumattomuus näin tarkkaan mittaamiseen.

Kitkarenkaat

Kitkarenkaiden kitkataso kuivalla jäällä oli 0,07–0,11. Lukkiutumattomilla jarruilla kitkataso oli aina lukkojarrutusta hieman huonompi, mutta ero ei ollut merkitsevä. Uusi ja vähän käytetty (10 000 km) rengas eivät eronneet mitenkään merkitsevästi toisistaan.

4.2 Lukkojarrutus jääpolanteella (kuva 11)

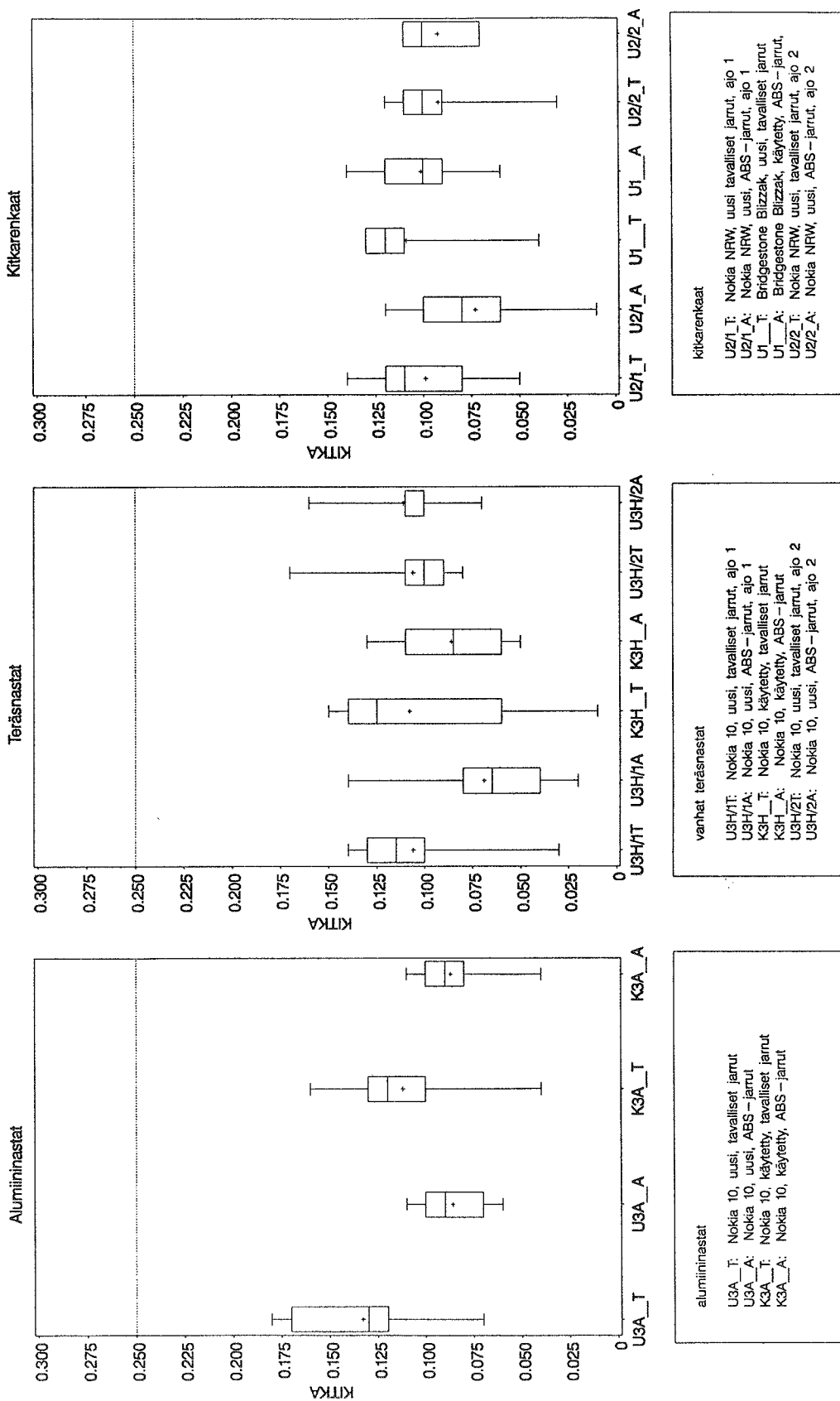
Alumiininastalliset renkaat

Kitkataso oli 0,21–0,22 sekä uusilla että käytetyillä renkailla jarrujärjestelmästä riippumatta. Jääkelistä poiketen ABS-jarruja käytettäessä hajonta eri mittausten välillä oli suurempi kuin lukkojarrutusta käytettäessä.

Teräsastalliset renkaat

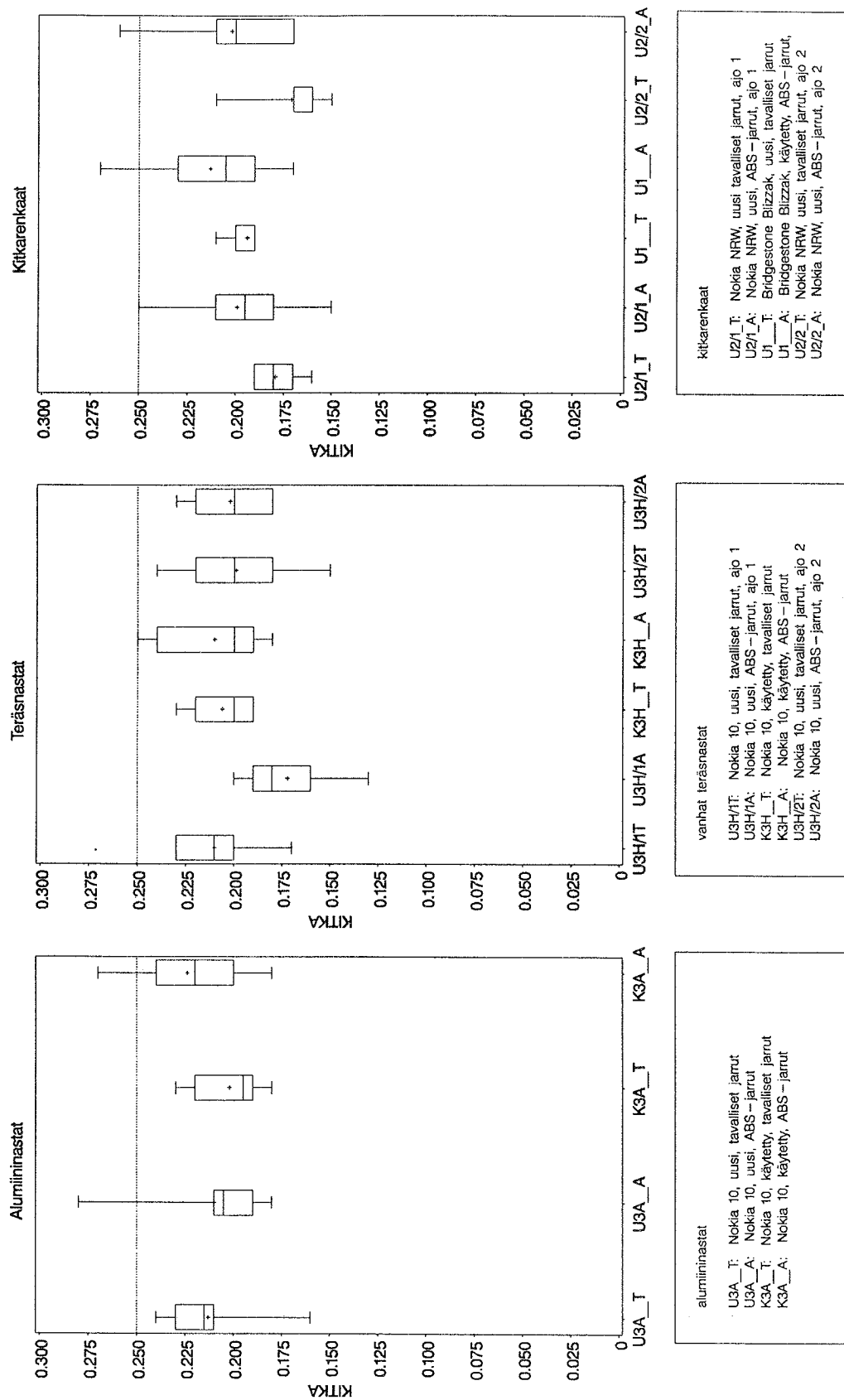
Kitkataso oli sama kuin alumiininastallisilla renkailla jarrutustavasta ja renkaiden laadusta riippumatta. Ainoan poikkeuksen teki käytetty rengas ABS-jarrutuksessa ensimmäisessä koesarjassa. Tällöin kitkataso oli ainoastaan 0,17. Samoilla renkailla toisessa kokeessa kitkataso noudatteli muiden tulosten linjaa.

Henkilöautomittaus, esikäsittelemätön kuiva jää



Kuva 10. Henkilöautomittaus kuivalla jäällä erilaisilla jarrujärjestelmillä. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %-n kvartiilit poikkiviivoilla.

Henkilöautomittaus, jääpolanne



Kuva 11. Henkilöautomittaus jääpolanteella erilaisilla jarrujärjestelmillä. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %-n kvartiilit poikkiviivoilla.

Kitkarenkaat

Kitkataso oli lähes alumiininastallisten renkaiden luokkaa (0,17–0,21), mutta hajonta ABS-jarrutuksissa oli todella suuri.

Erityisesti kiinnittyy huomio siihen, että jääpolannekelillä suuresta hajonnasta huolimatta ABS-jarrutusten kitkataso oli järjestään parempi kuin lukkojarrutusten.

4.3 Märkä jää (kuva 12)

Märällä jäällä kitkataso oli yleensä niin alhainen, ettei siinä pysty kävelen pystyssä. Tätä keliä esiintyy korkeintaan muutaman kerran vuodessa. Tällainen keli on myös silloin kun on ns. mustaa jäätä.

Yleisesti ottaen renkaista tai nastatyyppistä riippumatta märällä jäällä jarrutustilanteissa on niin liukasta, että ajoneuvon hallinta on todella vaikeaa ja ennen jarrutusta oli mahdotonta arvioida todellista jarrutusmatkaa. Hajonnat eri mittausten välillä olivat suuria.

Näissä mittauksissa märällä jäällä kitka oli parempi kuin aiemmin mitatulla kiualla jäällä. Mittausolosuhteissa tuuli toi märälle jäälle hienoa tuiskulunta, jolloin märän jään kitkataso parani olennaisesti.

Alumiininastalliset renkaat

ABS-jarruja käytettäessä sekä uusilla että käytetyillä renkailla hajonta mittauksissa oli merkittävästi pienempi kuin lukkojarrutuksissa. Jarrutuspidossa ei ollut olennaisia eroja. Kitkataso oli 0,16–0,17.

Teräsnastalliset renkaat

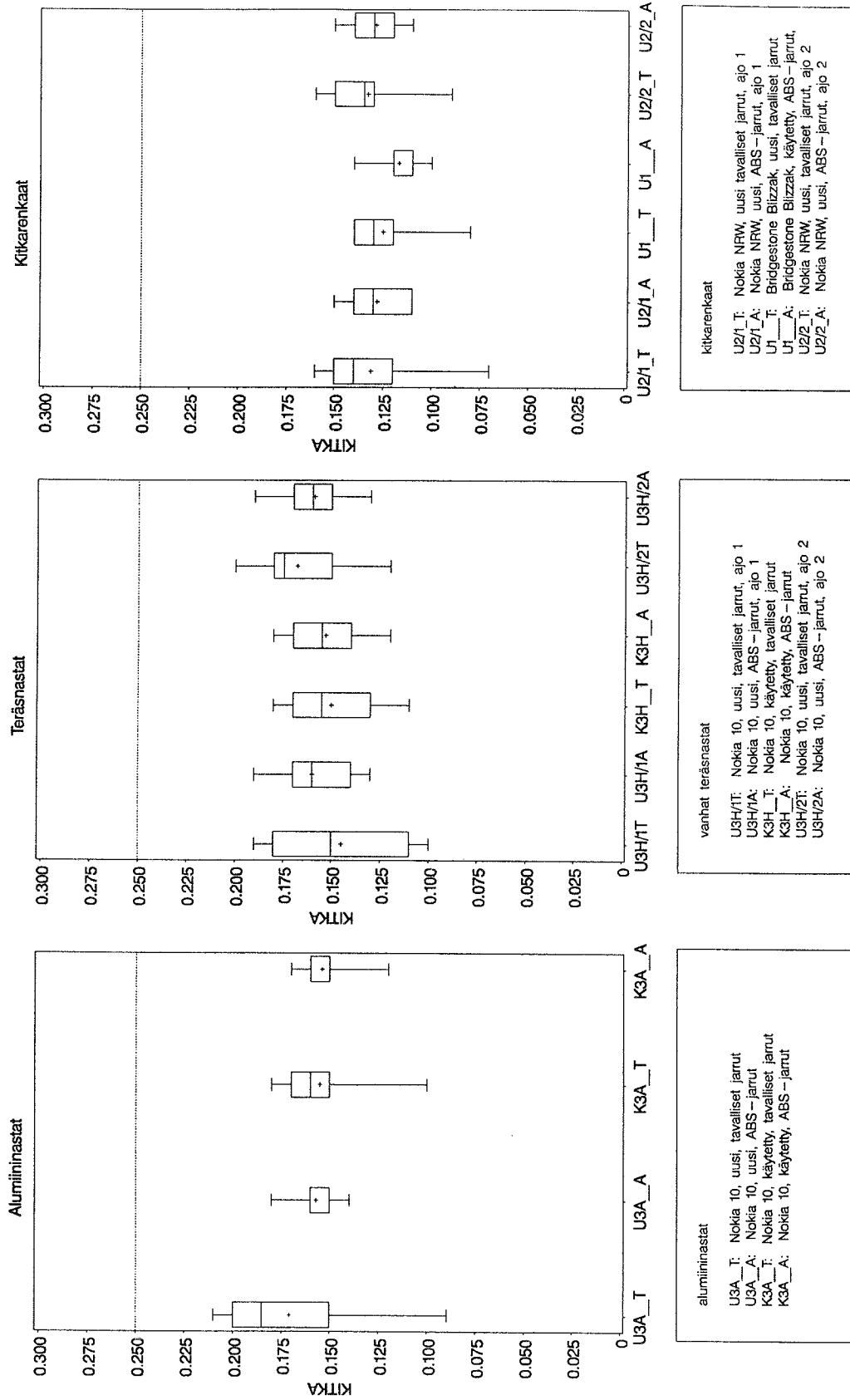
Jarrutuspidossa ei voitu havaita mitään merkittävää eroa lukkojarrutuksessa tai käytettäessä lukkiutumattomia jarruja.

Kitkataso sekä uusilla että käytetyillä renkailla oli 0,15–0,17.

Kitkarenkaat

Kitkarenkaiden kitkataso oli jonkin verran alempi (0,12–0,13) kuin alumiininastallisten renkaiden. Käytännön merkitys on kuitenkin vähäinen. Jarrujärjestelmällä ei näyttänyt olevan eroa. Ainoastaan Bridgestone-renkailla ABS-jarruja käytettäessä kitkataso oli hieman alempi kuin muilla renkailla. Ero ei ole merkittävä. ABS-jarruja käytettäessä hajonta eri mittausten välillä oli huomattavasti pienempi kuin käytettäessä lukkojarrutusta.

Henkilöautomittaus, märkä jää



Kuva 12. Henkilöautomittaus märällä jäällä erilaisilla jarrujärjestelmillä. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %-n kvartiilit poikkiviivoilla.

5 YHTEENVETO VUODEN 1993 MITTAUKSISTA

Yhteenvedossa on pyritty yleistämään tuloksia siten, että

- a) verrataan eri renkaita, joissa on samat nastat,
- b) verrataan samoja renkaita, joissa nastat vaihtuvat,
- c) verrataan edellisiä kitkarenkaisiin.

Taulukon (3) perusteella on vaihteluväleillä tarkoitus osoittaa, että kitkatasot vaihtelevat eri rengas- ja nastatyyppien sisällä niin paljon, että useissa tapauksissa kitkatasojen vaihteluvälit menevät ristikkäin. Vaihteluväleissä ei ole huomioitu selvästi muista poikkeavaa mittausta.

Erikseen ei ole eroteltu uusia ja käytettyjä renkaita, ellei ero ollut suuri tai merkittävä. Käytetyt renkaat olivat tässä tapauksessa noin 10 000 km ajettuja renkaita, joka käytännössä tarkoittaa keskivertoautoilijalla toista talvea käytössä olevia renkaita.

Taulukkoon ei myöskään ole otettu kesäkelillä tehtyjä mittauksia, koska niissä renkaiden pitokyvyn eroilla ei ole merkitystä.

Esitetyn perusteella voidaan tuloksista todeta seuraavaa:

Yleistä

Mittauksia on tehty eri olosuhteissa, mutta tutkimuksessa ei ole mukana yleisintä talvikeliä.

Tutkimuksessa tarkastellaan lähinnä keskiarvoja, mutta mittauksissa esiintyy suuria hajontoja ja suuria poikkeamia huonoimman ja parhaimman samalla renkaalla samoissa olosuhteissa tehdyn mittauksen välillä. Tämä johtuu mittausolosuhteiden (ei koskaan kahta samanlaista mittauskohtaa) muuttumisesta tai mittaustapojen epätarkkuudesta mitattaessa pieniä eroja.

Käytettäessä eri mittaustapoja, tulokset poikkeavat tasoltaan toisistaan. Kitkarvoja ei siten voi verrata keskenään kuin tilanteissa, jossa mittaustapa on ollut identtinen.

Jääpolanne, sivukitkamittaus

Jääpolanteella, joka on yleinen talvikeli muilla kuin valta- ja kantateillä, rengastuksella on hyvin vähäinen merkitys ajamiseen kaikilla yleisimmillä sortokulmilla (2–4 astetta). Kitkataso on kaikilla tutkituilla rengas-nastakombinaatioilla 0,24–0,32 eli pito on hyvä. Sortokulman ollessa 8 astetta (käytännössä jyrkkä mutka) kitkarenkaat ovat pidoltaan hieman huonommat kuin parhaimmat nastoitettut renkaat. Ero on juuri sen suuruinen, että sen voi käytännössä huomata.

Taulukko 3. Kitka- ja nastarenkaiden pito-ominaisuuksien vertailua eri keleillä.
Vuoden 1993 tulosten yhteenveto.

Rengaslaji	Keli	Mittaustapa	Kitkataso	
Alumiininastat	Jääpolanne	Sortokulma 2	uudet	0,28
			suuri ulkonema	0,32
			käytetyt	0,24
Muut nastat	Jääpolanne	Sortokulma 2		0,28-0,30
Kitkarenkaat	Jääpolanne	Sortokulma 2	uudet	0,29-0,31
			käytetyt	0,26-0,30
Alumiininastat	Jääpolanne	Sortokulma 4	uudet	0,32-0,33
			käytetyt	0,30
Muut nastat	Jääpolanne	Sortokulma 4		0,28-0,31
Kitkarenkaat	Jääpolanne	Sortokulma 4	uudet	0,28-0,32
			käytetyt	0,28
Alumiininastat	Jääpolanne	Sortokulma 8		0,26-0,27
Muut nastat	Jääpolanne	Sortokulma 8		0,24-0,26
Kitkarenkaat	Jääpolanne	Sortokulma 8		0,21-0,24
Alumiininastat	Kuiva jää	Sortokulma 2	uudet	0,16-0,19
			käytetyt	0,15-0,16
Muut nastat	Kuiva jää	Sortokulma 2		0,13-0,16
Kitkarenkaat	Kuiva jää	Sortokulma 2		0,14-0,18
Alumiininastat	Kuiva jää	Sortokulma 4	uudet	0,19-0,23
			käytetyt	0,16
Muut nastat	Kuiva jää	Sortokulma 4		0,14-0,18
Kitkarenkaat	Kuiva jää	Sortokulma 4		0,13-0,14
Alumiininastat	Kuiva jää	Sortokulma 8	uudet	0,19-0,22
			käytetyt	0,18-0,20
Muut nastat	Kuiva jää	Sortokulma 8		0,17-0,18
Kitkarenkaat	Kuiva jää	Sortokulma 8	uudet	0,17-0,19
			käytetyt	0,13-0,16
Alumiininastat	Lumipolanne	Lukkojarrutus	uudet	0,16-0,21
			suuri ulkonema	0,27
			käytetyt	0,15-0,18
Muut nastat	Lumipolanne	Lukkojarrutus		0,17-0,20
Kitkarenkaat	Lumipolanne	Lukkojarrutus		0,10-0,11
Alumiininastat	Kuiva jää	Lukkojarrutus	uudet	0,14-0,16
			suuri ulkonema	0,13
			käytetyt	0,13-0,15
Muut nastat	Kuiva jää	Lukkojarrutus		0,09-0,13
Kitkarenkaat	Kuiva jää	Lukkojarrutus	uudet	0,09-0,11
			käytetyt	0,07-0,09
Alumiininastat	Kuiva jää	Lukkojarrutus/ABS	ei ABS	0,11-0,13
			ABS	0,08-0,09
Teräsnastat	Kuiva jää	Lukkojarrutus/ABS	ei ABS	0,11
			ABS	0,07-0,11
Kitkarenkaat	Kuiva jää	Lukkojarrutus/ABS	ei ABS	0,09-0,11
			ABS	0,07-0,10
Alumiininastat	Lumipolanne	Lukkojarrutus/ABS		0,21-0,22
Teräsnastat	Lumipolanne	Lukkojarrutus/ABS		0,17-0,21
Kitkarenkaat	Lumipolanne	Lukkojarrutus/ABS	ei ABS	0,17-0,19
			ABS	0,20-0,21
Alumiininastat	Märkä jää	Lukkojarrutus/ABS		0,16-0,17
Teräsnastat	Märkä jää	Lukkojarrutus/ABS		0,15-0,17
Kitkarenkaat	Märkä jää	Lukkojarrutus/ABS		0,12-0,13

Käytettyjen renkaiden pito on hivenen huonompi kuin uusien kokeissa olleiden renkaiden. Ero on kuitenkin merkityksetön. On huomattava, että tutkimuksessa käytetyt renkaat olivat vain 10 000 km ajettuja, mikä vastaa keskivertoautoilijalla toista talvea käytössä olevia renkaita. Liikenteessä olevat talvirenkaat ovat keskimäärin 20 000–40 000 km ajettuja.

Kuiva jää, sivukitkamittaus

Kuivalla jäällä, joka on erittäin harvinainen talvikeli, sortokulman ollessa 2 astetta tutkittujen rengasyhdistelmien ja renkaiden kitkataso oli 0,13–0,19, eli ajoneuvon hallinnan kannalta oli liukasta.

Erot rengastyypin välillä olivat pieniä. Kitkarenkaat eivät olleet nastarenkaisiin verrattuna huonompia.

Sortokulman ollessa 4 astetta (normaali tien jyrkähkö kaarre) nastarenkaiden pito oli yhtä hyvä tai parempi kuin pienemmälläkin sortokulmalla. Sen sijaan kitkarenkaiden pito oli olennaisesti huonompi kuin 2 asteen sortokulmalla.

Sortokulman suurenessa 8 asteeseen (rengas lähes luistaa sivuttain) nastarenkaiden pito säilyy samanlaisena kuin pienemmälläkin sortokulmalla. Vähän käytetyn (10 000 km) kitkarenkaan pito on yhtä heikko kuin pienemmälläkin sortokulmalla. Uuden kitkarenkaan pito on samaa luokkaa kuin nastarenkaan, joka on varustettu muilla kuin uudet määräykset täyttävillä alumiininastoilla. Viime mainittujen pito on kaikissa tilanteissa paras. Ero käytännössä on kuitenkin vähäinen.

Jääpolanne, lukkojarrutusmittaus

Lukkojarrutus tilanteessa jääpolanteella nastoista tai renkaista riippumatta nastarenkaiden kitkataso on 0,15–0,21, eli jarrutus tilanteessa pito tuntuu huonolta. Nastaulkoneman kasvattaminen lisää huomattavasti pitoa (0,27). Kitkarenkailla vastaavissa olosuhteissa pito on todella huono (0,10–0,11). Jarrutettaessa tuntuu siltä, että nopeus vain kasvaa ja hidastuvuutta ei tunnu olevan lainkaan.

Kuiva jää, lukkojarrutusmittaus

Lukkojarrutuksessa kuivalla jäällä kaikilla tutkituilla rengasyhdistelmillä kitkataso on niin huono, että jarrutuksen onnistuminen kohtuullisesti riippuu jo paljon autosta ja kuljettajan taidosta. Alumiininastoitetuilla renkailla kitkataso vaihteli 0,13–0,16. Muilla nastoilla kitkataso oli aina näiden alle. Kitkarenkailla kitkataso oli 0,07–0,11. Liukkaus vastaa olosuhteita, joissa ei kävelen pysy pystyssä. Liukkaus tarkoittaa myös sitä, että tien ollessa normaalisti kalteva, ajoneuvo voi paikaltaan liukua kallistuksen suuntaan. Samoin sivutuulella tuuli voi siirtää ajoneuvon asemaa.

Kuiva jää, jarrujärjestelmien vertailu

Kuivalla jäällä oli aivan yhdentekevää, mitkä renkaat tai jarrujärjestelmä oli käytössä. Kaikissa jarrutus tilanteissa oli niin liukasta, että muut tekijät kuin renkaat tai jarrujärjestelmä vaikuttavat jarrutustulokseen.

Jääpolanne, jarrujärjestelmien vertailu

Jääpolanteella nastoitettut renkaat käyttäytyivät kuin VTT:n kitka-autolla tehdyssä mittauksessa. Myöskään jarrujärjestelmällä ei ollut eroja. Sen sijaan kitkarenkail-la lukkiutumattomien jarrujen käyttö parantaa jarrutustulosta. Tulos on silloin lähes alumiininastoitettujen renkaiden luokkaa.

Märkä jää, jarrujärjestelmien vertailu

Märällä jäällä ei näyttänyt olevan merkitystä, millä jarrujärjestelmällä jarrutettiin. Renkaiden paremmuusjärjestys ja suhteelliset erot säilyivät lähes samansuuntaisina kuin VTT:n kitka-auton mittaustuloksissa. Alumiininastoitettujen renkaiden pito oli hieman parempi kuin muilla nastoilla nastoitettujen renkaiden. Vastaavasti kitkarenkaiden pito oli huonoin. Kuitenkin kaikilla renkailla pito oli huono.

Tutkimuksessa erot eri renkaiden ja nastatyypin välillä olivat käytännön kannalta pieniä ja eri ominaisuudet menevät eri olosuhteissa ristiin. Jos eri ominaisuuksia arvotetaan pisteytyksillä, mikä ei ole mikään tieteellinen totuus, mutta antaa kokonaiskäsityksen renkaiden käyttäytymisestä eri tilanteissa (vain VTT:n kitka-autolla tehdyt kokeet), saadaan oheinen asetelma.

Alumiininastoitettujen renkaiden erot uutena olivat pieniä. Niiden erot 10 000 km ajettuina olivat myös pieniä. Indekseinä ilmaistuna:

	uudet	10 000 km käytetyt
- Michelin	100	77
- Gislaved	98	77
- Nokia	91	76
- Nokia	102(suuri ulkonema)	

Teräs-, turva- ja muovinastoitettut toimivat uutena kuin alumiininastoitettut renkaat 10 000 km käytettynä. Ominaisuudet huononevat (tai jopa paranevat) 10 000 km käytön jälkeen vähemmän kuin alumiininastoitetuilla renkailla:

	uudet	käytetyt
- Nokia, teräsnasta	77	69
- Nokia, turvanasta	62	65
- Nokia, muovinasta	65	75

Uusien kitkarenkaiden pito on parhaimmillaan vähän käytettyjen alumiininastallisten renkaiden luokkaa. Huonoimmillaan pito on huonompi kuin millään nastoitettulla renkaalla. Käytetyt kitkarenkaat voivat menettää lyhyelläkin ajomatkalla huomattavan osan ominaisuuksistaan.

	uudet	käytetyt
- Bridgestone	75	38
- Nokia	60	50

6 TULOKSET VUODEN 1994 MITTAUKSISTA

6.1 Mitatut hidastuvuudet

Kaikissa ABS-jarruilla tehdyissä hidastuvuusmittauksissa saatiin polannekelle hyvä keskihidastuvuus yli 2,5 m/s² (taulukko 4).

Taulukko 4. Kahdella peräkkäisellä polanteella tehdyt hidastuvuusmittaukset.

rengastus ja mittauspaiikka	keskiarvohidastuvuus [m/s ²]	keskihajonta [m/s ²]	pienin hidastuvuus [m/s ²]	suurin hidastuvuus [m/s ²]	havaintoja kpl
NRW vanhat, I, 1. vert.	2,53	0,06	2,45	2,61	8
NRW uudet, I	2,76	0,14	2,54	2,96	8
NRW vanhat, I, 2. vert.	2,58	0,27	2,32	3,09	6
Hkpl 10 vanhat, I	2,71	0,23	2,44	3,02	6
Hkpl 10 uudet, I	3,31	0,05	3,22	3,34	5
NRW vanhat, I, 3. vert.	2,91	0,38	2,40	3,45	6
NRW vanhat, I, ei ABS	1,90	0,33	1,70	2,28	3
NRW vanhat, II, 1. vert.	2,76	0,22	2,46	3,24	12
NRW uudet, II	3,03	0,20	2,77	3,29	8
NRW vanhat, II, 2. vert.	2,84	0,17	2,66	3,06	7
Hkpl 10 vanhat, II	2,95	0,16	2,79	3,22	6
Hkpl 10 uudet, II	3,38	0,07	3,31	3,48	5
NRW vanhat, II, 3. vert.	3,16	0,31	2,88	3,59	5
NRW vanhat, II, ei ABS	2,21	0,53	1,79	2,81	3

Nokia NRW = kitkarengas
Nokia Hkpl 10 = nastarengas
I = jarrutusalue 1
II = jarrutusalue 2

Vaikka mitattavat tienpinnat pyrittiin pitämään vakiokuntoisina ajamalla mitauspaikkojen yli kahdella nastarenkain varustetulla henkilöautolla ja yhdellä nastattomin palakuviorenkain varustetulla kuorma-autolla, hidastuvuusmittauksessa käytetty rengastus vaikutti pinnan kitkaominaisuuksiin (eli hidastuvuusominaisuuksiin).

6.2 Nastattomien renkaiden hidastuvuusominaisuudet

Vanhoja, noin 20 000 km ajettuja, nastattomia renkaita pidettiin vertailurenkaina, joilla tehtiin kolmet mittaukset. Alkuperäisenä tarkoituksena oli selvittää tutkittavien pintojen kitkatason yleinen muuttuminen. Tutkittavien pintojen ominaisuudet eivät kuitenkaan muuttuneet erilaisten renkaiden karhentavaa ja kiillottava vaikutusta lukuun ottamatta.

Vanhat nastattomat renkaat

Ensimmäinen ajokerta vertailurenkailla ajettiin pidempänä kuin kaikki muut ajokerrat, jotta tutkittavilla pinnoilla saavutettaisiin tilanne, jossa hidastuvuus ei

enää muuttuisi kulutuksen myötä. Täydelliseen tasapainoon ei päästy, mutta muutos jäi merkityksettömän pieneksi. Koska vertailurenkaiden jälkeen ajettiin uusilla nastattomilla renkailla, pinta ei olennaisesti muuttunut siirryttäessä jälleen takaisin vertailurenkaisiin. Vertailurenkailla saavutettava hidastuvuus on ensimmäisen ja toisen ajokerran perusteella 2,8–2,5 m/s². Hidastuvuus on parantunut 2–3 % vertailurenkailla siirryttäessä ensimmäisestä ajokerrasta toiseen ajokertaan. Muutos ei ole merkittävä. Vertailurenkailla tehdyssä kolmannessa mittauksessa nastarenkaiden jälkeen hidastuvuus on 15 % parempi ensimmäiseen ajokertaan verrattuna. Ero on jo merkittävä. Parempi hidastuvuuden keskiarvo johtuu nastarenkaiden karhentavasta vaikutuksesta.

Koko tutkittavaa rengassarjaa koskevien ABS-jarruilla tehtyjen mittausten jälkeen aloitettiin vertailurenkailla samat mittaukset lukkojarrutuksin. Lukkojarrutukset muuttivat keliä voimakkaasti jokaisella jarrutuskerralla: hidastuvuus huononi jyrkästi. Lisäksi tutkittavien pintojen puhkikuluminen oli odotettavissa. Mittaukset keskeytettiin, koska vertailukelpoisia tuloksia ei ollut odotettavissa. Ensimmäisissä lukkojarrutuksissa saatiin parempia hidastuvuuksia kuin edeltävissä ABS-jarruin tehdyissä mittauksissa. Jo toisella lukkojarrutuskerralla hidastuvuus oli ABS-jarruilla saavutettua hidastuvuutta huonompi.

Uudet nastattomat renkaat

Uusia nastattomia renkaita käytettiin vertailurenkaiden välissä. Saavutettu hidastuvuus on 2,8–3,0 m/s², mikä on 7–10 % parempi kuin vertailurenkailla. Uusien renkaiden vanhoja parempi hidastuvuus johtuu terävämmistä särmistä. Urasyvyyksillä ei tässä tapauksessa ole merkitystä koska tiellä ei ollut juurikaan irtolunta. Hidastuvuuksien selvää huonontumista toisessa mittauspaikassa uusilla nastattomilla renkailla on vaikea perustella millään tunnetulla syyllä.

6.3 Nastallisten renkaiden hidastuvuusominaisuudet

Vanhat nastarenkaat

Vanhoja nastarenkaita nastattomien renkaiden jälkeen käytettäessä hidastuvuus paranee loppua kohti nastojen karhentavan vaikutuksen vuoksi. Hidastuvuuden keskiarvo on 2,7–3,0 m/s².

Uudet nastarenkaat

Ennen uusien nastarenkaiden käyttöä mittauksissa vanhat nastarenkaat olivat karhentaneet tien pintaa niin pitkälle, että lisäkarhentumista ei enää tapahtunut. Hidastuvuuden keskiarvo on 3,3–3,4 m/s². Verrattaessa uusien ja vanhojen nastarenkaiden keskiarvohidastuvuuksia ero on huomattava eli 15–22 %. Jos arvioidaan, että vanhoilla nastarenkailla hidastuvuus asettuisi pidemmän käytön myötä arvoon 3,1–3,2 m/s², olisi hidastuvuusero 5–7 % uusien nastarenkaiden hyväksi.

6.4 Yhteenveto vuoden 1994 mittauksista

6.4.1 Hidastuvuuserojen merkittävyys

Renkaiden tienpintaan vaikuttava muokkaus vaikuttaa hidastuvuusominaisuuksiin. Tehdyissä mittauksissa hidastuvuuden muutos on ollut usein koko rengaskertaa koskevan mittauksen ajan muuttuva. Taulukkoon 5 on kerätty arviot tilanteesta, jossa muutos olisi jo tasaantunut. Arviot perustuvat taulukon 4 keskiarvoihin.

Taulukko 5. Arvioidut hidastuvuudet ja kitkakertoimet neljällä rengastuksella Konemiehentiellä 5. –6.3.1994 vallinneella kelillä. Jarrutus lukkiutumattomin jarruin.

rengastus	hidastuvuus [m/s ²]	kitkakerroin
NRW vanhat, n. 20 000 km ajetus	2,7	0,28
NRW uudet	2,9	0,30
Hkpl 10 vanhat, n. 20 000 km ajetus	3,1	0,32
Hkpl 10 uudet	3,3	0,34

Erot uusien ja 20 000 km ajettujen renkaiden välillä eivät ole suuria, noin 7 %. Silmämääräisesti arvosteltuna 20 000 km ajetus renkaat olivat vielä hyviä: särmit eivät olleet liikaa pyöristyneet ja nastojen kiinnitys oli tiukka. Urasvyvyksillä ei ollut tässä mittauksessa suurta merkitystä, koska tiellä oli vähän irtolunta. Pehmeällä lumella uusien ja vanhojen renkaiden hidastuvuusero olisi ollut todennäköisesti suurempi.

Nastarenkaiden ja nastattomien ero on merkittävä, noin 14–15 %. Tosin nastattomilla renkailla polanteella saavutettu hidastuvuus 2,7–2,9 m/s² on hyvä arvo. Ilmeisesti renkaiden väliset erot korostuisivat mikäli tien pinnan lämpötila olisi lähempänä 0 °C ja kaikki hidastuvuusarvot pienempiä.

6.4.2 Lukkiutumattomien jarrujen merkitys

Jarrutettaessa lukkojarrutuksia perinteisin jarruin tie kiillottuu jarrutuskohdalta. Samassa kohdassa nastattomien renkain tehdyn kolmannen lukkojarrutuksen hidastuvuus oli enää 64–75 % ensimmäisestä lukkojarrutuksesta. Muutoksen suunnan perusteella lukkojarrutusten jatkuessa yhä huonommat hidastuvuudet ovat odotettavissa. Nastarenkain kehitys on samansuuntainen mutta todennäköisesti hitaampi nastojen karhentavan vaikutuksen vuoksi. Vastaavaa kiillottumista tapahtuu esimerkiksi risteysalueilla missä hyvää hidastumista tarvittaisiin.

Lukkiutumattomin jarruin vastaavaa kiillottumista ei tapahtuisi ja riittävät tien hidastuvuusominaisuudet säilyisivät nastattomien renkain useimmissa ajo-olosuhteissa. Tosin vähäistä kiillottumista tapahtuu lukkiutumattomien jarrujen toimiessa mahdollisemman tehokkaasti pyörien nopeuden vaihdella jaksoittaisesti jarrujen säätöpulssien tahdissa. Kiillottuminen näkyy noin 10–15 cm pitkinä muuta tietä kiiltävimpinä kohtina sopivassa kulmassa auton valoissa katsottuna. Tämän vähäisenkin kiillottumisen voidaan odottaa vähentyvän lukkiutumattomien jarrujen säätöjärjestelmien kehittyessä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET VUOSIEN 1993 JA 1994 MITTAUKSISTA

Eri mittaustapojen (VTT:n kitka-auto, Digislope, Peiseler) absoluuttiset arvot poikkeavat toisistaan niin, ettei tuloksia voi verrata keskenään.

Tienpinnan ja renkaan välisessä kitkassa 0,05 ero erittäin liukkaalla on merkittävä, mutta mittausmenetelmät tai olosuhteiden vaihtelu aiheuttavat sen, että hajoonta mittausten välillä on niin suuri, ettei näin pieniä eroja voida ehdottoman luotettavasti mitata. Peiseler-laitteiston käyttö yhdistettynä mittauslaitteistoon, jossa on lukkiutumattomat jarrut, osoittautui mittauksissa (1994) luotettavaksi tavaksi mitata hidastuvuutta ja sitä kautta tien pinnan ja renkaan välistä kitkaa. Lukkiutumattomien jarrujärjestelmien kehittyminen niin, että mitattavista pyöristä tulee nykyistä enemmän matkapulsseja, parantaa edelleen Peiseler-laitteiston käyttömahdollisuuksia. Tällöin jarrutuksissa tien pinta ei muutu. Tällä hetkellä jarrutus lukkiutumattomilla jarruilla aiheuttaa tien pintaan laikkuja, jotka muuttavat kitkaa (huonontavat) ja samalla paikalla tehtävien seuraavien mittausten tuloksia.

Tuloksia arvioitaessa on syytä muistaa, että liukkaalla kelillä kuljettajan toiminta on useissa tilanteissa ratkaisevampi kuin 0,05:n ero kitkatasossa renkaan ja tienpinnan välillä tietyssä lämpötilassa.

Talvikelillä kelin laatu on vaikeasti määriteltävissä. Ei ole yhteismitallista lukua tai indeksiä, jolla tien pinnan laatu kuvattaisiin. Mittauksissa ilmeni, että silmämääräisesti märkä jää voi kitkaominaisuuksiltaan olla pitävämpi kuin kuiva jää. Erityisesti tutkimustarkoituksissa tienpinnan laatuun ja sen mahdollisimman tarkkaan (objektiiviseen) määrittelyyn tulisi jatkossa kiinnittää huomiota.

Lumi- ja jääpolannetta on monenlaista riippuen paljon polanteen syntytavasta, yli ajaneiden autojen laadusta ja renkaista sekä luonnollisesti mittaushetken säästä ja lämpötilasta. Tien pinnan laadulle olisi kehitettävä yhteismitallinen luku- tai indeksiarvo.

Liikennemäärien perusteella talviaikana liukkaalla ajetaan enintään 20 % ajasta (Pohjois-Suomi). Etelä-Suomessa vastaava luku on vain noin 10 %. Autoilijan kannalta on olennaista, että auto on varustettu renkailla, jotka soveltuvat jatkuvasti muuttuviin olosuhteisiin. Talviliukkaalla ajamisen ongelma on tienpinnan liukkauden äkilliset muutokset.

Vuoden 1993 mittauksissa tutkittiin uusia ja 10 000 km ajettuja renkaita erilaisella nastoituksella, samanlaisia renkaita erilaisilla nastoilla sekä kitkarenkaita. Näitä yhdistelmiä tutkittiin erilaisissa olosuhteissa ja erilaisilla mittaustavoilla. Sivuttaispitoa mitattiin VTT:n kitka-autolla ja lukkojarrutus-pitoa henkilöautomittauksilla. Lisäksi tutkittiin henkilöautomittauksilla eri jarrujärjestelmien vaikutusta renkaiden käyttäytymiseen. On muistettava, että keskimäärin käytössä olevat renkaat ovat 20–40 000 km ajettuja.

Talviajamisen mitta-arvoina voidaan pitää seuraavia (lukkojarrutuksen kitkataso nastarenkailla) kokemusperäisiä määritelmiä:

- yli 0,25 erittäin hyvä pito, yllätyksetöntä talviliikennettä
- yli 0,20 hyvä pito, kohtuullisen selviämisen raja
- yli 0,15 huono pito, vain kokeneille kuljettajille
- yli 0,10 erittäin huono pito, vain hyvällä tuurilla tai taidolla
- alle 0,1 kitka ei riitä liikkumiseen

Edellisen perusteella voidaan vuoden 1993 mittauksista todeta:

Jääpolanteella sivuttaispito kaikilla tutkituilla renkailla ja rengas-nastayhdistelmillä sekä uutena että vähän ajettuina oli hyvä. Kitkarenkaiden pito verrattuna nastarenkaksiin huononi jyrkässä mutkassa (sortokulman kasvaessa).

Kuivalla jäällä sivuttaispito oli alumiininastallisilla renkailla edellä esitetyin määritelmän huono. Pito parani sortokulman kasvaessa. Muilla kuin alumiininastallisilla renkailla (mukaan luettuna vanhojen määräysten mukaiset nastat) pito oli vielä huonompi. Kitkarenkailla pienellä sortokulmalla (loiva kaarre) pito oli huono ja sortokulman kasvaessa pito muuttui erittäin huonoksi.

Lumipolanteella lukkojarrutuksessa nastarenkaiden pito oli huono ja kitkarenkaiden erittäin huono. Suurella nastaulkonemalla varustetut renkaat olivat näissä olosuhteissa erittäin hyvät.

Kuivalla jäällä lukkojarrutuksessa alumiininastoitetujen renkaiden pito oli huonon ja erittäin huonon rajalla. Muilla nastoilla varustetut renkaat ja kitkarenkaat olivat kuivalla jääkelillä erittäin huonot. Vähän ajetuilla kitkarenkailla ei kuivalla jäällä ollut lainkaan pitoa. Lukkiutumattomat jarrut eivät muuttaneet tilannetta kuivalla jäällä. Lukkiutumattomien jarrujen etu oli jarrutustapahtuman toistettavuus ja ajoneuvon hallinnan säilyminen.

Vuoden 1994 mittaukset tehtiin kovaksi pakkautuneella lumipolanteella, joka ei ollut kiillottunut. Kitkataso lukkiutumattomilla jarruilla tehdyissä jarrutuskokeissa oli sekä alumiininastallisilla renkailla (Nokia 10) että kitkarenkailla (Nokia NRW) hyvä tai erittäin hyvä. Uusien ja 20 000 km ajettujen renkaiden pitoero oli noin 7 %. Tällä lumipolanteella tuli erityisen hyvin ilmi lukkiutumattomien jarrujen hyöty verrattuna lukkojarrutukseen.

Vuosien 1993 ja 1994 tutkimusten perusteella voidaan todeta, että hyvälaatuinen kitkarengas ja lukkiutumattomat jarrut on hyvä yhdistelmä olosuhteissa, jossa ei jouduta ajamaan jääkeleillä.

Nastarenkaat olivat kokonaisuutena paremmat kuin kitkarenkaat. Erot eri nastarenkaiden välillä olivat 10 000 km ajettuina pieniä.

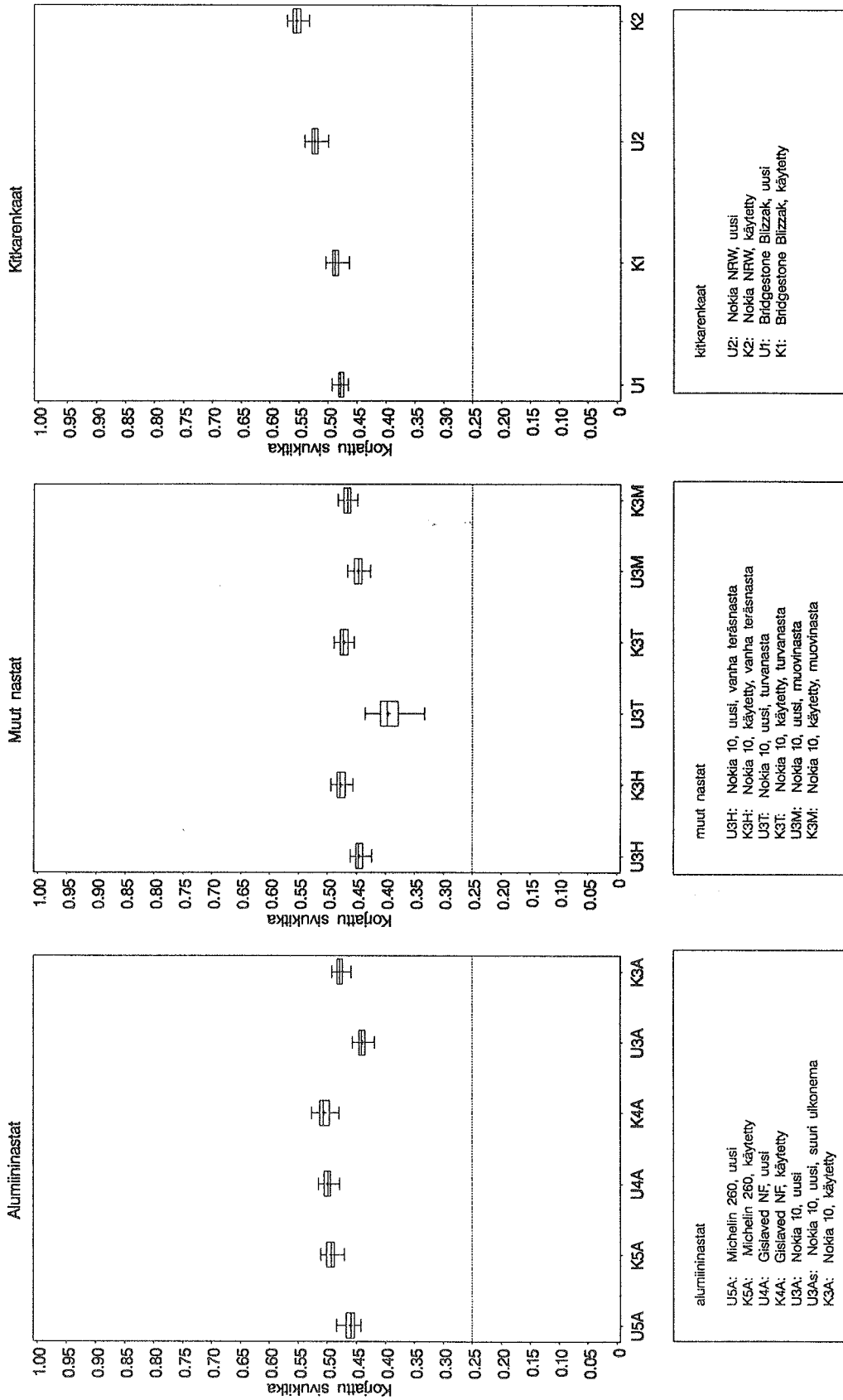
Uusien määräysten mukaiset alumiininastalliset renkaat olivat pääsääntöisesti parempia pidoltaan kuin vanhojen määräysten mukaiset nastarenkaat tai muuntotyypisillä nastoilla nastoitettut renkaat.

Uusien kitkarenkaiden pito oli parhaimmillaan vähän käytettyjen alumiininastallisten renkaiden luokkaa. Huonoimmillaan kitkarenkaiden pito oli huonompi kuin millään nastoitettulla renkaalla. Käytettynä kitkarenkaat voivat menettää lyhyelläkin ajomatalla huomattavan osan pidostaan. Tässä on suuria eroja eri valmistajien kesken.

RENKAAT JA NIIDEN KOODIT VUODEN 1993 MITTAUKSISSA

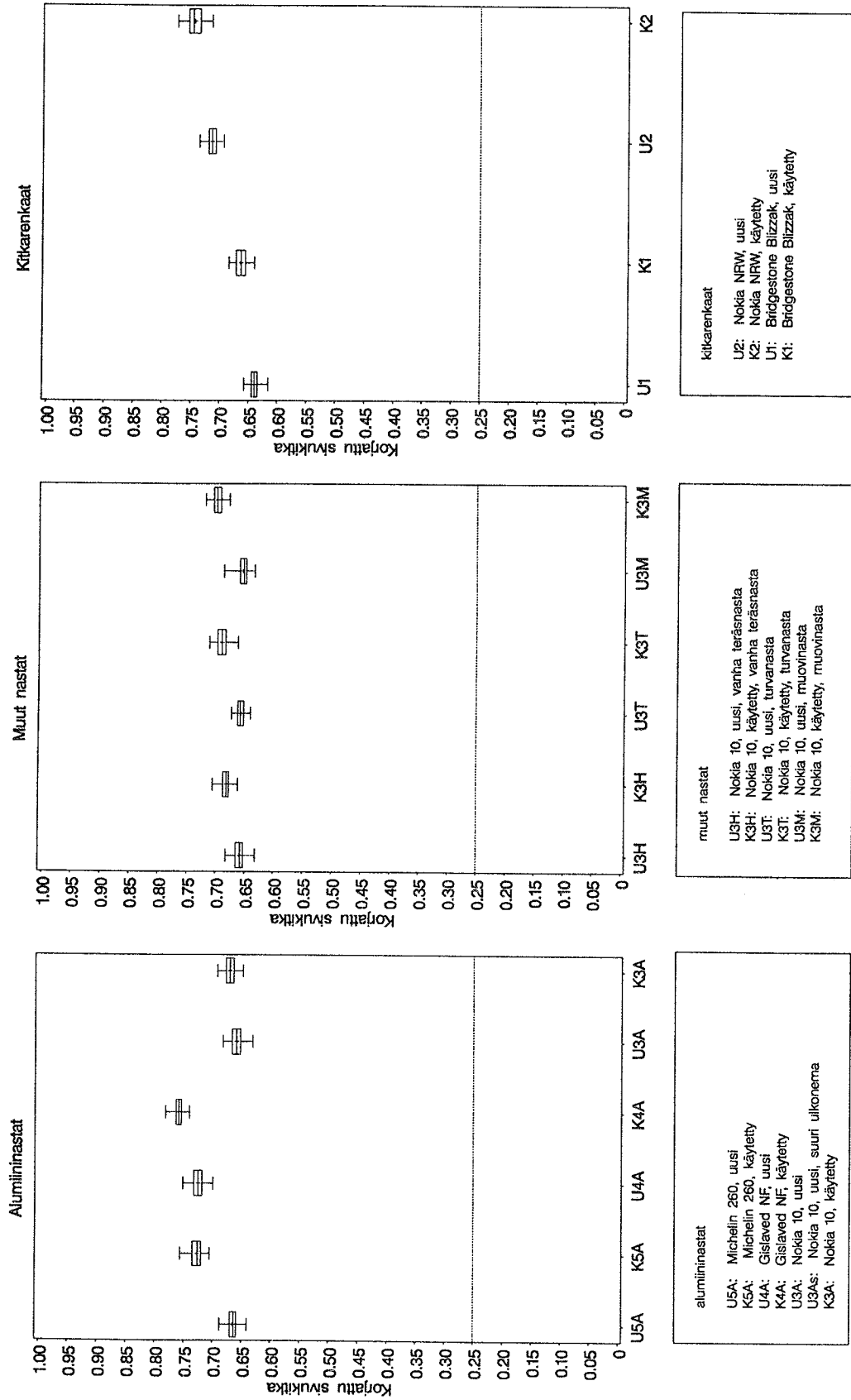
Koodi	Rengas	Ajettu (km)	Uran syvyys (mm)	Nasta 11 mm	Paino (g)	Ulkonema (mm)	Ulkonema (mm)	Ulkonema (mm)
U5A	Michelin 260	650	9,6	Kometa alum.	1,1 g	1,17	1,30	1,42
K5A	Michelin 260	10500	8,9	Kometa alum.	1,1 g	1,25	1,33	1,37
U4A	Gislaved	650	9,5	Kometa alum.	1,1 g	1,45	1,57	1,65
K4A	Gislaved	10500	8,6	Kometa alum.	1,1 g	1,39	1,52	1,56
U3A	Nokia 10	620	10,2	Kometa alum.	1,1 g	1,27	1,41	
U3As	Nokia 10	620	10,2	Kometa alum.	1,1 g	1,43	1,59	1,66
K3A	Nokia 10	10300	9,3	Kometa alum.	1,1 g	0,96	0,97	
U3M	Nokia 10	650	10,2	Leijona muovi	0,7 g	0,88	0,95	1,03
K3M	Nokia 10	10000	9,4	Leijona muovi	0,7 g	1,01	1,01	1,10
U3T	Nokia 10	650	10,1	Turvanasta	1,4 g	1,05	1,09	1,12
K3T	Nokia 10	10000	9,3	Turvanasta	1,4 g	1,05	1,03	1,12
U3H	Nokia 10	633	10,0	Kometa teräs	1,8 g	1,06	1,11	
K3H	Nokia 10	10000	9,4	Kometa teräs	1,8 g	1,06	1,06	
U2	Nokia NRW	595	8,8	kitkarenkaat	ei nastoja			
K2	Nokia NRW	10000	8,1	kitkarenkaat	ei nastoja			
U1	Bridgest. Blizzak	696	9,7	kitkarenkaat	ei nastoja			
K1	Bridgest. Blizzak	10000	8,5	kitkarenkaat	ei nastoja			

Sivukitkamittaus, kulma = 2, kuiva asfaltti



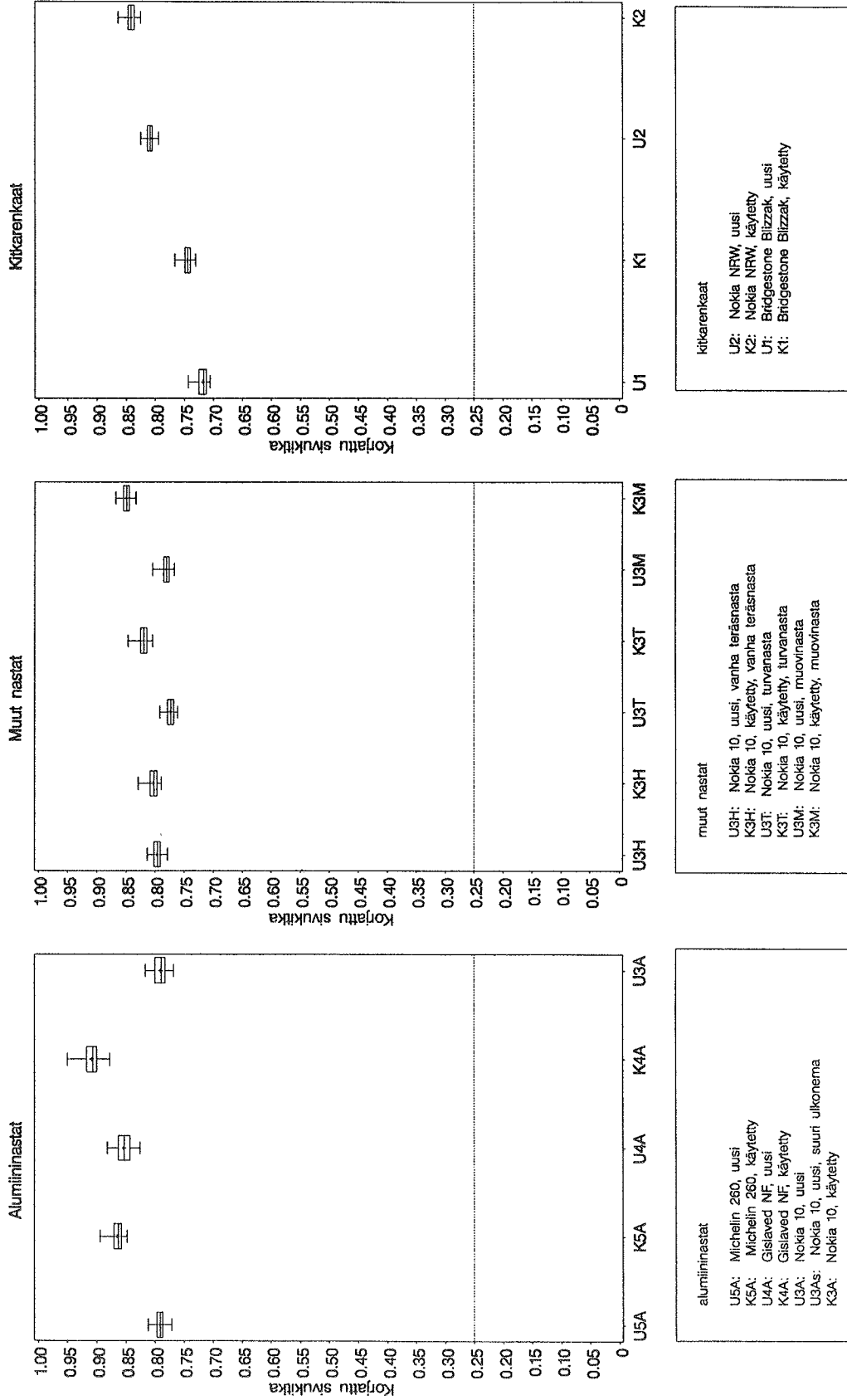
Sivukitkamittaus kuivalla asfaltilla sortokulman ollessa 2 astetta. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %:n kvartiilit poikkiviivoilla.

Sivukitkamittaus, kulma = 4, kuiva asfaltti



Sivukitkamittaus kuivalla asfaltilla sortokuilman ollessa 4 astetta. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimi-arvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %:n kvartiilit poikkiviivoilla.

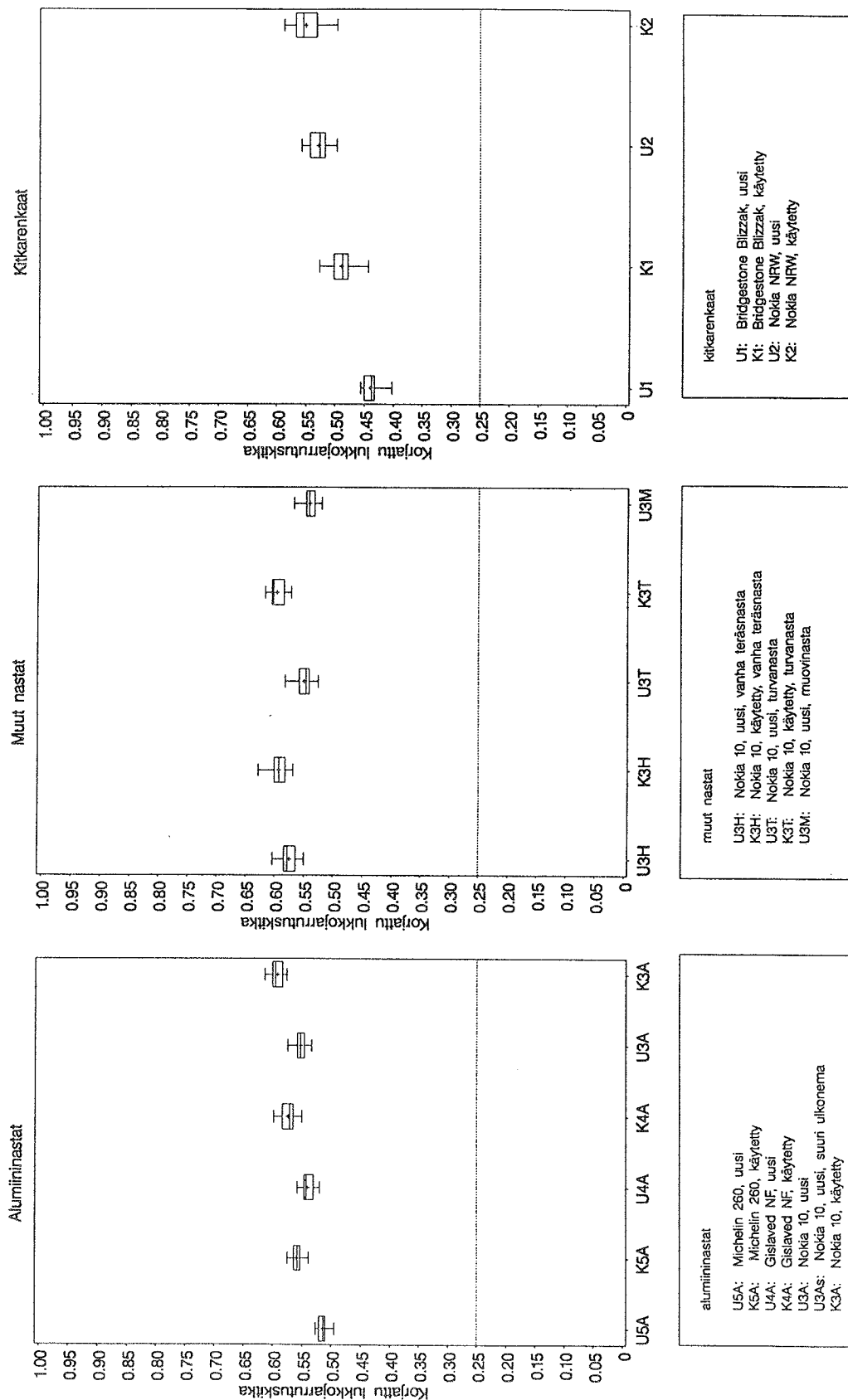
Sivukitkamittaus, kulma = 8, kuiva asfaltti



Sivukitkamittaus kuivalla asfaltilla sortokulman ollessa 8 astetta. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %:n kvartiilit poikkiviivoilla.



Lukkojarrutuskiikamittaus, kuiva asfaltti



Lukkojarrutusmittaus kuivalla asfaltilla. Kuvaan on merkitty mittaustulosten minimi- ja maksimiarvot, keskiarvo + -merkillä ja mediaani sekä 25:n ja 75 %-n kvartiilit poikkiviivoilla.

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 erillisprojekti. TIEL 3200158

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

JATKUU TAKAKANNESSA

TALVI JA TIELIIKENNE -PROJEKTIN JULKAISUJA
(jatkoa takakannen sisäpuolelta)

Talvirengastutkimus; Talvirenkaiden käyttö ja kunto sekä kuljettajien arviot talvirenkaiden 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 erillishankkeen projekti. 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 korroosio- ja kulumiskustannuksiin (Markku Rönholm, Jorma Huura, Eva Häkkinen-Rönholm). 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 tyyppi- ja muodostumisissa (Niemi, Kling, Vahanne, Vaittinen, Hatva, Kivimäki). Tielaitoksen selvityksiä 66/1994. TIEL 3200275

Nastattomia talvirenkaita käyttävien kuljettajien onnettomuusriskit (Matti Roine). Tielaitoksen selvityksiä 69/1994. TIEL 3200278

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