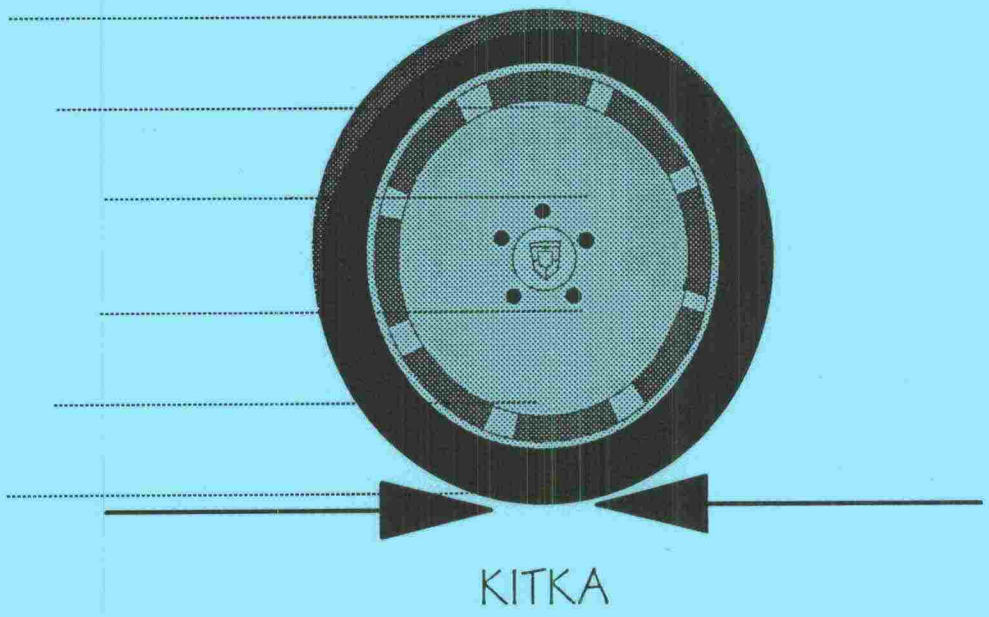
Pentti Honkanen, Antti Tuokkola

Tiehöylä- ja kuorma-autorenkaiden kitkaominaisuuksien vertailu



Tielaitos

Tielaitoksen
sisäisiä
julkaisuja

31/1993

Helsinki 1993

Tuotannon
palvelukeskus

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja
31/1993

Pentti Honkanen, Antti Tuokkola

Tiehöylä- ja kuorma-autorenkaiden kitkaominaisuuksien vertailu

Tielaitos
Tuotannon palvelukeskus

Helsinki 1993

TIEL 4000042
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1993

Julkaisua myy
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotemyynti
Telefax (90) 1487 2652

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

SUMMARY

The friction properties of grader tires and truck tires were tested on frozen packed snow while the friction was 0,2. 10 types of truck tires and 5 types of grader tires were compared. The testing included traction measurements, braking tests and side traction measurements.

From the driver's standpoint, the ideal tire has a large traction, a grip during skid, a good deceleration and a ~~large~~ side traction. An inexperienced driver or generally a multi-function driver needs tires with a better friction than the ones a skilled full-time driver needs.

According to the results tires that suit graders best are Bridgestone VSW or Nokia GRS and tires that suit trucks best are Bridgestone, Michelin or Nokia-tires. When choosing tires one should take the functional properties, the price and the operating costs into consideration.

The graders' tire size could be worth enlarging in the future, because a big tire pulls even during a big skid.

Studs improve the tire's grip properties less than expected. The same grip is obtained with truck tires if the heavy FinnRA studs are replaced with type-approved studs (number of the latter is 50% greater).

The On-Spot accessory's effect on the grip is the same as that of studs. It suits better than the studs though, because it functions more securely when the skidding increases.

Snow chains improve significantly the tire's friction properties. One should, however, note that a fully worn-out chain is as good as the On-Spot accessory when pulling. The use of snow chains should be encouraged by facilitating their attachment and detachment.

According to this research choosing different tires as the truck's pulling and steering tires doesn't notably change the truck's functionability during slippery conditions.

The wearing changes considerably the tire's friction properties. The friction properties of 30-70% worn tires should be examined with a similar research as well. By examining the drivers' opinions systematically, the long-run feasibility of the tires could be defined.

Honkanen Pentti, Tuokkola Antti: Tiehöylä- ja kuorma-autorenkaiden kitkaominaisuuksien vertailu. Helsinki 1993, Tuotannon palvelukeskus. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 31/1993, TIEL 4000042, 21 s. + liitt.
Aiheluokka: 95
Asiasanat: tiehöylät, kuorma-autot, renkaat, testaus

TIIVISTELMÄ

Tiehöylän ja kuorma-auton renkaiden kitka-ominaisuuksia tutkittiin jääpolanteella kitkan ollessa noin 0,2. Vertailtavana oli 10 kuorma-auton ja 5 tiehöylän rengasmallia. Kokeisiin sisältyi vetovoimamittauksia, jarrutuskokeita ja renkaiden sivupidon määrityksiä.

Kuljettajan kannalta ihanteellisessa renkaassa on suuri vetovoima, pito vielä suurellakin luistolla, hyvä hidastuvuus ja suuri sivupito. Kokematon kuljettaja tai yleensä monitoimikuljettaja tarvitsee kitkaltaan paremmat renkaat kuin taitava päätoiminen kuljettaja.

Tulosten perusteella tiehöylän renkaaksi soveltuvat parhaiten Bridgestone VSW tai Nokia GRS ja kuorma-auton renkaiksi Bridgestone-, Michelin- tai Nokia- renkaat. Renkaita valittaessa tulee toiminnallisten ominaisuuksien lisäksi ottaa huomioon myös ostohinta ja käyttökustannukset.

Tiehöylän rengaskokoa kannattanee tulevaisuudessa myös suurentaa, koska suuri rengas vetää isollakin luistolla.

Nastat parantavat arvioitua vähemmän renkaan pito-ominaisuuksia. Sama pito kuorma-auton renkailla saavutetaan, jos järeät tielaitosnastat korvataan noin 1,5 kertaisella määrällä tyyppihyväksyttyjä nastoja.

On-Spot laitteen merkitys pitoon on sama kuin nastojen. Se sopii kuitenkin käyttöön nastoja paremmin, koska se toimii luiston lisääntyessä varmemmin.

Ketjut parantavat merkittävästi renkaiden kitka-ominaisuuksia. On kuitenkin huomattava, että täysin kuluneen (nystyrät kuluneet) ketjun veto-ominaisuudet ovat On-Spot laitteen luokkaa. Ketjujen käyttöä tulisi edistää helpottamalla niiden kiinnitystä ja irrotusta.

Tutkimuksen mukaan erilaisten renkaiden valinta kuorma-auton veto- ja ohjausrenkaiksi ei muuta olennaisesti kuorma-auton suorituskykyä liukkaalla kelillä.

Kuluminen muuttaa merkittävästi renkaan kitkaominaisuuksia. Tulisikin selvittää myös 30...70 %:sti kuluneiden renkaiden kitkaominaisuudet vastaavalla tutkimuksella. Kuljettajien mielipiteitä järjestelmällisesti seuraamalla voitaisiin myös selvittää renkaiden pitkäaikaista käyttökelpoisuutta.

ALKUSANAT

Tämä raportti on tehty Resurssipalvelukeskuksen tilauksesta, joka perustuu tielaitoksen rengastyöryhmän tavoitteisiin. Sen tarkoituksena on selvittää tiehöylän ja kuorma-auton renkaiden kitkaominaisuuksia talviolosuhteissa.

Raportin tiedot perustuvat Rovaniemen lentoasemalla tehtyihin toimintakokeisiin 15. - 23.3.1993.

Kokeet suorittivat ja raportin tekivät P. Honkanen (TIEL/T) ja A. Tuokkola (TIEL/Tpk). Tilaajan edustajana oli K. Pesso (TIEL/Rpk). Kokeiden koneteknikasta huolehti T. Kelloniemi (TIEL/L) ja Lapin tiepiirin korjaamo. Kuljettajina ja asentajina olivat M. Kojo (Loimaan hoitoalue), L. Saavalainen (TIEL/L) ja E. Viekonelo (Rovaniemen läntinen tiemestaripiiri). Raportin muokkasi P. Sala (TIEL/Tpk).

Helsingissä kesäkuussa 1993

Tuotannon palvelukeskus

Turun tiepiiri

Sisältö

1 JOHDANTO 5

2 TUTKIMUS 5
2.1 Tutkimusmenetelmät 5
2.11 Yleistä 5
2.12 Vetovoima 6
2.13 Sivuittaispito 6
2.14 Hidastuvuus 7
2.2 Peruskoneet 7
2.3 Tutkitut renkaat 7
2.4 Olosuhteet 11

3 TUTKIMUSTULOKSET 12
3.1 Tiehöylän renkaat 12
3.2 Kuorma-auton renkaat 16
3.21 Vetorenkaat 16
3.22 Ohjausrenkaat 20
3.23 Kuorma-auton rengasvalinta 20
3.3 Liukuesteet 20
3.4 Muuta 20

4 LIITTEET 21

1 JOHDANTO

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut:

- Verrata pintakuvioltaan erilaisten tiehöylän ja kuorma-auton renkaiden ja niihin saatavien liukuesteiden vaikutusta renkaiden pitokykyyn talviolosuhteissa
- Verrata 14.00-24 ja 17.5-25- kokoisten tiehöylärenkaiden kitkaominaisuuksia
- Kehittää renkaiden vertailumenetelmiä
- Edistää renkaiden kehittämistä

2 TUTKIMUS

2.1 Tutkimusmenetelmät

2.11 Yleistä

Kaikissa kokeissa on:

- Renkaita säilytetty ennen koetta ulkona samassa paikassa ja siten samoissa olosuhteissa
- Renkaat lämmitetty vähintään kahden kilometrin ajolla.
- Rengaspaineet tarkistettu ennen koetta samalla mittarilla ja ne olivat valmistajan ilmoittamat (tietolähde K. Pesso):
- Tiehöylän rengaskokoluokalla 17.50-25 = 2.75 kPa ja 14.00-24 = 3 kPa
- Kuorma-auton etuakselilla 7 kPa ja taka-akseleilla 6 kPa
- Keliolosuhteiden muuttumista seurattu kitkamittauksin ja kelivaihtelun vaikutus on eliminoitu vertaamalla jokaisen renkaan tuloksia samaan aikaan testatusta vakiorenkaasta saatuihin tuloksiin.
- Polanteen kovuus mitattu ja sääolosuhteet kirjattu

Testattavan kuorma-auton tai tiehöylän sekä jarruauton kuljettajia ei vaihdettu testien aikana.

Renkaiden kumikovuudet mitattiin Dunlop-mittarilla. Saadut arvot on muunnettu Soares:ksi vähentämällä mittauslukemista kaksi.

Tutkimustuloksia esitettäessä tarkoitetaan:

- Vetovoimalla vetokokeen tuloksena saatuja kuorma-auton tai tiehöylän pituusakselin suuntaisia voimia ja vetokyvyllä suhteellista vetovoimaa
- Luistolla (L) vetovoimakokeissa todettua renkaan suhteellista liukumaa, joka laskettiin: $L = \frac{N-N_0}{N}$, jossa N = vetävän pyörän kierrosluvun pulssimäärä ja N_0 = vapaasti pyörivän pyörän kierrosluvun pulssimäärä.

- Sivupidolla ympyrä-ajossa mitatun vertailurenkaan ja testatun renkaan kierrosajan suhdetta
- Hidastuvuudella jarrukokeiden tuloksista laskettua hidastuvuutta
- Merkittävällä erolla vähintään 10 %:n eroa.

Tutkimustuloksiin on tasavertaisena tulostettu myös lukkojarrutusten tulokset, vaikka ABS-järjestelmä tulevaisuudessa syrjäyttääkin lukkojarrutuksen mahdollistavat jarrut.

2.12 Vetovoima

Vetovoimat määritettiin 30 m mittaisilla koeosuuksilla. Jokaiselle renkaalle oli varattu vähintään kolme ajamatonta ajouraa. Mittauksissa tutkittavaa ajoneuvoa kuormitettiin määrätyin jarrupainein jarruttamalla kuorma-auto-perävaunuyhdistelmän perävaunua käsijarrulla. Jarrupaine pidettiin jokaisessa kokeessa vakiona säätämällä sitä jarrupainejärjestelmän painemittarin lukemaa seuraamalla.

Kokeet tehtiin vetävän koneen moottorin suurinta pyörimisnopeutta käyttäen. Nopeusalue oli kuorma-autossa 1 ja tiehöylässä H2. Vetävää kuorma-autoa tai tiehöylää ajettiin tasauspyörästö ja/tai momentinmuunnin lukittuna. Ennen koeosuutta tuli nopeuden ja vetovoiman tasaantua.

Jos nopeus aleni huomattavasti vetovoimaa luiston funktiona mitattaessa tai jarrupaine ei pysynyt 10 m:n matkalla vakiona, mittaustulos hylättiin.

Suurimmat vetovoimat määritettiin pysäyttämällä yhdistelmä ko. nopeusalueen suurimmasta nopeudesta perävaunulla jarruttaen. Suurin vetovoima määritettiin suurimman vetopaineen perusteella. Vetovoimien määrittämiseen käytettiin kahta vetovoimasylinteriä, jonka paineet (bar) muuntuvat voimiksi (kN) kertoimella 0,826 (tiehöylä) ja 0,421 (kuorma-auto).

Luisto määritettiin mittaamalla renkaan koeosuudella kulkema matka kuormittamattomana ja vetokokeen aikana. Matkat mitattiin Kienzlen pulssilaskurilla (ajopiirturin testausmittarilla), jonka mittaustarkkuus oli 70 mm (15 pulssia/m).

Vetävinä pyörinä oli kuorma-autossa vetoakselin sisimmäiset pyörät (2 rengasta) ja tiehöylässä telin pyörät. Vetokokeissa vaihdettiin vain vetävien pyörien renkaat.

2.13 Sivuittaispito

Renkaiden sivuittaispito määritettiin ajamalla mahdollisimman suurella nopeudella ympyrää, jonka sisäreunan kierrospituus oli 318 m ja säde noin 50 m. Kokeiltavat renkaat olivat etuakselilla ja veto ja teliakselilla oli aina samat renkaat. Ympyrässä oli kallistus sekä sisään- että ulospäin.

Vähintään seitsemän kierroksen kierrosajat mitattiin. Ensimmäisen kierroksen aikana nopeus nostettiin suurimpaan arvoonsa ja sen aikaa ei kirjattu. Kokeet tehtiin samoin varustein kuin vetokokeet.

2.14 Hidastuvuus

Hidastuvuutta mitattiin pysäyttämällä 40 km/h ajava kuorma-auto jarruttamalla etupyöriin asennetuilla koerenkailla joko ABS-järjestelmä kytkettynä tai lukkojarrutuksella takajarrut poiskytkettyinä ja teli ylhäällä. Koe toistettiin vähintään kuusi kertaa. Tulos kirjattiin jarrutusmatkana ja -aikana.

2.2 Peruskoneet

Tiehöylänä oli Vammas RG 16

- Valmistusvuosi 1987
- Käyttötunteja 6570 h
- Varusteina Lumistop, etulevy ja takapaino.
- Punnittaessa (tutkimusaikaisin varustein) telipaino oli 11640 kg ja etuakselipaino 5920 kg

Kuorma-autona oli Sisu SR 270 CHK

- Rekisterinumero JAS-489
- Ajettu 77 000 km
- Varusteina puoliperävaunun vetopöytä ja keskinosturi
- Punnittaessa (tutkimusaikaisin varustein) telipaino oli (telin takapyörät ilmassa kuten kokeissa) oli 6750 kg ja etuakselipaino 5850 kg

2.3 Tutkitut renkaat

Kuorma-auton eturenkaat (315/80 R22.5)

- Bridgestone M 758
- Continental HC 51
- Good Year G 250
- Michelin XDA 4
- Nokia S-825 (nastaton tai tyyppihyväksytyin tai tielaitosnastoin)
- Nokia S- 826

Kuorma-auton vetorenkaat (315/80 R22.5):

- Bridgestone W 950
- Continental HMS 90
- Good Year G 124
- Michelin XDA 4
- Nokia NR 817 (nastaton , tyyppihyväksytyin-, tielaitosnastoin, ketjuin tai On-Spot:lla varustettuna)

Tiehöylän renkaat (14.00-24):

- Bridgestone VSW (vyörengas)
- Nokia Grader S (nastaton ja tielaitosnastoin) (ristikudosrengas)

Tiehöylän renkaat (17.5-25):

- Bridgestone VSW (vyörengas)
- Michelin X-lamel (vyörengas)
- Nokia GRS (ristikudosrengas)

Vertailurengas

Vertailuajot tehtiin kuorma-autolla, jonka vakiorenkaina kaikissa kokeissa käytettiin Nokia S-825 eturenkaita ja Nokia NR 18 takarenkaita.

Renkaiden pintakuviot ovat kuvassa 1, kuntotiedot liitteessä 1 ja kumilaadun kovuustiedot taulukossa 1...2. Kuorma-autorenkaiden kovuuksia on verrattu taulukossa 1 Nokia NR 817-renkaaseen ja TH-renkaita Nokian 14":n renkaaseen.

Taulukko 1: Kuorma-auton renkaiden kovuudet

RENGAS	KOVUUS	
	(Soares)	(Suhde)
Bridgestone M 758	64.7	102
Bridgestone W 950	64.0	101
Continental HC 51	69.5	109
Continental HMS 90	70.5	111
Good Year G 124	66.3	104
Good Year G 250	63.0	99
Michelin XDA 4	70.0	110
Nokia NR 817	63.6	100
Nokia NR 825	66.3	104
Nokia S 826	68.4	108
Keskimäärin	66.6	105

Taulukko 2: Tiehöylän renkaiden kovuudet

RENGAS	KOVUUS	
	(Soares)	(Suhde)
Bridgestone VSW/ 14.00-24	60.0	96
Nokia Grader S/ 14.00-24	62.5	100
- nastoin	63.0	101
Bridgestone VSW/ 17.5-25	60.5	97
Michelin X-lamel/ 17.5-25	69.5	111
Nokia GRS/ 17.5-25	67.8	108
Keskimäärin	63.9	102

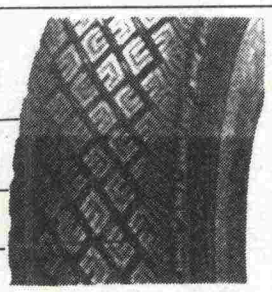
Kokeissa käytettiin kulumattomia Ovako Steel Ls+-kuorma-auton liukueste-ketjuja ja runsaasti kuluneita Tapio 14.9-28/ 14.00-24, 9 mm-tiehöylän ketjuja.

Kuva 1: Renkaiden pintakuviot.

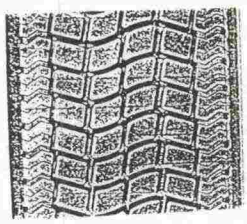
Kuorma-auton ohjausrenkaat

Bridgestone M 758

Continental HC 51

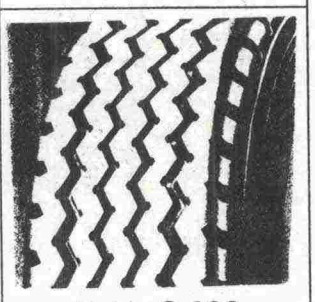


Good Year G 250



Michelin XDA 4

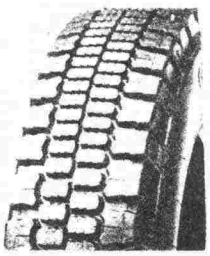
Nokia S-825



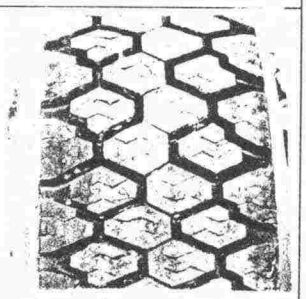
Nokia S-826

Kuorma-auton vetorenkaat

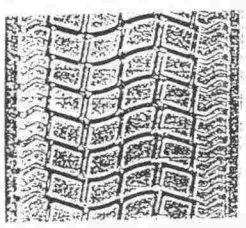
Bridgestone W 950



Continental HMS 90



Good Year G 124

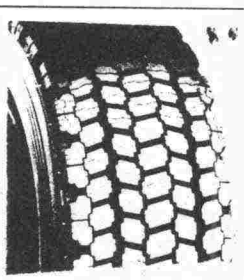


Michelin XDA 4

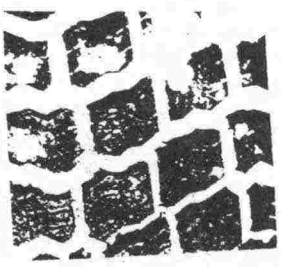
Nokia NR 817

Nokia S-825

Tiehöylän renkaat

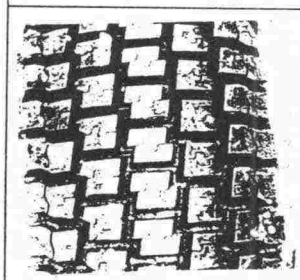


Bridgestone VSW



Michelin X-lamel

Nokia Grader S



Nokia GRS

2.4 Olosuhteet

Kokeilualustat olivat tyypillisiä jääpolanteita. Veto- ja jarrutuskokeissa oli polanteen kovuus keskimäärin 0,7 kN ja ympyräajossa 1 kN. Tutkimusaikana kitkakerroin vaihteli sään mukaan 0,19...0,23 (mitattu Createkin mittarilla), joka on tyypillinen lumisen jääpolanteen arvo. Sääolosuhteet olivat liitteen 2 mukaiset. Vetovoimakokeiden aikaiset olosuhteet ja niistä johdetut korjauskertoimet (taulukot 3...4) vaihtelivat noin 10 %.

Taulukko 3: Olosuhdemääritys ja korjauskertoimet tiehöyläkokeissa

TESTIVUOROSSA	VETOVOIMAKOE		SIVUPITOKOE	
	Vertailu-voima (kN)	Korjaus-kerroin	Vertailu-aika (s)	Korjaus-kerroin
Bridgestone VSW/ 14.00-24	24.8	1.00	29.8	1.08
Nokia Grader S/ 14.00-24	20.0	1.24	33.6	0.96
- nastoin	18.7	1.33	29.6	1.09
- ketjuin	23.8	1.04		
Bridgestone VSW/ 17.5-25	24.6	1.01	29.8	1.08
Michelin X-lamel/ 17.5-25	24.6	1.01	32.3	1.00
Nokia GRS/ 17.5-25	23.0	1.08	30.8	1.05
Keskimäärin	23.0	1.10	31.0	1.04
Standardipoikkeama	2.3	0.12	1.5	0.05

Taulukko 4: Olosuhdemääritys ja korjauskertoimet kuorma-autokokeissa

TESTIVUOROSSA	VETOVOIMAKOE		SIVUPITOKOE		JARRUKOE	
	Vertailu-voima (kN)	Korjaus-kerroin	Vertailu-aika (s)	Korjaus-kerroin	Vertailu-hid. (m/s)	Korjaus-kerroin
Bridgestone M 758			34.7	1.00	1.35	1.03
Bridgestone W 950	50.0	1.27	28.8	1.20	0.96	1.45
Continental HC 51			32.7	1.06	1.44	0.97
Continental HMS 90	60.3	1.05	32.0	1.08	0.96	1.45
Good Year G 124	57.0	1.11	32.2	1.08	0.98	1.42
Good Year G 250			31.4	1.11	1.39	1.00
Michelin XDA 4	63.3	1.00	29.6	1.17	1.13	1.23
Nokia NR 817	62.7	1.01	29.5	1.18	0.98	1.42
- tyyppihyväksytty nasta	59.3	1.07	33.6	1.03	1.07	1.30
- tielaitosnasta	55.3	1.15	33.6	1.03	1.13	1.23
- On-Spot	62.7	1.01				
- ketjut	62.7	1.01			0.92	1.51
Nokia S 825	60.5	1.05	31.3	1.11	1.10	1.26
- tyyppihyväksytty nasta			29.1	1.19	1.02	1.36
- tielaitosnasta			29.1	1.19	1.02	1.36
Nokia S 826			29.0	1.20	1.25	1.11
Keskimäärin	59.4	1.07	31.2	1.12	1.11	1.27
Standardipoikkeama	4.0	0.08	1.9	0.07	0.16	0.17

3 TUTKIMUSTULOKSET

3.1 Tiehöylän renkaat

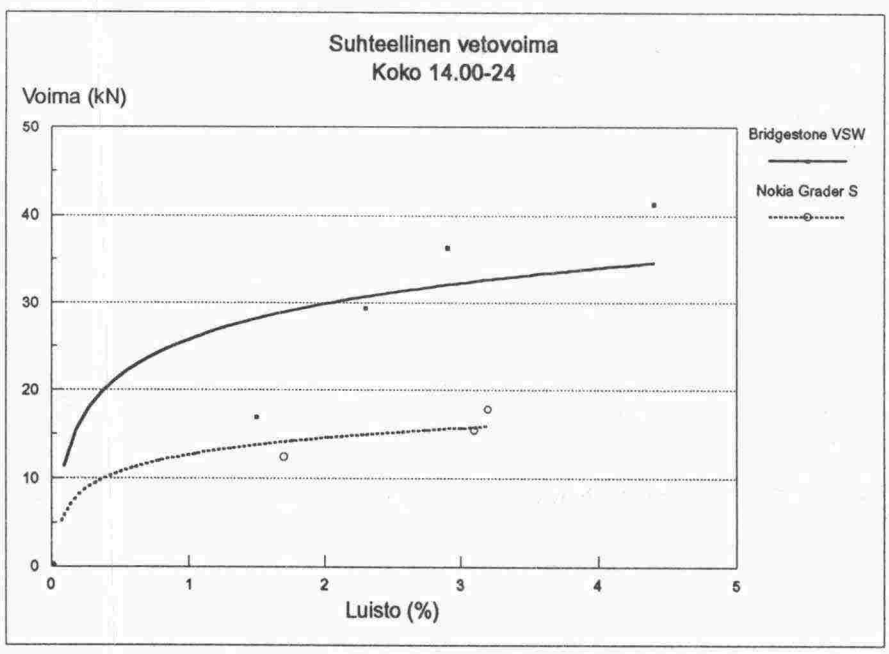
Suurimmat vetovoimat ovat taulukossa 5 ja vetovoimat luiston funktiona kuvassa 2...5. Niiden mukaan:

- Pienistä renkaista (14.00-24) on Bridgestone veto-ominaisuuksiltaan selvästi Nokian rengasta parempi. Osasyynä on tutkimukseen tuodun Nokia-renkaan kuluneisuus.
- Isoista renkaista (17.5-24) Bridgestonen suurimmat vetovoimat ovat muita paremmat. Nokia GRS on suurimmalta vetovoimaltaan keskiluokkaa, mutta toimii muita huomattavasti paremmin luiston lisääntyessä.

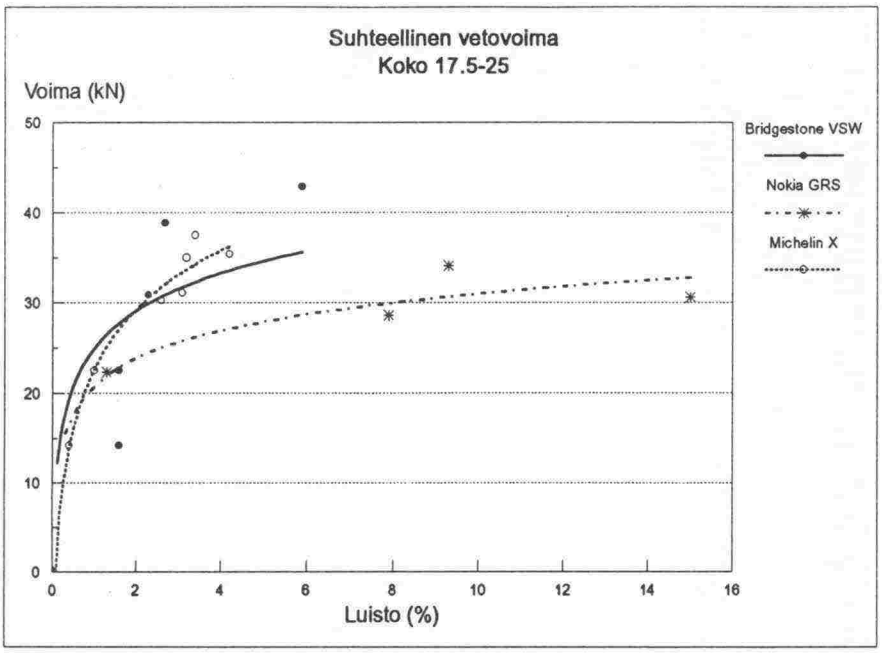
- Rengaskoon suurentaminen ei merkittävästi suurenna vetovoimia, mutta iso rengas vetää isommalla luistolla.
- Renkaiden nastoitus tai kuluneet ketjut eivät merkittävästi lisänneet suurimpia vetovoimia. Kuitenkin nastat vetävät vähän isommallakin ja ketjut paljonkin isommalla luistolla kuin pelkkä rengas.

Taulukko 5: Tiehöylän rengaskohtaiset suurimmat vetovoimat

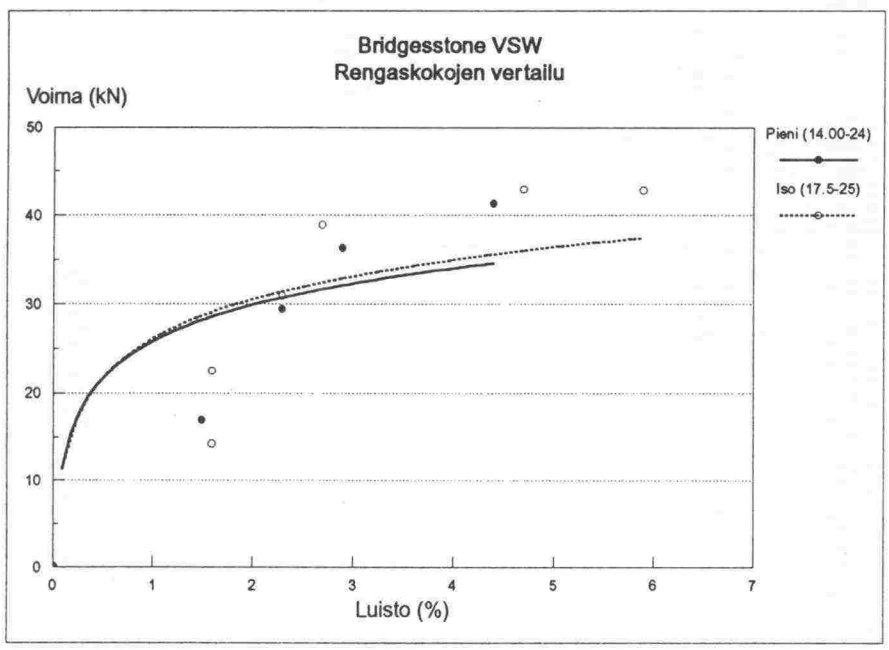
Rengas	Vetovoima (kN)		Keskinäinen suhde
	Mitattu	Suhteellinen	
Bridgestone VSW/ 14.00-24	48.0	48.0	1.83
Nokia Grader S/ 14.00-24	21.2	26.3	1.00
- nastoin	30.1	39.9	1.52
- ketjuin	38.1	39.7	1.51
Bridgestone VSW/ 17.5-25	47.7	48.2	1.83
Michelin X-lamel/ 17.5-25	41.0	41.4	1.57
Nokia GRS/ 17.5-25	38.2	41.3	1.57
Keskiarvo	37.8	40.7	1.55



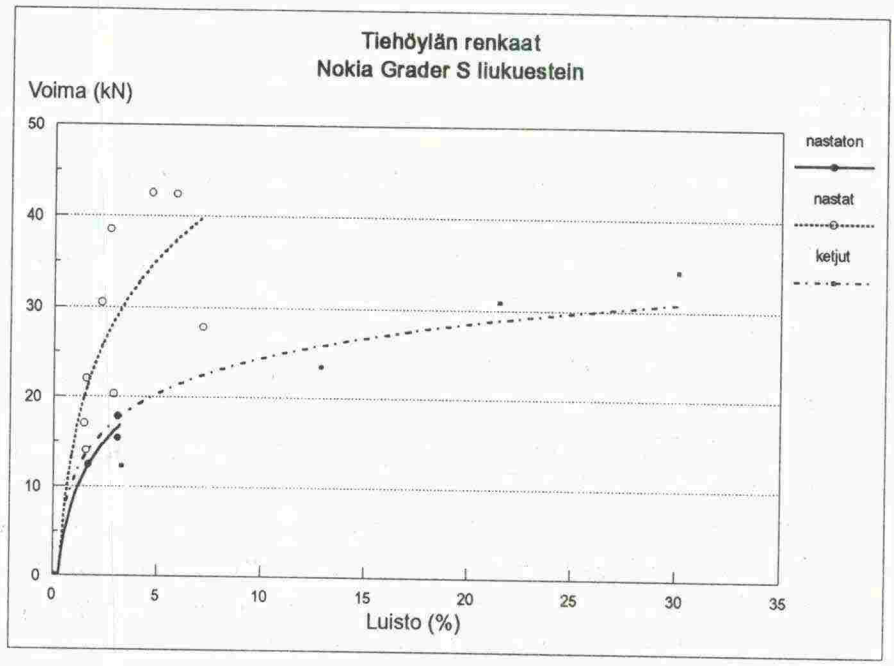
Kuva 2. Tiehöylän suhteellinen vetovoimaluiston funktiona.



Kuva 3. Tiehöylän suhteellinen vetovoima luiston funktiona.



Kuva 4. Tiehöylän rengaskoon vaikutus vetovoimaan.



Kuva 5. Liukuesteiden vaikutus tiehöylän vetovoimaan.

Sivupidossa (taulukko 6) rengasmalleilla ja koolla ei ollut merkittäviä eroja.

Taulukko 6: Tiehöylän renkaiden suhteellinen sivupito kierrosajalla ilmaistuna.

Rengas	Kierrosaika (s)		Keskinäinen suhde
	Mitattu	Suhteellinen	
Bridgestone VSW/ 14.00-24	30.9	33.4	1.09
Nokia Grader S/ 14.00-24	37.8	36.3	1.00
- nastoin	32.3	35.2	1.03
Bridgestone VSW/ 17.5-25	33.6	36.3	1.00
Michelin X-lamel/ 17.5-25	33.9	33.9	1.07
Nokia GRS/ 17.5-25	31.5	33.1	1.10
Keskiarvo	33.3	34.7	1.05

Tutkituista tiehöylän renkaista Bridgestone VSW sopii parhaiten päätoimisten tiehöylän kuljettajien ja Nokia GRS monitoimikuljettajan renkaaksi. Valintaa vaikeuttaa se, ettei Bridgestone VSW ole nastoitettava ja Nokia GRS:n koko on 17.5-25.

Tiehöylän rengaskokoa kannattanee tulevaisuudessa myös suurentaa, koska suuri rengas vetää hyvin isollakin luistolla.

3.2 Kuorma-auton renkaat

3.21 Vetorenkaat

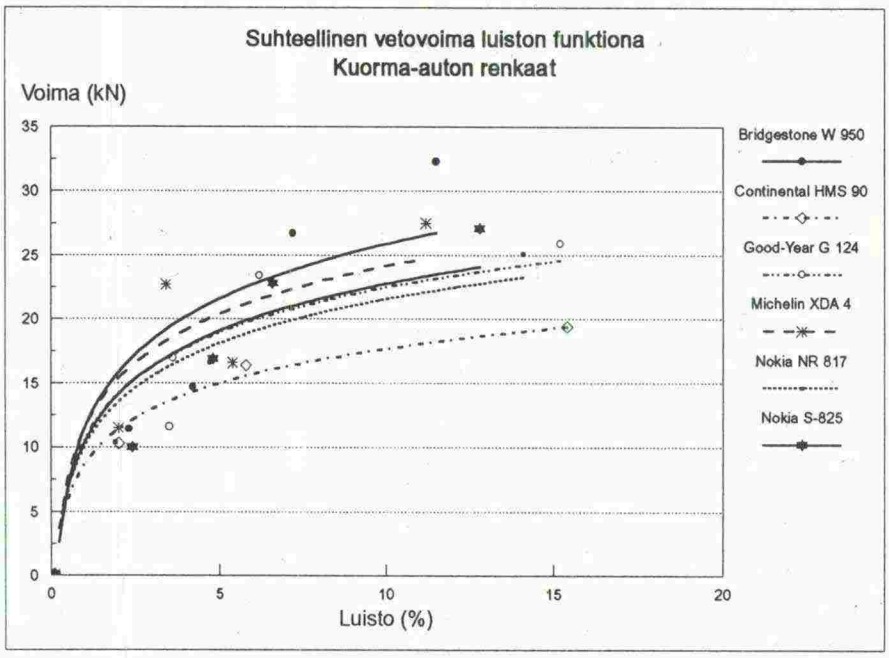
Suurimmat vetovoimat ovat taulukossa 7 ja vetovoimat luiston funktiona kuvissa 6...7. Niiden mukaan:

- Renkaiden vetovoimat ovat samansuuruisia lukuunottamatta Continental HMS 90:ä, jonka vetovoima on selvästi muita pienempi.
- Bridgestone W 950 on luisto-ominaisuuksiltaan vähän muita parempi
- Nokia S 825, joka on ohjausrengas, vetokyky on samaa luokkaa kuin Nokia NR 817:llä
- On-Spot-laite vetää 5...10 %-yksikköä suuremmalla luistolla kuin pelkkä rengas, vetovoimaa se ei kuitenkaan suurenna
- Ketjut vetävät 5...10 %-yksikköä suuremmalla luistolla kuin pelkkä rengas sekä lisäävät erityisesti suurinta vetovoimaa
- Tielaitosnasta on vetokyvyltään 5...10 %-yksikköä tyyppihyväksyttyä nastaa parempi. Osaltaan paremmuuteen vaikutti tielaitosnastan keskimäärin 2 mm tyyppihyväksyttyä nastaa suurempi ulkonema
- Nastat lisäävät ensisijaisesti renkaan suurinta vetovoimaa, eivätkä vedä merkittävästi suuremmalla luistolla kuin pelkkä rengas

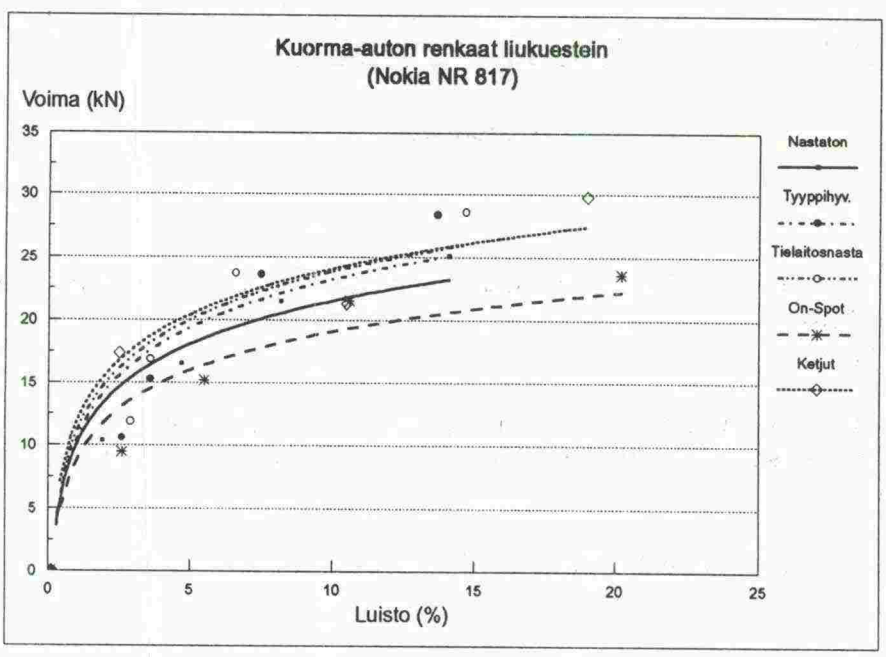
Taulukko 7: Kuorma-auton rengaskohtaiset suurimmat vetovoimat

Rengas	Vetovoima (kN)		Keskinäinen suhde
	Mitattu	Suhteellinen	
Bridgestone W 950	25.5	29.3	1.03
Continental HMS 90	21.7	24.9	0.88
Good Year G 124	26.7	29.6	1.05
Michelin XDA 4	29.0	29.0	1.03
Nokia NR 817	28.1	28.3	1.00
- tielaitosnasta	29.0	33.2	1.17
- tyyppihyväksytty nasta	27.4	29.2	1.03
- ketjut	36.2	36.5	1.29
- On-Spot	28.3	28.6	1.01
Nokia S 825	28.3	29.6	1.05
Keskiarvo	28.0	29.8	1.05

vetorenkaat



Kuva 6. Kuorma-auton vetovoimat luiston funktiona.



Kuva 7. Liukuesteiden vaikutus kuorma-auton vetovoimaan.

Michelin XDA 4, Bridgestone W 950, Continental HC 51 ja Nokia S 826 (taulukko 8) sivupito on muita huonompi.

Vetorenkaiden sivupito on keskimäärin ohjausrenkaiden sivupitoa parempi vaikka rengasmerkeittäin suhde vaihteleekin.

Taulukko 8: Kuorma-auton renkaiden suhteellinen sivupito kierrosajalla ilmaistuna.

Rengas	Kierrosaika (s)		Keskinäinen suhde
	Mitattu	Suhteellinen	
Bridgestone M 758	34.3	34.3	1.06
Bridgestone W 950	29.7	35.7	1.11
Continental HC 51	34.3	36.4	1.13
Continental HMS 90	31.6	34.3	1.06
Good Year G 124	29.1	31.4	0.97
Good Year G 250	31.7	35.0	1.08
Michelin XDA 4	31.3	36.8	1.14
Nokia NR 817	27.5	32.3	1.00
- tyyppihyväksytty nasta	31.0	32.0	0.99
- tielaitosnasta	33.6	34.8	1.08
Nokia S 825	32.3	35.8	1.11
- tyyppihyväksytty nasta	31.2	37.1	1.15
- tielaitosnasta	29.3	34.8	1.08
Nokia S 826	30.8	36.8	1.14
Keskimäärin	31.3	34.8	1.08

☐ vetorenkaat

Nastat lisäävät hieman ja ketjut runsaasti renkaan sivupitoa, vaikka tarkkaa sivupidon lisäystä ei saatukaan määritetyksi auton telin luiston takia ympyräajossa.

Nokia NR 817 hidastuvuus (taulukot 9-10) on ABS-jarrutuksessa paras mutta lukkojarrutuksessa huonoin. Muut vetorenkaat ovat keskimäärin samanlaisia.

Vetorenkaiden hidastuvuus on keskimäärin ohjausrenkaiden hidastuvuutta parempi.

Ketjut ovat jarrutuksessa 40...50 % pelkkää rengasta paremmat.

Nastat parantavat hidastuvuutta lukkojarrutuksessa yli 10% -yksikköä

Taulukko 9: Kuorma-auton suhteellinen hidastuvuus ABS-jarrutuksessa (m/s^2)

Rengas	Hidastuvuus		Keskinäinen suhde
	Mitattu	Suhteellinen	
Bridgestone M 758	1.04	1.07	0.65
Bridgestone W 950	0.91	1.32	0.80
Continental HC 51	1.26	1.22	0.74
Continental HMS 90	0.88	1.28	0.77
Good Year G 124	0.89	1.26	0.77
Good Year G 250	1.28	1.28	0.78
Michelin XDA 4	1.14	1.40	0.85
Nokia NR 817	1.16	1.65	1.00
- tyyppihyväksytty nasta	0.96	1.25	0.76
- tielaitosnasta	1.24	1.53	0.92
- ketjut	1.67	2.52	1.53
Nokia S 825	1.20	1.51	0.92
- tyyppihyväksytty nasta	1.06	1.44	0.87
- tielaitosnasta	0.99	1.35	0.82
Nokia S 826	1.07	1.19	0.72
Keskimäärin	1.12	1.42	0.86

Taulukko 10: Kuorma-auton suhteellinen hidastuvuus lukkojarrutuksessa (m/s^2).

Rengas	Hidastuvuus		Keskinäinen suhde
	Mitattu	Suhteellinen	
Bridgestone M 758	0.99	1.02	0.95
Bridgestone W 950	0.76	1.10	1.03
Continental HC 51	0.94	0.91	0.85
Continental HMS 90	0.76	1.10	1.03
Good Year G 124	0.78	1.11	1.04
Good Year G 250	0.88	0.88	0.82
Michelin XDA 4	0.90	1.11	1.03
Nokia NR 817	0.75	1.07	1.00
- tyyppihyväksytty nasta	0.88	1.14	1.07
- tielaitosnasta	0.93	1.14	1.07
Nokia S 825	0.82	1.03	0.97
- tyyppihyväksytty nasta	0.95	1.29	1.21
- tielaitosnasta	0.85	1.16	1.08
Nokia S 826	0.92	1.02	0.95
Keskimäärin			

vetorenkaat

3.22 Ohjausrenkaat

Ohjausrenkaiden sivupidossa ei ole merkittäviä eroja (mukana myös Michelin).

Nokia S 825 ja Michelin X ovat hidastuvuudeltaan muita parempia. Bridgestone M 758 ABS-jarrutuksessa huonoin ja Good Year G 250 ja Continental HC 51 lukkojarrutuksessa huonoimmat.

3.23 Kuorma-auton rengasvalinta

Vertailtavana olleista kuorma-auton renkaista sopii hyvin tielaitoksen käyttöön vetorenkaaksi muut tutkitut kuin Continental-renkaat. Sopivimmat ohjausrenkaat ovat Nokia S-825 tai Michelin XDA 4.

Tutkimuksen mukaan ei ole itsestään selvää erillisten veto- ja ohjausrenkaiden käyttö kuorma-autoissa.

3.3 Liukuesteet

Nastat parantavat arvioitua vähemmän renkaan pito-ominaisuuksia. Kuorma-autossa lukumääräisesti 1,5 kertainen tyyppinastamäärä vastaa pitokyvyltään tielaitosnastan pitokykyä, kun tielaitosnastan ulkonema on 2 mm suurempi kuin tyyppihyväksytyn nastan. Hankintahinnaltaan sama pitokyky maksaa tielaitosnastoin noin 20 % enemmän kuin tyyppihyväksytyin nastoin toteutettuna.

On-Spot laitteen vetovoimat eivät ole nastojen vetovoimia suurempia. Se sopii kuitenkin monitoimikuljettajien käyttöön nastoja paremmin parempien luisto-ominaisuuksiensa takia.

Ketjut parantavat merkittävästi renkaiden kitka-ominaisuuksia. On kuitenkin huomattava, että täysin kuluneen (nystyrät kuluneet) ketjun veto-ominaisuudet ovat On-Spot laitteen luokkaa. Ketjujen käyttöä tulisi lisätä helpottamalla niiden kiinnitystä ja irrotusta.

3.4 Muuta

Kuluminen muuttaa merkittävästi renkaan pito-ominaisuuksia. Tulisikin selvittää myös 30...70 % kuluneiden renkaiden pito-ominaisuudet joko vastaavalla tutkimuksella tai nyt tutkittuja renkaiden käyttäjien mielipiteitä järjestelmällisesti seuraten.

Rengasvalinnan tulee teknisen arvion lisäksi perustua hintaan ja käyttöikään.

4 LIITTEET

1 Renkaiden käyttömäärät ja kunto
2 Sääolot tutkimusaikana

LIITE 1

KITKANMITTAUKSISSA 3/93 OLLEET RENKAAT

KA-renkaat: Koko 315/80 R22.5

		ajokm	kul.pinn. leveys mm (oma mittaus)		
Nokia					
etur.	S 825 ilm.nastoja	n.1 000	245		
	- " - TIEL-nastoin	8 134	"	112 kpl/r	ulkon 2..4 mm
	- " - tyyppih.nastoin	2 009	"	148 "	ulkon. 0..2mm
vetor.	NR 817 ilm.nastoja	9 201	247	-	
	- " - TIEL-nastoin	8 134	"	128 "	ulkon 2..4 mm
	- " - tyyppih.nastoin	2 009	"	128 "	ulkon. 0..2mm
etur.	S 826 ilm.nastoja	5 465	235		
Michelin					
etu/vetor.	X DA 4 ilman nastoja	9 800	252		
Good Year					
etur.	G 250 ilman nastoja	9 031	240		
vetor.	G 124 - " -	10 550	250		
Bridgestone					
etur.	M 758 ilman nastoja	7 720	245		
vetor.	W 950 ilman nastoja	7 720	250		
Continental					
etur.	HC 51 ilman nastoja	11 135	230		
vetor.	HMS 90 ilman nastoja	11 135	235		

TH-renkaat:

koko: 14.00 - 24

	ajettu/h	
Nokia Grader S TIEL- nastoin	550	nast ulkonema 2...7 mm
Nokia Grader S ilman nastoja	480 (työmaa ajoa erit. kuluneet)	
Bridgestone VSW ilman nastoja	n. 280 (2860 km kp-ajoa)	

Koko 17,5 - 25

Nokia GRS	ilman nastoja	13
Bridgestone VSW	ilman nastoja	509
Michelin X-lamel	ilman nastoja	55

Rpk/XUP

Ilmatieteen laitos
Pohjois-Suomen aluetoimisto
Puh. (960) 61 876

Pl 8178
96101 ROVANIEMI

LIITE 2

Lentoaseman säähavaintoja , tiedot kerätty 22.03.1993

15.3.

klo	T	kosteus	sade
	yön min -7.3		
7	-3	99	
8	-1.5	100	
9	-0.7	99	
10	-0.6	95	
11	+0.5	90	
12	+1.6	88	
13	+2.2	86	
14	+3.5	80	
15	+4.4	74	
16	+4.1	77	
17	+4.1	80	
18	+3.9	81	
19	+3.3	83	
20	+3.7	81	
21	+3.9	80	
22	+4.1	78	

ei sadetta

16.3.

klo	T	kosteus	sade
	yön min. +0.9		
7	+1.1	99	vesi
8	+1.5	100	vesi
9	+1.6	100	vesi
10	+0.2	100	räntä
11	-0.3	100	räntä
12	-0.6	100	räntä
13	-0.4	100	räntä
14	-0.2	100	räntä
15	0	100	räntä
16	+0.5	100	
17	+1.2	100	
18	+0.9	100	
19	+0.8	99	
20	+0.1	90	
21	-0.4	81	
22	-1.6	85	

sadem. 83mm

17.3.

klo	T	kost.	sade
	yön alin -7.4		
7	-4.7	97	
8	-3.7	90	
9	-4.1	86	
10	-2.3	82	
11	-1.8	84	
12	+0.4	74	
13	+0.7	73	
14	+1.3	77	
15	+1.6	74	
16	+1.2	76	
17	0	83	
18	-1.9	89	
19	-3.5	95	
20	-3.8	98	
21	-4.2	99	
22	-4.3	99	

ei sadetta

18.3.

klo	T	kost.	sade
	yön alin -6.2		
7	-3	99	lumi
8	-2.6	99	lumi
9	-2.2	99	lumi
10	-1.8	100	lumi
11	-1.2	100	lumi
12	-1	100	lumij
13	-0.7	100	lumij
14	-0.7	100	lumij
15	-0.6	100	lumij
16	-0.7	100	lumi
17	-0.9	99	lumi
18	-1.3	99	lumi
19	-1.5	99	lumi
20	-1.5	99	lumi
21	-1.8	99	lumi
22	-1.8	99	lumi

sadem. 8 mm

19.3

klo	T	kost.	sade
	yön alin -3.6		
7	-3.5	98	lumi
8	-3.7	98	lumi
9	-3.6	98	lumi
10	-3.3	97	lumi
11	-3	94	lumi
12	-2.3	94	lumi
13	-1.4	91	lumi
14	-1.4	90	lumi
15	-1.2	91	lumi
16	-1.4	93	lumi
17	-1.7	94	lumi
18	-2	95	
19	-2.3	97	
20	-2.1	97	lumi
21	-2.6	97	lumi
22	-2.7	97	lumi

sadem. 74mm

20.3.

klo	T	kost.	sade
	yön alin -8.2		
7	-4.9	95	lumi
8	-4.5	92	
9	-4.7	93	
10	-4.3	89	
11	-3.7	87	lumij
12	-3.4	88	
13	-3	86	lumij
14	-2.3	84	lumi
15	-2.1	84	
16	-1.6	84	
17	-1.9	85	
18	-2.4	81	
19	-3.4	90	
20	-4.5	93	
21	-4.6	93	
22	-5.3	94	

sadem. 0mm

21.3.

klo	T	kost.	sade
	yön alin -13.6		
7	-11.9	93	
8	-11	93	
9	-9.3	94	
10	-7.7	95	
11	-5.4	96	
12	-4.3	97	
13	-4	97	lumi
14	-3.2	97	lumi
15	-2.8	98	lumi
16	-2.5	98	lumi
17	-2.6	97	lumi
18	-2.7	98	lumi
19	-2.7	98	lumi
20	-2.9	98	lumi
21	-3	98	lumi
22	-3.2	98	lumi

sademäärä 27mm

Yön alin mitattu ed. illasta klo 20:stä aamuun klo 8:aan

Sademäärä mitattu aamusta klo 8:sta ilta klo 20:een.

lumij = lumijyväsiä

TIELAITOKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

5/1993 Tielaitoksen henkilöstö 1992. Keskushallinto/yhtymähallinto

6/1993 Yleisjohdon neuvottelupäivät, Helsinki 19-20.1993, kokousmuistio

7/1993 Yleissuunnittelun pilottiraportti, Länsiväylä välillä Kivenlahti-Suomenoja. Keskushallinto/tiehallinto

8/1993 Matkakertomus Ruotsiin ja Norjaan suuntautuneelta talvikunnossapito-matkalta 13-19.12.1992. Tuotannon palvelukeskus, Tampere

9/1993 Ympäristövaikutusten arviointi, kokeilu tiehankkeissa I. TIEL 4000027

10/1993 Päällystetyn tieverkon kuntomittaukset ja hallintajärjestelmät. TIEL 4000028

11/1993 Tulosraportti 1992. TIEL 4000029

12/1993 Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys; Luonto, maisema, kulttuuri-historia. TIEL 4000030

13/1993 Elastisten kulutusterien kulutuskestävyys. Tuotannon palvelukeskus, Tampere

14/1993 Ylläpitostrategioiden tietotuki: analyysi HIPS-ohjelmistolla. TIEL 4000031

15/1993 Tiehöylän painon merkitys jääpolanteen höyläyksessä. TIEL 4000032

16/1993 Tierakenteiden korkeuspoikkeamat. TIEL 4000033

17/1993 Tiekaiteiden kunnossapitokestävyys Pohjoismaissa. TIEL 4000034

18/1993 Ennusteen seuranta 1992; Ennusteen tarkistaminen 1993 (Liikenne- ja autokantaennuste 1898-2010). Tutkimuskeskus

19/1993 Tierekisterin laadunvalvonta 1990 ja 1991. Tutkimuskeskus

20/1993 Tierekisteri- ja paikkatietojen yhteiskäytön kehittäminen. Tutkimuskeskus

21/1993 Tielaitoksen oma kalusto 1992. TIEL 4000019-93

22/1993 Tulosohjauksen ja talouden tietotarpeet. Keskushallinto

23/1993 Tiemestaripiirin tulosohjausjärjestelmä. TIEL 4000035

24/1993 Yleisrajoitusteiden taustaselvitys. TIEL 4000036

25/1993 Ympäristöosaaminen tielaitoksessa 1993. TIEL 4000037

26/1993 Ympäristöasioiden yhdyshenkilöt tielaitoksessa. TIEL 4000038

27/1993 Talvihoidon poikkileikkausseuranta; työmäärät ja laatu 1992/1993 Tuotannon palvelukeskus, Tampere

28/1993 Tiekaideonnettomuudet syksyllä 1992. TIEL 4000039

29/1993 Tiekaidejohteiden iskukestävyys. TIEL 4000040

30/1993 Kevyen liikenteen onnettomuudet vuosina 1989-1991. TIEL 4000041