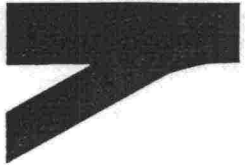


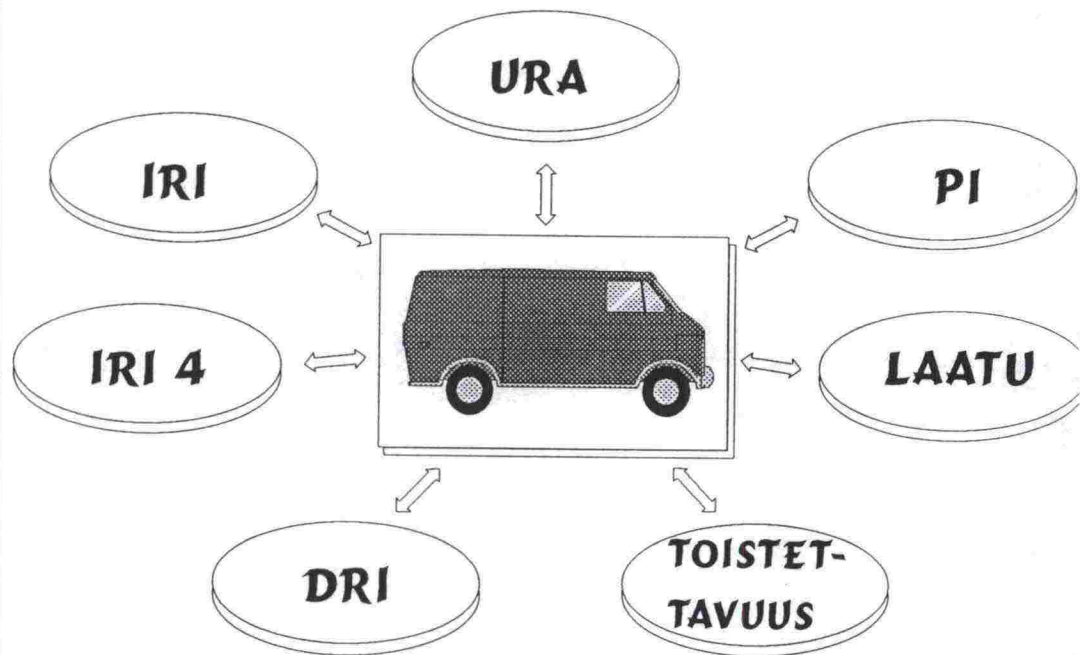
20040699



Tielaitos

Männistö Vesa

Palvelutasomittareiden vertailumittaukset 1994



Helsinki 1994

Tutkimuskeskus

08 TIEL / PAL

TIIVISTELMÄ

Tielaitoksessa käytetään palvelutasomittareita teiden pintakunnon mittaamiseen. Nämä laitteet on rakennettu teknisesti siten, että niiden antamat tulokset ovat keskenään yhteismitallisia. Tämän varmistamiseksi on mittausautojen keskinäistä toimivuutta testattu vuosittain järjestetyillä kalibrointimittauspäivillä. Nyt järjestetty tilaisuus oli järjestyksessään jo kuudes.

Tielaitoksen järjestelmien ja tiedon laadun laitosyhtenäisyys ja yhdenmukaisuus vaativat käytettävien laitteiden säännöllistä seuranta. Aikaisemmissa vertailututkimuksissa saadut tulokset ovat yleensä osoittaneet, että tasaisuuden mittauksessa ei ole ongelmia, mutta urien suhteen on ollut erityyppisiä toisto- tai vertailtavuusongelmia. Jo nämä urien mittauksessa kohdatut ongelmat ovat antaneet aiheen näiden tutkimusten säännölliselle suoritukselle. Toisaalta nyt käytössä olevat laitteet ovat jo muutaman vuoden ikäisiä, joten vanhenemisesta johtuvia ongelmia saattaisi olla odotettavissa.

Tielaitoksen käytössä on 5 palvelutasomittaria: Uusimaa-Turku, Häme-Vaasa, Oulu, Tielaitos (sijointupaikka Lappi) ja VTT. Tutkimusta varten neljällä autolla (Uusimaa-Turku oli korjattavana) mitattiin 4.5-5.5.1994 runsaan 150 kilometrin reitti päällystettyjä teitä kahteen kertaan KUNTO-ohjelman testaamiseksi sekä 5 kilometrin osuus kolmeen kertaan LAATU-ohjelman tutkimiseksi. Osa reitistä mitattiin myös neljällä ROADMAN-mittarilla (Lappi, Häme, Kuopio ja Tk).

Tutkimuksen tärkein tavoite oli tutkia autojen tulosten vertailtavuutta ja toistettavuutta sekä KUNTO- että LAATU-ohjelmalla. Näiden lisäksi tavoitteena oli tutkia alku-uran mittausta, epätasaisten teiden IRI-arvoja, heittojen ja painumien lukumääriä sekä vertailla tuloksia ROADMAN-mittarin tuloksiin. Tutkimuksen tulokset voidaan tiivistää seuraavasti:

- urien mittauksessa ei ole ongelmia
- tasaisuuden ja dynaamisen rasituksen mittaus on kunnossa Oulun, Lapin ja VTT:n autoilla
- Hämeen ja Vaasan auto poikkesi muista ylöspäin tasaisuuden, dynaamisen rasitusindeksin sekä heittojen ja painumien mittauksessa
- ROADMANin tulokset korreloivat erinomaisesti PTM:n kanssa, mutta mittausten tasoero on korjattava ennen tietojen hyödyntämistä
- mittausten toistettavuus on kaikilla erinomaista tasoa
- LAATU-ohjelman antamat tulokset ovat keskenään samankaltaisia muilla paitsi VTT:n autolla

Hämeen ja Vaasan sekä VTT:n autojen laser-kamerat suojattiin auringon heijastuksilta myöhemmin toukokuussa, minkä jälkeen tulokset ovat palanneet muiden tasolle. On kuitenkin suositeltavaa, että tulevan talven aikana vanhuuden takia heikentyneet laserkamerat huolletaan perusteellisesti.

ALKUSANAT

Tielaitoksessa on käytetty palvelutasomittareita teiden pintakunnon mittaamiseen jo vuodesta 1987 alkaen. Tämän järjestyksessään kuudennen vertailututkimuksen tavoitteena on pääasiassa selvittää palvelutasomittareiden antamien tulosten luotettavuutta. Tämän lisäksi tutkitaan dynaamisen rasitusindeksin mittaamista, alku-uran mittaustarkkuutta, heittojen ja painumien lukumäärää, verrataan LAATU-ohjelman tuloksia, ja tasaisuustuloksia ROADMAN-mittarin tuloksiin.

Työ on koostunut kolmesta eri vaiheesta: suunnittelu, mittaus ja tulosten analysointi. Tutkimuksen tekoon ovat osallistuneet tielaitoksen tutkimuskeskuksesta fil.maist. Vesa Männistö (projektin johto, tulosten analysointi ja raportointi), dipl.ins. Ismo Iso-Heiniemi (ROADMAN) ja tekn.yo. Tiina Salmela (mittausten valvonta ja tietojen käsittely).

Vertailumittaukset ovat muodostuneet vuosittaiseksi perinteeksi. Tämä on hyvin nähtävissä mittauspäivien sujuvasta etenemisestä. Tutkimuksen tekijät haluavatkin jälleen kiittää kaikkia osallistujia innostuneesta ja erinomaisesta yhteistyöstä.

PALVELUTASOMITTAREIDEN VERTAILUTUTKIMUS 1994

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	1
ALKUSANAT	2
SISÄLLYSLUETTELO	3
1. JOHDANTO JA TUTKIMUSONGELMA	4
2. MITTAUSTEN VALMISTELU JA SUORITUS	5
3. TUTKIMUSAINEISTO	7
4. MITTAUSTEN TOISTETTAVUUS	7
5. MITTAUSTEN VERTAILTAVUUS	8
6. LAATU-OHJELMAN TULOKSET	10
7. ERITYISKYSYMYKSET	11
7.1. Vertailu ROADMANin kanssa	11
7.2. Heitot ja painumat	12
8. PÄÄTELMÄT	14
KIRJALLISUUSLUETTELO	15
LIITE: ROADMAN-kalibrointimittaukset	

1. JOHDANTO JA TUTKIMUSONGELMA

Päällystettyjen teiden pintakuntoa mitataan Suomessa palvelutasomittareiden avulla. Tielaitoksen käytössä on 4 omaa ja yksi VTT:n eri aikoina valmistettua samantyyppistä palvelutasomittaria, jotka perustuvat ultraääni- ja lasertekniikkaan. Autot on sijoitettu eri puolille maata seuraavasti:

Auto T	Turun ja Uudenmaan piiri
Auto H	Hämeen ja Vaasan piiri
Auto V	VTT:n auto, Espoo
Auto O	Oulun piiri
Auto K	Tielaitoksen auto, sijoituspaikka Lapin piiri

Kaikki palvelutasomittarit on pyritty rakentamaan ja kalibroimaan siten, että ne mittaisivat yhtä luotettavasti ja samalla asteikolla yhteisesti määriteltyjä päällystetyillä teillä käytettyjä kuntomuuttujia. Tämän tutkimuksen kannalta näitä tärkeitä muuttujia ovat:

nimi (yksikkö)	lyhenne	käyttö
Urasyyvyys (mm)	URA	AB-tiet
Tasaisuus (mm/m)	IRI	kaikki päällysteet
Dynaaminen rasisitusindeksi	DRI	kaikki päällysteet
Tasaisuus (< 4 m) (mm/m)	IRI4	uudet päällysteet
Poikkeamaindeksi	PI	uudet päällysteet

Edellisiin vertailututkimuksiin (/1-5/) osallistuivat VTT:n auto ja yksi ruotsalaisen RST-Swedenin auto (1989); autot H, V, T ja K (1990) sekä autot H, V, T, K ja O (1991-93). Näissä tutkimuksissa havaittiin, että sekä mittausten toistettavuudessa että absoluuttisissa tuloksissa on pieniä eroja. Saatujen tulosten pohjalta ja uusien autojen rakentamisen jälkeen on käynyt selväksi, että saatavien tulosten yhteismittallisuus ei ole itsestään selvää vaan sitä pitää edelleen tarkkailla säännöllisesti vertailumittausten muodossa. Lisäksi on myös huomioitava, että autot ovat erikäisiä, niiden tekniikka vanhenee ja saattaa näin aiheuttaa ongelmia.

Vuoden 1994 alussa VTT on lisännyt dynaamisen rasisitusindeksin mittauksen mukaan PTM-auton mittausohjelmistoon. Ohjelmisto on logiikaltaan muuten samanlainen kuin vanhakin, joten mitään eroja tuloksiin ei pitäisi olla odotettavissa.

Tutkittavat osaongelmat ovat seuraavat:

1. mittausten toistettavuus ja vertailtavuus
2. LAATU-ohjelman tulosten analysointi
3. ROADMANin tulosten vertailu
4. heittojen ja painumien analysointi
5. alku-uran mittaaminen
6. epätasaisten teiden IRI.

Osaongelmat 1-6 tutkitaan tämän raportin kappaleissa 4-7. Esityksen toisessa luvussa kerrotaan vertailumittauksiin liittyvistä yleisistä asioista, kolmannessa luvussa esitellään tutkimusaineisto ja viimeisessä luvussa esitetään tuloksista tehtävät päätelmät ja tarvittavat jatkotoimenpiteet.

Aineiston tilastollinen käsittely on suoritettu SAS-ohjelmiston avulla. Tilastolliset menetelmät ovat ristiintaulukointi, varianssianalyysi ja korrelaatiokerroin. Testauksessa on käytetty t-testiä, F-testiä, khiin neliötä, ja SNK-testiä (Student-Neumann-Keuls) /6/. Tulosten luotettavuus on ilmaistu tapauskohtaisesti p-arvona, joka kuvaa virhepäätelyn todennäköisyyttä.

2. MITTAUSTEN VALMISTELU JA SUORITUS

Vertailumittausten tavoitteena on tutkia mittauslaitteiden käyttäytymistä normaalissa työssä. Tämän takia näiden vertailumittausten käytännön suorituksessa pyrittiin aiempaan tapaan työskentelemään mahdollisimman paljon tuotantomittausten luonteisesti, jolloin kaikki mittausryhmät työskentelevät täysin itsenäisesti.

Mittausten valmistelu sisälsi mittausreitien suunnittelun ja sen tarkistuksen maastossa. Järjestelyissä pyrittiin huomioimaan otoksen tilastolliset vaatimukset sekä edellisinä vuosina tehdyt virheet, eli

- reittiin on saatava uraisia ja epätasaisia teitä
-> Vaasan piiriin
- mittaus suoritetaan kahden normaalin työpäivän aikana
- mittausten käytännön suoritus joustava
- liikenteen häiritsevä vaikutus minimoitava.

Reittiin valittiin vaihtelevan kuntoisia, urautuneita AB-teitä ja epätasaisia, kapeita ÖS-teitä. Reitin valinnan lähtötiedot saatiin KURREsta. Käytännön suunnittelusta vastasi Vesa Männistö.

Mittaukset tehtiin otokseen valituilla teillä kumpaankin suuntaan siirtoajojen minimoimiseksi. Tilastolliset analyysit suoritetaan kahdessa osassa: (1) normaalilla palkilla (310 cm) mitatut valtatie 8:n tieosat 303-311 ja (2) kapeammalla palkilla mitatut muut tiet (726, 730, 7251, 7252, 7254 ja 17782, osittain tai kokonaan). Taulukossa 2.1 on tutkittavien muuttujien keskiarvot teittäin laskettuna.

Taulukko 2.1 Tutkittavien muuttujien keskiarvot ja hajonnat teittäin. Huom. Hajonta kuvaa tässä taulukossa tieosan sisäistä, ei autojen välistä hajontaa.

osoite	keskiarvot (ja hajonnat)			
	tie/osat	pituus (km)	IRI	URA
8/ 303-311	42.1	2.4 (0.8)	11.0 (5.0)	178 (63)
8/ 311-303	42.1	2.3 (0.8)	11.2 (4.5)	173 (68)
726/ 1-2, 2-1	11.8	5.4 (1.8)	-1.4 (7.9)	703 (423)
730/ 2-4, 4-2	29.4	4.1 (2.0)	-1.0 (5.0)	475 (391)
7251/ 1, 1	8.6	5.0 (1.6)	7.3 (4.8)	562 (330)
7252 1, 1	6.4	3.5 (1.4)	5.7 (4.8)	348 (241)
7254/ 2, 2	10.2	4.3 (1.7)	-0.6 (5.4)	513 (340)
17782 1, 1	8.6	5.8 (1.3)	0.8 (5.3)	731 (325)
yhteensä	159.2 km			

Ennen mittauksia kokoonnuttiin mittaustukikohtaan (Hotelli Silveria, Vaasa), missä selvitettiin yksityiskohtaisesti mittausten tarkoitus, reitti ja toimintasuunnitelma. Aamupäivän aikana VTT:n Antti Seise asensi osaan autoista mittaushjelman uuden version. Mittausten käytännön johtajana toimi Vesa Männistö. Toisen mittauspäivän aamuna esiteltiin edellisen päivän tuloksia ja kerrattiin päivän toimintasuunnitelma.

Autojen tarvitsemat tekniset kalibroinnit oli pyydetty tehtäväksi ennen vertailumittauksia hyvissä olosuhteissa. Näiden toimenpiteiden jälkeen autot oli teknisesti asetettu mahdollisimman hyvin samalle tasolle. Sää mittauspäivien aikana pysyi aurinkoisena, joten säättekijöiden vaikutusta ei tarvitse huomioida.

Ensimmäisen mittauspäivän aikana mitattiin perusreitti vapaassa tahdissa. Toisena päivänä ajettiin perusreitti uudelleen ja iltapäivällä lisäksi LAATU-ohjelman reitti.

Mittauksiin osallistuivat muut palvelutasomittarit paitsi Uudenmaan ja Turun piirin yhteinen auto, joka oli mittauspäivien aikana korjattavana. Auton korjaus (viallisen laser-kortin paikallistaminen, uuden hankinta, asennus ja testaus) kesti pari viikkoa,

jonka jälkeen ei ollut enää järkevää ajaa samaa mittausreittiä, sillä alemmalla tieverkolla roudan vaikutus oli kuitenkin niin suurta, että tulosten yhteismitallisuudesta ei olisi ollut varmuutta. Auto testattiin korjauksen jälkeen VTT:llä, eikä siinä VTT:n mukaan havaittu mitään poikkeavaa. Autolle suositeltiin kuitenkin lyhyttä vertailua esim. VTT:n auton kanssa.

Vertailuissa olivat mukana myös laitoksen neljä ROADMAN-mittaria. Näillä laitteilla mitattiin osa tässä edellä esitellystä reitistä. Näiden mittausten käytännön järjestelyistä ja tulosten analysoinnista on vastannut Ismo Iso-Heiniemi.

3. TUTKIMUSAINEISTO

Alkuperäisen mittausaineiston pituus oli perusreitin osalta noin 160 kilometriä. Aineistosta poistettiin ennen analyysijä seuraavat havainnot:

- puutteelliset 100 metrin osuudet
- alle 100 metrin osuudet
- mittausnopeus alle 20 km/h

Tämän jälkeen saatiin analysoitavaan aineistoon 150.8 kilometriä, joilta oli täydelliset tiedot ensimmäiseltä kierrokselta. Pikaisen analyysin perusteella päätettiin, että toisena päivänä voidaan mitata lyhyempi kierros, sillä urissa ei havaittu ongelmia ja tasaisuudessakin eroja oli vain vähän. Yhteensä jäljelle jäi toiselta päivältä 117.9 kilometriä.

Erityiskysymyksien tarkasteluissa käytetään tätä samaa aineistoa soveltuvin osin. LAATU-ohjelman aineisto kuvataan erikseen kappaleessa 6.

4. MITTAUSTEN TOISTETTAVUUS

Jos autojen tekniikka on kunnossa ja miehistö työskentelee huolellisesti, autojen tulisi tuottaa samoilla osuuksilla tapahtuvissa peräkkäisissä mittauksissa samankaltaisia tuloksia. Seuraavissa korrelaatioissa ei ole puututtu autojen kalibroinnista riippuviin vakiotyyppeihin tasoeroihin. Taulukossa 4.1 on esitetty kahden peräkkäisen mittauksen väliset korrelaatiot kullakin autolla tarkasteltavien muuttujien osalta.

Taulukko 4.1: Korrelaatiot mittausten välillä autoittain ja teittäin. Muista huomattavasti poikkeavat korrelaatiot on lihavoitu.

Tie 8:

	Auto H	Auto V	Auto O	Auto K
IRI	0.92	0.89	0.84	0.95
URA	0.95	0.95	0.87	0.93
DRI	0.86	0.83	0.67	0.80

Muut tiet:

	Auto H	Auto V	Auto O	Auto K
IRI	0.95	0.92	0.92	0.93
URA	0.80	0.76	0.58	0.77
DRI	0.80	0.83	0.80	0.79

Kun tarkastellaan yllä olevia korrelaatioita, voidaan havaita, että suurin osa niistä on luokkaa 0.8-0.9, mikä osoittaa näissä tilanteissa mittausten erinomaista toistettavuutta. Pienimmät korrelaatiot ovat auton O DRI:llä (tie 8) ja URA:lla (muut tiet). DRI:n kohtalainen korrelaatio 0.67 johtuu muutamasta poikkeavasta havaintoparista, joissa jomman kumman mittauksen DRI-arvo poikkeaa muusta tasosta satoja yksiköitä. URA:n korrelaatio 0.58 muilla teillä johtuu luonnollisesti alemmalla tieverkolla yleisestä negatiivisten urien esiintymisestä.

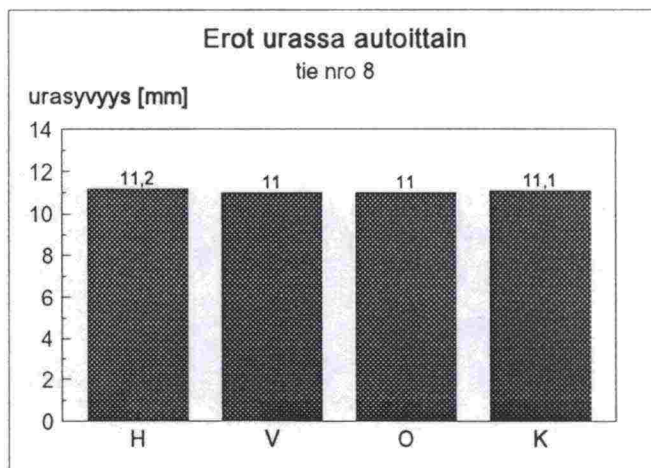
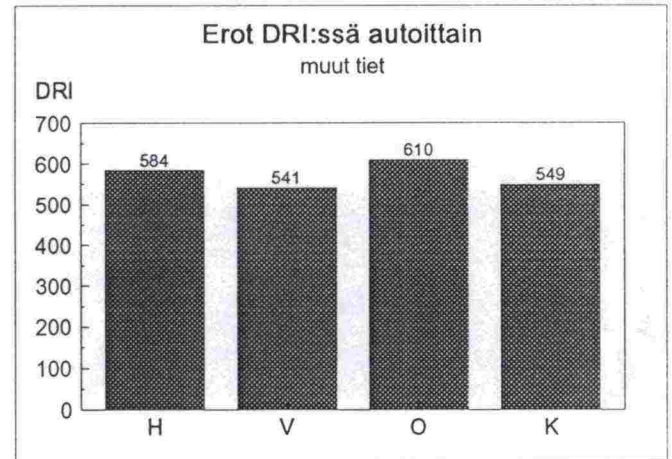
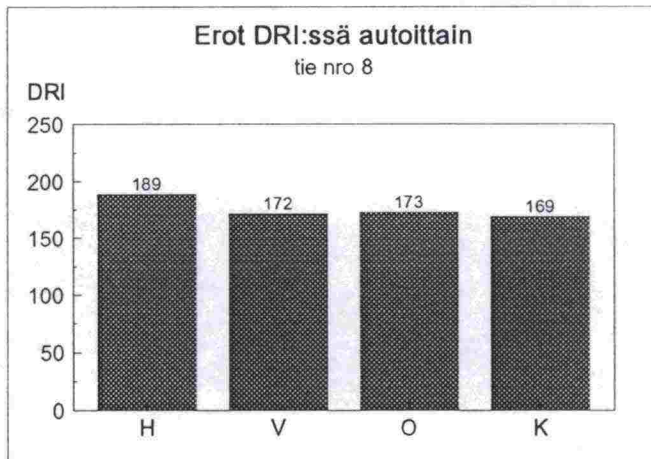
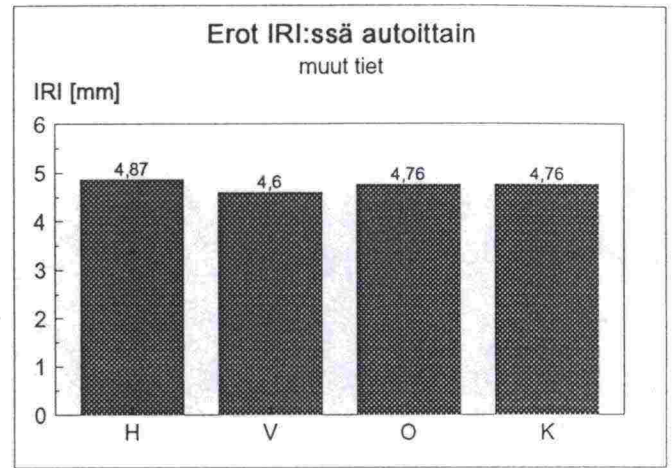
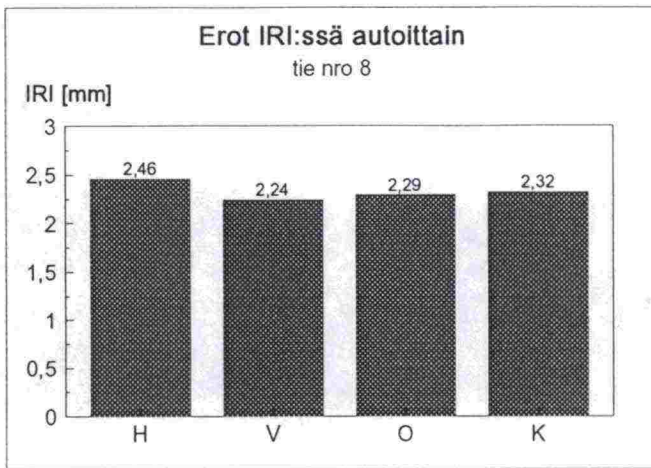
Yhteenveto:

Kaikkien muuttujien mittausten toistettavuus on erinomainen. Pienet erot johtuvat satunnaisista poikkeavista havainnoista, jotka yleensäkin kannattaa poistaa aineistosta ennen tietojen hyväksikäyttöä.

5. MITTAUSTEN VERTAILTAVUUS

Autojen välisiä eroja tutkittiin kummankin päivän perusreitistä saadulla aineistolla. Menetelmänä käytettiin varianssianalyysiä, jolla tutkittiin auton vaikutusta mittaus-tulokseen. Aineisto käsitellään kahdessa osassa: tie 8 omana aineistonaan ja muut tiet omanaan.

Kuvassa 5.1 ovat muuttujien keskiarvot erikseen tieltä 8 ja muilta teiltä.



Kuva 5.1. Autojen tulokset tiellä 8 ja muilla teillä.

Kuvan 5.1. perusteella voidaan tehdä seuraavia päätelmiä:

Tasaisuus:

Auto H tuotti muita merkitsevästi korkeampia tuloksia erityisesti tiellä 8. Tarkkaa selitystä tälle erolle ei pystytty heti löytämään. VTT:n mielestä auton H laserkamera on vanhuuttaan hieman heikentynyt ja saa näin häiriöitä auringonvalosta. Asiaa voidaan auttaa rakentamalla kameralle "häikäisysoja", joka rakennettiin touku-kuussa.

Hämeen piirin myöhemmissä testeissä (Mäkelä ja Rimmi) havaittiin hieman samankaltaisia ongelmia. Tämän jälkeen Hämeen piiri testasi eri ohjelmaversioiden välisiä eroja, mutta siirtyi takaisin uuteen versioon, kun kävi ilmi, että vika johtuu kirkkaasta auringonvalosta.

Muut autot tuottivat keskenään samanlaisia tuloksia riippumatta tien kunnosta.

Urasyvyys:

Kaikki autot tuottivat keskenään erittäin samankaltaisia tuloksia. Tulokset ovat hyvin vertailtavissa sekä syvemmillä urilla että matalammilla alku-urilla.

Dynaaminen rasitusindeksi:

Tulokset ja selitykset ovat samanlaiset kuin tasaisuudella: auto H erosi muista merkittävästi tien 8 tuloksissa. Auringonvalon vaikutus korostuu juuri tien 8 tapaisessa maastossa, jossa tie kulkee pääosin aukeilla paikoilla.

6. LAATU-OHJELMAN TULOKSET

LAATU-ohjelma on tarkoitettu uusien päällysteiden tasaisuuden laadunvalvontamittauksiin. Edellisten vuosien vertailussa ei ole havaittu merkitseviä eroja lukuunottamatta vuotta 1993, jolloin eroa syntyi teknisten vikojen takia.

Kullakin PTM-autolla mitattiin vajaan viiden kilometrin osuus tieosuudella 673/17 kolmeen kertaan. Laadultaan tämä osuus on kohtuullisen tasaista asfalttipäällystettyä.

Autojen tarkempi vertailu suoritetaan poikkeamaindeksin (PI), tasaisuuden (IRI) ja lyhyiden aallonpituuksien tasaisuuden (IRI4) suhteen. Saadut tulokset ovat taulukossa 6.1.

Taulukko 6.1 Keskiarvot autoittain

Auto	H	V	O	K
PI	4.0	5.3	1.1	1.0
IRI4	1.0	1.1	0.9	0.8
IRI	2.1	1.9	1.8	1.8

Koko aineistosta laskettuna autojen tulokset poikkesivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Erot olivat seuraavat:

- poikkeamaindeksi autot V ja H suuremmat
- IRI4 autot V ja H suuremmat
- IRI auto H muita suurempi

Autojen H ja V laserkamerat suojattiin ja tämä muutos poisti erot muihin nähden.

Mittausten toistettavuutta tutkittiin varianssianalyysin avulla, jolloin testattiin kaikkien autojen keskiarvojen vaihtelua kolmen mittauskerran välillä. Testauksen tulokset ovat taulukossa 6.2.

Taulukko 6.2 Muuttujien keskiarvot kierroksittain

Kierros	1	2	3
PI	3.4	2.9	2.7
IRI4	1.0	1.0	1.0
IRI	1.9	1.9	1.9

Minkään muuttujan keskiarvot eivät eroa toisistaan merkitsevästi.

Yhteenvedona voidaan todeta, että LAATU-mittaukset ovat tuotantokunnossa Oulun ja Lapin autoilla. Myös Hämeen ja Vaasan sekä VTT:n autolla tilanne on kunnossa laserkameran suojauksen jälkeen.

7. ERITYISKYSYMYKSET

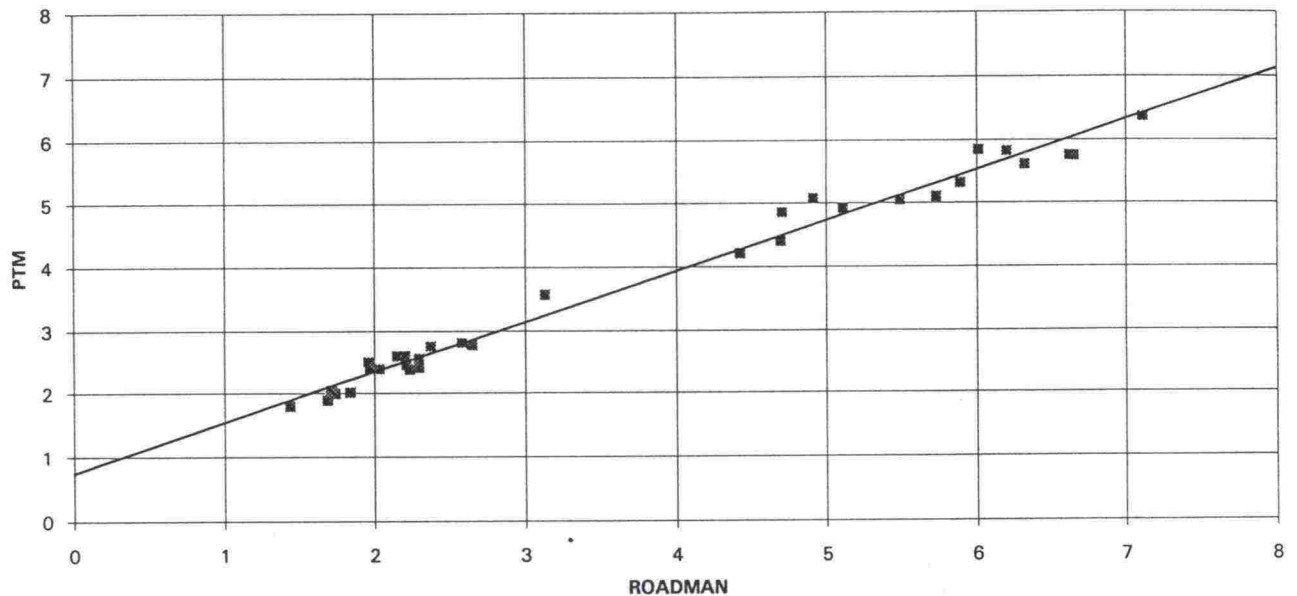
Palvelutasomittareiden käytön aikana saadut kokemukset ovat nostaneet jatkuvasti esiin monenlaisia erityiskysymyksiä, joihin on haluttu saada vastauksia. Tällä kertaa kiinnostuksen kohteena olivat ROADMAN-mittari ja heittojen sekä painumien lukumäärät. Alku-uran mittaus ja epätasaisten teiden IRI todettiin olevan kunnossa jo edellisen kappaleen aikana.

7.1. Vertailu ROADMANin kanssa

Tielaitos ja VTT ovat tutkineet tasaisuusmittareiden välisiä yhteyksiä. Näiden tulosten mukaan ROADMAN eroaa palvelutasomittareista siten, että tasaisilla teillä ROADMAN antaa pienempiä ja epätasaisilla teillä suurempia IRI-arvoja kuin palvelutasomittarit keskimäärin.

Laitoksen neljälle ROADMANilla mitattiin osittain samaa perusreittiä. Näitä tuloksia verrataan tieosittain kuvassa 7.1.

PTM:n ja ROADMANin IRI-vertailu



Kuva 7.1. ROADMANin ja PTM:n tasaisuudet tieosittain

ROADMANin ja PTM:n tasaisuusmittaustulokset ovat keskimäärin aivan samat ja ne korreloivat keskenään erittäin hyvin ($r > 0.95$). Tulokset eroavat toisistaan kuitenkin aivan ennako-odotusten mukaisesti: pienillä IRI:n arvoilla ROADMAN antaa pienempiä tuloksia ja suurilla IRI:n arvoilla suurempia kuin PTM-autot. Kuvassa 7.1 on piirretty lisäksi lineaarinen yhtälö

$$\text{ROADMAN(korjattu)} = 0.74 + 0.80 * \text{ROADMAN(mitattu)},$$

jolla tämän aineiston mukaan ROADMAN-tulokset on korjattava, jotta niistä saadaan PTM-auton tulosten kannalta yhtenevät tulokset.

Tarkempia tietoja ROADMANin osalta saa Ismo Iso-Heinimeltä.

7.3 Heitot ja painumat

Heittojen ja painumien määrää tutkittiin seuraavasti: kullekin 100 metrin osuudelle laskettiin lukumäärät sekä pienille että isoille heitoille ja painumille. Autojen välistä eroa tutkittiin ristiintaulukoilla siten, että aineisto luokiteltiin osiin heittotyyppin (isot, pienet), lukumäärän (ei yhtään, vähintään 1) ja tietyyppin (tie 8, muut tiet) mukaan. Tulokset ovat taulukossa 7.3.1.

Hämeen ja Vaasan autolla löytyi tilastollisesti keskimäärin muita enemmän sekä isoja että pieniä heittoja ja painumia. Myös tämä ongelma on saatu eliminoidua laser-kameran suojauksen avulla.

Taulukko 7.3.1.

Heittojen ja painumien lukumäärät (ja prosentit) koon, tietyypin ja auton mukaan.

Tie 8:

	<u>Isot heitot</u>		<u>Pienet heitot</u>	
	0	> 0	0	> 0
Auto H	1614 (98)	29 (2)	1137 (69)	506 (31)
Auto V	1625 (99)	11 (1)	1391 (85)	245 (15)
Auto O	1623 (99)	14 (1)	1376 (84)	261 (16)
Auto K	1618 (99)	20 (1)	1288 (79)	350 (21)
Kaikki	6480 (99)	74 (1)	5192 (79)	1362 (21)
	Khiin neliö = 10.2 df = 3, p < 0.05		Khiin neliö = 157.2 df = 3, p < 0.001	

Muut tiet:

	<u>Isot heitot</u>		<u>Pienet heitot</u>	
	0	> 0	0	> 0
Auto H	515 (48)	549 (52)	197 (19)	867 (81)
Auto V	695 (66)	356 (34)	258 (25)	793 (75)
Auto O	691 (61)	433 (39)	274 (24)	850 (76)
Auto K	594 (54)	500 (46)	226 (21)	868 (79)
Kaikki	2495 (58)	1838 (42)	955 (22)	3378 (78)
	Khiin neliö = 79.9 df = 3, p < 0.001		Khiin neliö = 163.3 df = 3, p < 0.001	

8. PÄATELMÄT

Tässä raportissa on kuvattu järjestyksessään kuudes palvelutasomittareiden vertailumittaustapahtuma. Saadut tulokset osoittivat jälleen, että autojen säännöllinen vertailu on välttämätöntä. Vaikka autot ja miehistöt toimivatkin erittäin hyvin, on tämäntyyppinen vertailu lähes ainoa tapa löytää niitä pieniä, mutta varsin harmillisia ja negatiivista keskustelua aiheuttavia ongelmia.

Tutkimuksessa tehtyjen tilastollisten analyysien perusteella voidaan tehdä seuraavia päätelmiä:

Toistettavuus:

Kaikilla autoilla mittausten toistettavuus on edelleen hyvä, urien mittauksen suhteen jopa parempi kuin aiemmin. Vertailuissa havaitut muita pienemmät korrelaatiot johtuvat poikkeavista havainnoista, joiden poistamista kannattaa harkita aina ennen kuin tietoja käytetään hyväksi. Korkean toistettavuuden ylläpitäminen vaatii edelleen teknisesti hyvät ja testatut laitteet ja tarkan mittaustyön.

Vertailtavuus:

Autot V, K ja O tuottivat näissä vertailumittauksissa erittäin hyvin samoja tuloksia. Autojen H ja V ongelma on tasaisuuden ja dynaamisen rasisusindeksin mittaamisessa. Asiaa tutkittu ja vika löytyi tasaisuutta mittaavast laser-kamerasta. Kameran säde on vanhuuttaan heikennyt ja saa häiriöitä suorasta auringonvalosta. Asia voitiin korjata parantamalla kameran suojausta. Lisäksi suositellaan, että kaikki vanhentumassa olevat laserkamerat huolletaan perusteellisesti ensi talven aikana.

LAATU-ohjelma:

VTT:n auto poikkesi muista merkitsevästi ylöspäin. Asiaa tutkittiin lisää VTT:n toimesta ja vika poistui, kun laser-kamera suojattiin paremmin.

ROADMAN-tulokset:

ROADMAN-mittarilla saatavat IRI-tulokset ovat näiden tulosten perusteella keskimäärin samalla tasolla kuin PTM-autojen ja tieosakohtaiset tulokset korreloivat hyvin. Tulosten erot on kuitenkin korjattava lineaarisella muunnoksella, jotta ne saadaan samalle tasolle.

Alku-uran mittaus:

Kaikilla PTM-autoilla saadaan mitattua alku-uraa samantasoisella tarkkuudella.

Heitot ja painumat:

Kaikki muut paitsi Hämeen ja Vaasan auto löysivät tilastollisesti katsottuna yhtä paljon heittoa ja painumia. Auton H ongelmat on selvitetty yllä ja ne on korjattu välittömästi.

Suositus jatkotoimenpiteiksi:

Seuraavia toimenpiteitä suositellaan tehtäväksi:

1. Teknisiä muutoksia kohdanneet autot on aina testattava jonkun muun palvelutasomittarin kanssa korjausten vaikutuksen varmistamiseksi.
2. Laitteiden vanheneminen saattaa aiheuttaa vakaviakin ongelmia tulevaisuudessa.
3. Omaehtoisen kalibroinnin ja testauksen olisi oltava tehokkaampaa. Näin löydettäisiin nopeammin mahdolliset tekniset virheet.
4. ROADMANin tulokset konvertoidaan ennen kuin niitä käytetään yhdessä PTM-tulosten kanssa.

KIRJALLISUUSLUETTELO:

1. Palvelutasomittareiden vertailumittaukset 1989. Julkaisematon raportti. Tiehallitus ja Statistical Computing Oy.
2. Palvelutasomittareiden vertailumittaukset 1990. TIEL 3200008.
3. Palvelutasomittareiden vertailumittaukset 1991. TIEL 3200008-1.
4. Palvelutasomittareiden vertailumittaukset 1992. Julkaisematon raportti. Tiehallitus ja Statistical Computing Oy.
5. Palvelutasomittareiden vertailumittaukset 1993. Julkaisematon raportti. Tielaitos/Tk ja Statistical Computing Oy.
6. SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, NC, USA.

LÄHETE

23.6.1994

Jakelu

ROADMAN- kalibrointimittaukset

Oheisena lähetän tieosakohtaisen yhteenvedon Roadman- mittareiden kalibrointimittauksista Vaasassa 4.-5.5.1994. Siinä on mukana Hämeen, Lapin ja Tk:n (Ylivieska/I.Iso-Heiniemi) mittareiden tulokset. Mittareiden keskinäisen vertailun mukaan näyttää siltä, että Tk:n mittari tuottaa n. 6% suurempia IRI- arvoja kuin Hämeen ja n. 11% suurempia kuin Lapin piirin mittari. Savo-Karjalan tuloksia ei ole mukana, koska viallinen anturi tuotti virheellisiä tuloksia.

Roadmanilla mitattujen tasaisuuksien vertailu PTM-autolla mitattuihin vastaaviin IRI-arvoihin käy ilmi laadittavana olevasta kalibrointi-päivien raportista (Vesa Männistö laatii).

Ylivieskassa 23.6.1994

Ismo Iso-Heiniemi

JAKELU: Jukka Yliherva/L
Pertti Pirinen/SK
Jani Saarinen/H
Kari Hiltunen/Tk
Vesa Männistö Tk
Anssi Lampinen/AL-Engineering Oy

LIITE: Roadman- mittareiden kalibrointimittaukset Vaasassa 4.-5.5.1994
(mittaustulokset tieosittain)

23.06.94
/I.I-H.

ROADMAN-mittareiden kalibrointi Vaasassa 4.-5.5.1994

Sivu 1

Tie	Osa	Suunta	IRI_ka	Mittari	Pvm
8	303	1	2.50 <i>0.94</i>	HME	4.05.94
8	303	1	2.63 <i>0.99</i>	HME	5.05.94
8	303	1	2.36 <i>0.89</i>	LAPPI	3.05.94
8	303	1	2.87 <i>1.08</i>	YLIV	4.05.94
8	303	1	2.86 <i>1.08</i>	YLIV	5.05.94

Keskiarvo:..... 2.65

8	303	2	2.15	LAPPI	3.05.94
---	-----	---	------	-------	---------

Keskiarvo:..... 2.15

8	305	1	2.10 <i>0.95</i>	HME	4.05.94
8	305	1	2.02 <i>0.92</i>	HME	5.05.94
8	305	1	2.01 <i>0.91</i>	LAPPI	3.05.94
8	305	1	2.57 <i>1.17</i>	YLIV	4.05.94
8	305	1	2.32 <i>1.05</i>	YLIV	5.05.94

Keskiarvo:..... 2.20

8	305	2	2.03	LAPPI	3.05.94
---	-----	---	------	-------	---------

Keskiarvo:..... 2.03

8	306	1	1.64 <i>0.94</i>	HME	4.05.94
8	306	1	1.62 <i>0.93</i>	HME	5.05.94
8	306	1	1.61 <i>0.92</i>	LAPPI	3.05.94
8	306	1	1.96 <i>1.13</i>	YLIV	4.05.94
8	306	1	1.87 <i>1.07</i>	YLIV	5.05.94

Keskiarvo:..... 1.74

8	306	2	1.44	LAPPI	3.05.94
---	-----	---	------	-------	---------

Keskiarvo:..... 1.44

8	307	1	2.17 <i>0.97</i>	HME	4.05.94
8	307	1	2.20 <i>0.99</i>	HME	5.05.94
8	307	1	2.00 <i>0.90</i>	LAPPI	3.05.94
8	307	1	2.47 <i>1.11</i>	YLIV	4.05.94
8	307	1	2.30 <i>1.03</i>	YLIV	5.05.94

IRI-ka/mittareiden keskiarvo

23.06.94
/I.I-H.

ROADMAN-mittareiden kalibrointi Vaasassa 4.-5.5.1994
=====

Sivu 2

Tie	Osa	Suunta	IRI_ka	Mittari	Pvm
-----	---	-----	-----	-----	-----
=====					
Keskiarvo:.....			2.23		
8	307	2	1.97	LAPPI	3.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			1.97		
8	308	1	2.09	HME	4.05.94
8	308	1	2.07	LAPPI	3.05.94
8	308	1	2.47	YLIV	4.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			2.21		
8	308	2	1.96	LAPPI	3.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			1.96		
8	309	1	1.82	HME	4.05.94
8	309	1	1.68	LAPPI	3.05.94
8	309	1	2.01	YLIV	4.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			1.84		
8	309	2	1.72	LAPPI	3.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			1.72		
8	310	1	2.24	HME	4.05.94
8	310	1	2.25	LAPPI	3.05.94
8	310	1	2.38	YLIV	4.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			2.29		
8	310	2	2.29	LAPPI	3.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			2.29		
8	311	1	1.59	HME	4.05.94
8	311	1	1.61	LAPPI	3.05.94
8	311	1	1.87	YLIV	4.05.94

23.06.94
/I.I-H.

ROADMAN-mittareiden kalibrointi Vaasassa 4.-5.5.1994

Sivu 3

Tie	Osa	Suunta	IRI_ka	Mittari	Pvm
=====					
Keskiarvo:.....			1.69		
8	311	2	1.71	LAPPI	3.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			1.71		
726	1	1	6.44 1.02	HME	4.05.94
726	1	1	5.84 0.92	HME	5.05.94
726	1	1	6.66 1.05	YLIV	4.05.94
726	1	1	6.34 1.00	YLIV	5.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			6.32		
726	1	2	6.69 1.01	HME	4.05.94
726	1	2	6.73 1.01	HME	5.05.94
726	1	2	6.53 0.98	YLIV	4.05.94
726	1	2	6.65 1.00	YLIV	5.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			6.65		
726	2	1	5.88 1.03	HME	4.05.94
726	2	1	6.00 1.05	HME	5.05.94
726	2	1	5.32 0.93	YLIV	4.05.94
726	2	1	5.70 0.99	YLIV	5.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			5.73		
726	2	2	6.13 1.04	HME	4.05.94
726	2	2	5.57 0.95	HME	5.05.94
726	2	2	6.12 1.04	YLIV	4.05.94
726	2	2	5.75 0.98	YLIV	5.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			5.89		
730	2	1	2.43 1.03	HME	4.05.94
730	2	1	2.16 0.91	LAPPI	3.05.94
730	2	1	2.52 1.06	YLIV	4.05.94

23.06.94
/I.I-H.

ROADMAN-mittareiden kalibrointi Vaasassa 4.-5.5.1994

Sivu 4

Tie	Osa	Suunta	IRI_ka	Mittari	Pvm
=====					
Keskiarvo:.....			2.37		
730	2	2	2.53 <i>0.98</i>	HME	4.05.94
730	2	2	2.62 <i>1.02</i>	YLIV	4.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			2.58		
730	3	1	5.67 <i>0.97</i>	HME	4.05.94
(730	3	1	3.66	LAPPI	3.05.94)
730	3	1	6.02 <i>1.03</i>	YLIV	4.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			5.11 5.84		
730	3	2	5.46 <i>0.99</i>	HME	4.05.94
730	3	2	5.52 <i>1.01</i>	YLIV	4.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			5.49		
730	4	1	6.65 <i>1.00</i>	HME	4.05.94
730	4	1	6.59 <i>1.00</i>	YLIV	4.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			6.62		
730	4	2	7.33 <i>1.03</i>	HME	4.05.94
730	4	2	6.88 <i>0.97</i>	YLIV	4.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			7.11		
7251	1	1	4.81 <i>0.98</i>	HME	4.05.94
7251	1	1	4.95 <i>1.01</i>	HME	5.05.94
7251	1	1	4.89 <i>1.00</i>	YLIV	4.05.94
7251	1	1	5.00 <i>1.02</i>	YLIV	5.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			4.91		
7251	1	2	4.71 <i>1.06</i>	HME	4.05.94
7251	1	2	4.40 <i>0.94</i>	HME	5.05.94
7251	1	2	4.71 <i>1.00</i>	YLIV	4.05.94
7251	1	2	4.98 <i>1.06</i>	YLIV	5.05.94

23.06.94
/I.I-H.

ROADMAN-mittareiden kalibrointi Vaasassa 4.-5.5.1994

Sivu 5

Tie	Osa	Suunta	IRI_ka	Mittari	Pvm
=====					
Keskiarvo:.....			4.70		
7252	1	1	3.54	HME	4.05.94
7252	1	1	3.67	YLIV	4.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			3.61		
7252	1	2	3.13	YLIV	4.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			3.13		
7254	2	1	4.24	HME	4.05.94
7254	2	1	4.28	HME	5.05.94
7254	2	1	4.53	YLIV	4.05.94
7254	2	1	4.64	YLIV	5.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			4.42		
7254	2	2	4.72	HME	4.05.94
7254	2	2	4.61	HME	5.05.94
7254	2	2	4.61	YLIV	4.05.94
7254	2	2	4.82	YLIV	5.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			4.69		
17782	1	1	6.17	HME	4.05.94
17782	1	1	5.63	HME	5.05.94
17782	1	1	6.21	YLIV	5.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			6.01		
17782	1	2	6.05	HME	4.05.94
17782	1	2	5.89	HME	5.05.94
17782	1	2	6.66	YLIV	5.05.94
=====					
Keskiarvo:.....			6.20		

Alle/yllä kotien
mittarin keskiarvon:

(39 kpl)	0.981	HÄME	-1.9 %
(9 kpl)	0.923	LAPPI	-7.7 %
(37 kpl)	1.038	YLIV	+3.8 %