

2004 0700



Vesa Männistö

Palvelutasomittareiden vertailututkimus 1993



Hki 1993

Tutkimus-
keskus

08 TIEL/PAK

PALVELUTASOMITTAREIDEN VERTAILUTUTKIMUS 1993

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	1
ALKUSANAT	2
SISÄLLYSLUETTELO	3
1. JOHDANTO JA TUTKIMUSONGELMA	4
2. MITTAUSTEN VALMISTELU JA SUORITUS	5
3. TUTKIMUSAINEISTO	6
4. MITTAUSTEN TOISTETTAVUUS	7
5. MITTAUSTEN VERTAILTAVUUS	8
6. LAATU-OHJELMAN TULOKSET	10
7. ERITYISKYSYMYKSET	11
7.1. Vertailu ROADMANin kanssa	12
7.2. Ajolinjojen ja kuljettajien vaikutus	12
7.3. Ohjelmaversioiden väliset erot	13
8. PÄÄTELMÄT	15
KIRJALLISUUSLUETTELO	17
LIITE: Mittausohjelma	

TIIVISTELMÄ

Tielaitoksessa on käytetty palvelutasomittareita teiden pintakunnon mittaamiseen jo vuodesta 1987 alkaen. Palvelutasomittarit on rakennettu teknisesti siten, että niiden antamat tulokset ovat keskenään yhteismitallisia. Tämän asian varmistamiseksi on vertailtu säännöllisesti mittausautojen keskinäistä toimivuutta vertailumittausten avulla. Nyt tehty mittaus oli järjestyksessään viides.

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. Tämän tutkimuksen tavoitteena on jatkaa tätä vertailumittausprosessia, jossa selvitetään palvelutasomittareiden antamien tulosten vertailtavuutta ja mittausten toistettavuutta.

Tielaitoksen käytössä on 5 palvelutasomittaria (Uusimaa-Turku, Häme-Vaasa, Oulu, Tielaitos (sijoituspaiikka Kainuu) ja VTT). Tutkimusta varten näillä autoilla mitattiin 5.5-6.5.1993 noin 100 kilometrin reitti päällystettyjä teitä kahteen kertaan KUNTO-ohjelman testaamiseksi sekä 9 kilometrin osuus kolmeen kertaan LAATU-ohjelman tutkimiseksi. Koejärjestely mahdollisti tilastollisesti luotettavan analyysin normaalilla mittausleveydellä (310 cm) mitatuilta teiltä. Kapeammalla palkin leveydellä tehdyt mittaukset eivät täysin onnistuneet mittausohjelmistossa olleen virheen takia. ROADMAN-mittarilla mitattiin perusreitti ja LAATU-ohjelman osuudet. VTT:n IRI-autolla mitattiin reitti LAATU-ohjelman tulosten analysointia varten.

Tutkimus koostuu viidestä osaongelmasta. Näitä ovat autojen tulosten vertailtavuus ja toistettavuus sekä KUNTO- että LAATU-ohjelmalla, IRI-auton tulosten analysointi, ROADMAN-mittarin tulosten analysointi, ajolinjojen ja kuljettajan vaikutuksen tutkiminen sekä vanhan ja uuden ohjelmaversioon tulosten analysointi. Tutkimuksen päätulokset voidaan tiivistää seuraavasti:

- kaksi PTM-autoa (Uusimaa/Turku ja VTT) poikkesivat merkitsevästi muista autoista kaikkien muuttujien suhteen. Näiden autojen tekniikka tutkittiin ja eroja aiheuttaneet tekniset viat löydettiin ja korjattiin.
- mittausten toistettavuus on yleisesti hyvä, urien osalta jopa parempi kuin ennen.
- LAATU-ohjelman antamat tulokset ovat keskenään samankaltaisia kaikilla PTM-autoilla. IRI-auton poikkeamaindeksit olivat hieman korkeammat.
- ROADMAN-mittarin toistettavuus ja tasaisuusarvot ovat samansuuruisia kuin PTM-autolla.
- uusi ohjelmaversio löytää tarkemmin urat, kun mittausleveys on 310 cm. Tästä johtuen uudella versiolla urat ovat noin 2 mm syvemmät.
- normaalia ajolinjaa käytettäessä ei kuljettajien välillä ole eroja.

ALKUSANAT

Tielaitoksessa on käytetty palvelutasomittareita teiden pintakunnon mittaamiseen jo vuodesta 1987 alkaen. Tämän järjestyksessään viidennen vertailututkimuksen tavoitteena on pääasiassa selvittää nykyisin käytössä olevien palvelutasomittareiden antamien tulosten luotettavuutta. Tämän lisäksi tutkitaan eri ohjelmaversioiden välisiä eroja, ajolinjojen ja kuljettajien vaikutusta tuloksiin, verrataan LAATU-ohjelman tuloksia VTT:n IRI-auton tasaisuustuloksiin ja tasaisuustuloksia Anssi Lampisen kehittämän ROADMAN-mittarin tuloksiin.

Työ on koostunut kolmesta eri vaiheesta: suunnittelu, mittaus ja tulosten analysointi. Tutkimuksen tekoon ovat osallistuneet tielaitoksen tutkimuskeskuksesta tutkija Tuula Kyyrä (tilastolliset analyysit) ja fil.maist. Vesa Männistö (projektin johto ja raportointi).

Tutkimuksen tekijät kiittävät kaikkia osallistujia innostuneesta ja erinomaisesta yhteistyöstä.

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, sijoituspaikka Oulu
Auto K	Tielaitoksen auto, sijoituspaikka Kajaani

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
Urasyvyys	mm	URA	AB-tiet
Uraisuus	mm/m	UR AIS	ÖS-tiet
Tasaisuus	mm/m	IRI	kaikki päällysteet
Tasaisuus (< 4 m)	mm/m	IRI4	uudet päällysteet
Poikkeamaindeksi		PI	uudet päällysteet

Edellisiin vertailututkimuksiin (/1-4/) 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 ja 1992). Näissä tutkimuksissa havaittiin, että sekä mittausten toistettavuudessa että absoluuttisissa tuloksissa on eroja. Saatujen tulosten pohjalta ja uusien autojen rakentamisen jälkeen on käynyt selväksi, että saatavien tulosten yhteismitallisuus ei ole itsestään selvää vaan sitä pitää edelleen tarkkailla säännöllisesti vertailumittausten muodossa.

Vuoden 1993 alussa VTT asensi mittausohjelmiston uuden version kaikkiin autoihin. Versio on pääpiirteissään samanlainen kuin vanhakin, mutta pieniä eroja on mm. uramittausalgoritmissa. Eri versioiden tuottamissa tuloksissa ei kuitenkaan pitäisi olla merkittäviä eroja. Uuden version tarkemmat tiedot on kuvattu erillisessä VTT:n raportissa /5/.

Tutkittavat osaongelmat ovat seuraavat:

1. mittausten toistettavuus ja vertailtavuus
2. LAATU-ohjelman tulosten analysointi
3. ROADMANin tulosten vertailu
4. ajolinjojen ja kuljettajien vaikutus
5. PTM-ohjelmaversioiden väliset erot.

Osaongelmat 1-5 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 olleet ristiintaulukointi, varianssianalyysi ja korrelaatiokerroin. Testauksessa on käytetty t-testiä, F-testiä ja SNK-testiä (Student-Neumann-Keuls) /6/ riskitasolla 5 %.

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 mittausreitin suunnittelun ja sen tarkistuksen maastossa. Reitin valinnassa huomioitiin seuraavat seikat:

- reittiin saatava paljon uraisia teitä
-> tukikohtana Rauma
- mittaus suoritetaan kahden päivän aikana
- mittausten käytännön suoritus joustava
- liikenteen häiritsevä vaikutus minimoitava
- alku- ja loppupisteet tieosien jakopisteitä.

Reittiin valittiin aluksi vaihtelevan kuntoisia, lähinnä urautuneita AB-teitä ja epätasaisia, kapeita ÖS-teitä. Uudessa mittausohjelmistossa ollut (korjattu 19.5.93) virhe, joka vaikeutti kapeiden ja epätasaisten teiden mittausta johti siihen, että mittaukset ja analysoinnit keskittyvät normaalilla leveydellä (310 cm) mitattuihin teihin. Reitin valinnan lähtötiedot toimitti Jyrki Immonen Turun tiepiiristä ja reitin käytännön suunnittelusta vastasi Vesa Männistö.

Mittaukset tehtiin teillä 42 (tieosat 3-5), 8 (116-120) ja 207 (2-4), jotka kaikki mitattiin kumpaankin suuntaan siirtoajojen minimoimiseksi. Analyysit suoritetaan teittäin, sillä niiden kunnossa on eroja ja myös autojen väliset erot vaihtelevat teittäin. Kunnoltaan tie 8 on vahvasti urautunut, tie 42 lievemmin urautunut ja tie 207 kapea ja epätasainen ÖS-tie. Taulukossa 2.1 on tutkittavien muuttujien keskiarvot teittäin laskettuna.

Taulukko 2.1. Perusreitti ja kaikkien autojen tunnusluvut

osoite	keskiarvot (ja hajonnat)			
	tie/osat	pituus (km)	IRI	URA
8/ 116-120	46.1	1.6 (0.6)	11.6 (4.6)	4.7 (1.7)
42/ 3-5	26.8	1.6 (0.5)	12.3 (3.7)	5.5 (2.1)
207/ 2-4	31.7	3.6 (1.2)	4.5 (3.7)	7.9 (3.9)
yhteensä	104.6 km			

Ennen mittauksia kokoonnuttiin mittaustukikohtaan (Rauman Cumulus), missä selvitettiin yksityiskohtaisesti mittausten tarkoitus, reitti ja toimintasuunnitelma. Mittausten käytännön johtajana toimi Vesa Männistö. Toisen mittauspäivän aamuna esiteltiin edellisen päivän tuloksia ja kerrattiin päivän toimintasuunnitelma.

Vertailut aloitettiin ajamalla noin 24 kilometrin osuus (tiet 8/119 ja 2176/1) autojen perusasetuksilla. Testauksen aikana suoritettiin matkamittareiden kalibrointi niin, että Hämeen auton kalibrointia käytettiin perusteena. Muut kalibroinnit oli pyydetty tehtäväksi ennen vertailumittauksia parhaissa olosuhteissa. Näiden toimenpiteiden jälkeen autot oli teknisesti asetettu mahdollisimman hyvin samalle tasolle.

Ensimmäisen mittauspäivän iltapäivällä mitattiin perusreitti vapaassa tahdissa sekä LAATU-ohjelman reitti perusreitin puolivälissä (tie 8, tieosilla 121 ja 122). Toisena päivänä tehtiin aamupäivällä kuljettajien ja ajolinjojen vaikutuksen testaus ja iltapäivällä ajettiin perusreitti uudelleen. Tarkemmat tiedot reitistä ja aikatauluista ovat liitteessä 1.

Mittauksiin osallistuivat varsinaisina mittauspäivinä muut palvelutasomittarit paitsi VTT:n auto, jolla reitti mitattiin samoissa sääolosuhteissa viikkoa myöhemmin. Lisäksi mukana olivat VTT:n IRI-auto ja tielaitoksen ROADMAN.

3. TUTKIMUSAINIESTO

Alkuperäisen mittausaineiston pituus oli perusreitillä osalta noin 110 kilometriä. Aineistosta poistettiin ennen analyysijä seuraavat havainnot:

- puutteelliset 100 metrin osuudet
- osuudelta 8/118 tieosan alusta 500 m tietyön takia

Tämän jälkeen saatiin analysoitavaan aineistoon 91.8 kilometriä, joilta oli täydelliset tiedot ensimmäiseltä kierrokselta. Toiselta kierrokselta saatiin tietoja jonkin

verran vähemmän, sillä auto T keskeytti mittaukset, kun oli käynyt selväksi, että siinä on jotain teknistä vikaa. Myös autolta K puuttuu osittain toisen päivän tulokset. Yhteensä jäljelle jäi toiselta päivältä 42 kilometriä.

Ennen vertailumittauksia käytiin keskusteluja siitä, kuinka paljon palvelutasomittarin uusi ohjelmisto vaikuttaa tuloksiin. Tutkimusta varten mitattiin muutamia tieosia autoilla H, O ja T lyhyttä vertailua varten.

Erityiskysymyksiä tarkasteluissa käytetyt aineistot kuvaillaan ao. kappaleissa.

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 mittauksen välillä autoittain ja teittäin. Pienimmät korrelaatiot on lihavoitu. "---":llä merkittävät korrelaatioita ei voitu laskea puuttuvien mittauksen vuoksi.

Tie 8:

	Auto T	Auto H	Auto V	Auto O	Auto K
IRI	0.86	0.74	0.30	0.91	0.91
URA	0.86	0.94	0.96	0.97	0.81
URAI	0.92	0.89	0.92	0.94	0.87

Tie 42:

	Auto T	Auto H	Auto V	Auto O	Auto K
IRI	---	0.95	0.68	0.92	0.98
URA	---	0.93	0.70	0.93	0.81
URAI	---	0.93	0.67	0.95	0.89

Tie 207:

	Auto T	Auto H	Auto V	Auto O	Auto K
IRI	---	---	0.91	---	---
URA	---	---	0.44	---	---
URAI	---	---	0.80	---	---

Kun tarkastellaan edellä olevia korrelaatioita, voidaan havaita, että suurin osa niistä on AB-teillä yli 0.9, mikä osoittaa näissä tilanteissa mittausten erinomaista toistettavuutta. Auton O kaikki korrelaatiot ovat yli 0.9, joten toistettavuus on heillä kunnossa. Autolla H on ollut jotain pientä ongelmaa tasaisuuden kanssa tiellä 8 ja autolla K urien kanssa teillä 8 ja 42. Auton V tulokset ovat ongelmallisia: tasaisuuden korrelaatio 0.3 tiellä 8 on erittäin huono ja kaikki korrelaatiot tiellä 42 selvästi muita pienempiä.

Autojen H ja K tapauksessa pienemmät korrelaatiot johtuvat tiellä 8 tieosilla 117 ja 118 tulleista muutamista poikkeavista havainnoista. Muuten toistettavuus on kunnossa.

Auton V mittauksissa tiellä 8 tieosalla 117 mittaussuuntaan 2 havaittiin suuria eroja peräkkäisissä mittauksissa. Ensimmäisen kierroksen IRI:t olivat noin 2 mm suurempia kuin toisella kierroksella lukuunottamatta pientä osuutta tieosan keskellä, jossa arvot olivat samankaltaisia. Tulokset näyttävät siltä, että anturit tai ohjelmisto olisivat "juuttuneet" antamaan väärän tasoisia arvoja pitemmäksi aikaa. Tiellä 42 pienet korrelaatiot johtuvat ilmeisimmin väärästä mittauskohdasta (tuloksissa vaihesiirto). VTT tutki asiaa ja löysi autosta teknisiä vikoja (virtalähde tuotti liian korkeaa jännitettä ja liittimissä oli kosketushäiriöitä). Vika on korjattu.

Tiellä 207 ovat tasaisuuden korrelaatiot hyviä. Uraisuuden ja erityisesti urien kohdalla on selviä ongelmia, jotka johtunevat ilmeisimmin PTM-ohjelmiston kakkosversion virheestä, jossa anturit menivät "jumiin" silloin, kun tien profiili oli erittäin vaihteleva. Tämä ongelma on korjattu 19.5.93.

Yhteenveto:

Tasaisuuden toistettavuus on edelleen korkea, joskin auton V tekniset ongelmat laskevat yleistä tasoa.

Urien mittausten toistettavuus on normaalilla palkilla mitattuna nykyversiolla parempi kuin ennen. Tämä johtuu varmasti siitä, että negatiivisten uramuotojen määrä mittauksissa on vähentynyt. Huonokuntoisemmalla tiestöllä sitä vastoin ongelmia on enemmän.

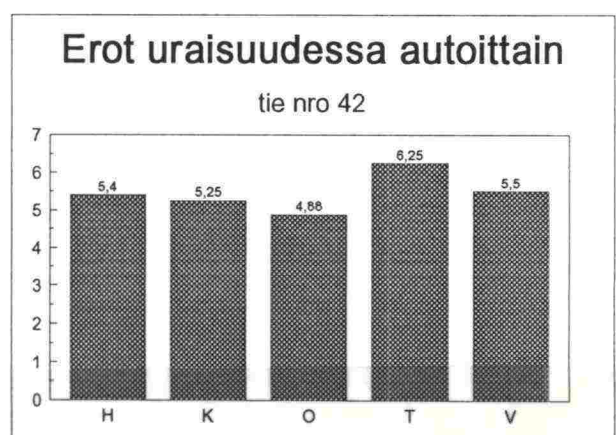
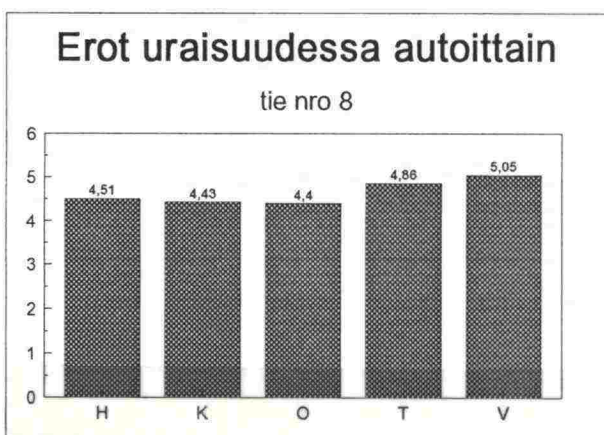
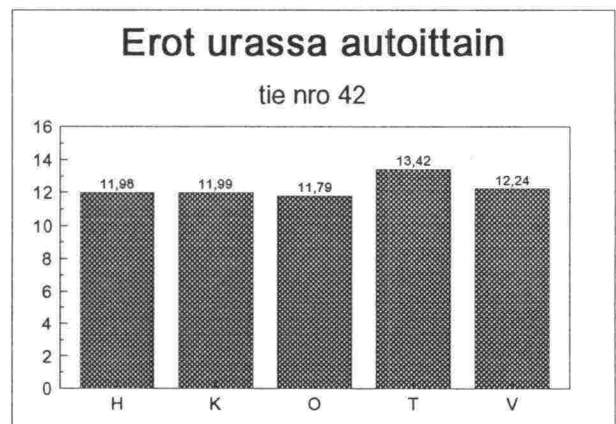
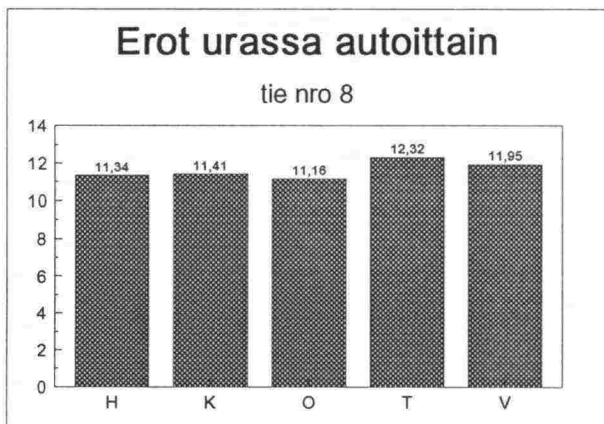
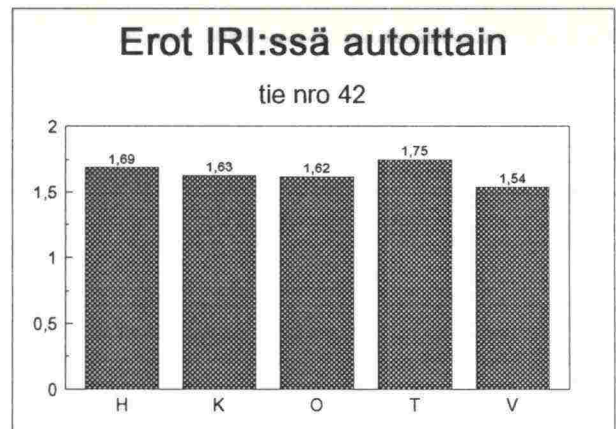
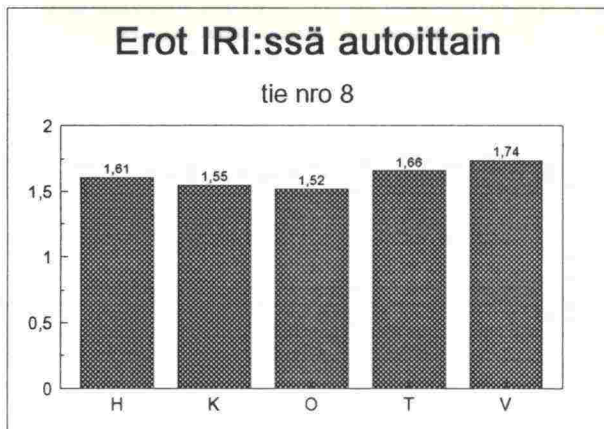
Uraisuuden toistettavuus on pysynyt suunnilleen ennallaan viime vuoteen verrattuna, sillä ohjelmistomuutoksia ei tässä suhteessa ole ollut.

5. MITTAUSTEN VERTAILTAVUUS

Autojen välisiä eroja tutkittiin ensimmäisen päivän perusreitistä saadulla aineistolla. Menetelmänä käytettiin varianssianalyysiä, jolla tutkittiin auton vaikutusta mittaustulokseen. Aineisto käsitellään kahdessa osassa: tie 207 tutkitaan erikseen, sillä sen mittaukset ovat huomattavan epätäydelliset.

Tiet 8 ja 42:

Kuvassa 5.1 ovat keskiarvot teittäin ja autoittain teiltä 8 ja 42.



Kuva 5.1. Autojen väliset erot teillä 8 ja 42.

Kuvan 5.1. perusteella voidaan tehdä seuraavia päätelmiä:

Tasaisuus:

Autot T ja V antavat muita selkeästi korkeampia tuloksia tiellä 8. Tiellä 42 auto V saa muita pienempiä ja auto T muita suurempia arvoja. Auton T tulosten erot johtunevat jostain teknisestä viasta. Auto toimitettiin VTT:lle testattavaksi, jonka tuloksena havaittiin, että auton T kalibrointi on pielessä. Tämä johtui viallisesta kalibrointipalkista.

Auton V mittauksissa oli jotain selittämätöntä ongelmaa, joka aiheutti antureiden tai ohjelman jumiutumisen joko liian ylös tai liian alas. VTT tutki ongelman ja löysi em. tekniset viat.

Muut autot tuottivat keskenään samanlaisia tuloksia.

Urasyyvyys:

Auto T eroaa muista varsin voimakkaasti niin, että sen tulokset ovat muita suurempia paitsi osuuksilla 8/119 ja 120 laskevaan mittaussuuntaan. Kyseessä lienee edellä mainittu tekninen vika.

Auto V saa myös muita korkeampia arvoja tiellä 8 ja erityisesti tiellä 42 osuudella 3, jossa erot ovat paikoitellen jopa 10 mm: Vika on tutkittu ja korjattu.

Muut autot tuottivat keskenään samanlaisia tuloksia.

Uraisuus:

Tulokset ovat samanlaiset kuin urillakin: autot T ja V poikkeavat muista selkeästi. Nämä tekniset viat on korjattu.

Tie 207:

Tiellä 207 autojen vertailu on hankalampaa, sillä mittaukset eivät tahtoneet onnistua millään autolla. Vertailut voidaan tehdä suppeammasta aineistosta, jossa ovat osuudet 2-4 muilta autoilta paitsi autolta H. Vertailujen tulokset ovat samanlaiset kuin AB-teillä eli autot V ja T erosivat muista teknisien ongelmien takia.

6. LAATU-OHJELMAN TULOKSET

LAATU-ohjelma on tarkoitettu uusien päällysteiden tasaisuuden laadunvalvontamittauksiin. Edellisten vuosien vertailussa ei ole havaittu merkitseviä eroja.

Ohjelman toimivuuden varmistamiseksi mitattiin kullakin PTM-autolla ja VTT:n IRI-autolla noin yhdeksän kilometrin reitti valtatiellä 8 kolmeen kertaan. Laadultaan tämä osuus on kohtuullisen tasaista asfalttipäällystettä.

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 VV = VTT:n IRI-auto

Auto	T	H	V	O	K	VV
PI	0.19	0.24	0.69	0.17	0.16	.40
IRI4	0.67	0.68	0.72	0.66	0.67	.68
IRI	1.55	1.53	1.41	1.47	1.49	.40

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

- poikkeamaindeksi; autot V ja VV suurimmat
- IRI4; V muita suurempi
- IRI; autot V ja VV muita pienempiä

Auton V erot tutkittiin tarkemmin ja saatiin selville, että erot johtuivat siitä, että autolla V oli ensimmäisellä kierroksella runsaasti ilmeisen epäonnistuneita mittausarvoja (erittäin suuria poikkeamaindeksejä). Kyseessä oli em. tekninen vika.

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	0.40	0.27	0.25
IRI4	0.68	0.68	0.68
IRI	1.47	1.48	1.47

Poikkeamaindeksin keskiarvoissa oli merkitsevä ero kierrosten välillä. Tämä johtui auton V epäonnistuneista mittauksista. Jos tutkitaan vain toisen ja kolmannen kierroksen havaintoja, mitään merkittäviä eroja ei ole havaittavissa.

Yhteenvedona voidaan todeta, että LAATU-mittaukset ovat edelleen tuotantokunnossa.

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, ajolinjojen ja kuljettajien

vaikutus tuloksiin sekä eri ohjelmaversiot.

7.1. Vertailu ROADMANin kanssa

Tielaitos ja VTT ovat tutkineet tasaisuusmittareiden välisiä yhteyksiä /7/. Näiden tulosten mukaan ROADMAN eroaa palvelutasomittareista siten, että tasaisilla teillä ROADMAN antaa suurempia ja epätasaisilla teillä pienempiä IRI-arvoja kuin palvelutasomittarit.

Ismo Iso-Heiniemi mittasi autoonsa asennetulla ROADMANilla saman reitin kuin palvelutasomittarit. Näitä tuloksia verrataan taulukossa 7.1.1 IRI:n osalta varmasti kunnossa olleiden palvelutasomittareiden ensimmäisen päivän tulosten kanssa.

Taulukko 7.1.1. ROADMANin IRI:n vertailu PTM-autojen kanssa, auto R = ROADMAN

Tie	Auto H	Auto K	Auto O	Auto R	
8	1.62	1.56	1.53	1.55	ei eroa
42	1.69	1.63	1.62	1.72	ei eroa
207	---	3.55	3.49	3.51	ei eroa

Tasaisuuden mittauksessa ROADMANin tulokset eivät siis keskimäärin eronneet palvelutasomittareiden tuloksista.

Mittausten toistettavuus on samaa luokkaa kuin palvelutasomittareilla. Peräkkäisten mittausten korrelaatiot teillä 8, 42 ja 207 olivat ROADMANilla 0.92, 0.72 ja 0.80, kun ne PTM-autoilla vaihtelivat välillä 0.74-0.95. PTM-autoihin verrattuna ROADMANilla esiintyy kuitenkin useammin poikkeavia havaintoja.

7.2 Ajolinjojen ja kuljettajien vaikutus

Edellisissä vertailututkimuksissa esiintyneitä eroja tuloksissa ei ole aina pystytty selittämään millään erityisellä tekijällä. Ajolinjojen ja kuljettajien on katsottu olevan mahdollisia eroja aiheuttavia tekijöitä.

Näitä oletuksia testattiin ajamalla jokaisella autolla (ei auto T) noin kuuden kilometrin osuus seuraavan koejärjestelyn mukaisesti:

1. Kuljettaja 1, ajolinja keskellä
2. Kuljettaja 1, ajolinja normaali
3. Kuljettaja 1, ajolinja reunassa
4. Kuljettaja 2, ajolinja keskellä
5. Kuljettaja 2, ajolinja normaali
6. Kuljettaja 2, ajolinja reunassa

Testattavat hypoteesit olivat seuraavat:

1. Vaikuttaako kuljettaja tuloksiin?
2. Vaikuttaako ajolinja tuloksiin?

Jos käytetty ajolinja oli normaali eli ajettiin urissa, ei kuljettajien välille syntynyt minkäänlaista eroa. Mikäli ajolinja pakotettiin pois suosituksesta eli liian keskelle tai reunaan, johti tämä muutamiin satunnaisiin eroihin kuljettajien välillä. Nämä erot eivät kuitenkaan ole mielenkiintoisia. Voidaan siis todeta, että **mikäli kuljettajat ajavat suosituksen mukaisesti eli ajourissa, tuloksissa ei ole eroja.**

Ajolinjan vaikutus tuloksiin eri muuttujilla on tämän vertailun mukaan kohtuullisen selkeä:

- jos **ajolinja on liian reunassa**, joutuu laser-kamera epätasaisemmalle alueelle ja **IRI suurenee**. Näin tapahtui kaikilla kuljettajilla, tilastollisesti merkitsevä ero tuli viidellä kuljettajalla kahdeksasta.
- kaikki kuljettajat löysivät tieltä **syvimmät urat** silloin, kun **ajolinja oli normaali**. Liian reunassa ja keskellä olevat ajolinjat tuottavat selkeästi pienempiä urasyvyyskysä.
- **uraisuus** eli tien kokonaispoikkiprofiili **ei ollut ajolinjasta riippuvainen**.

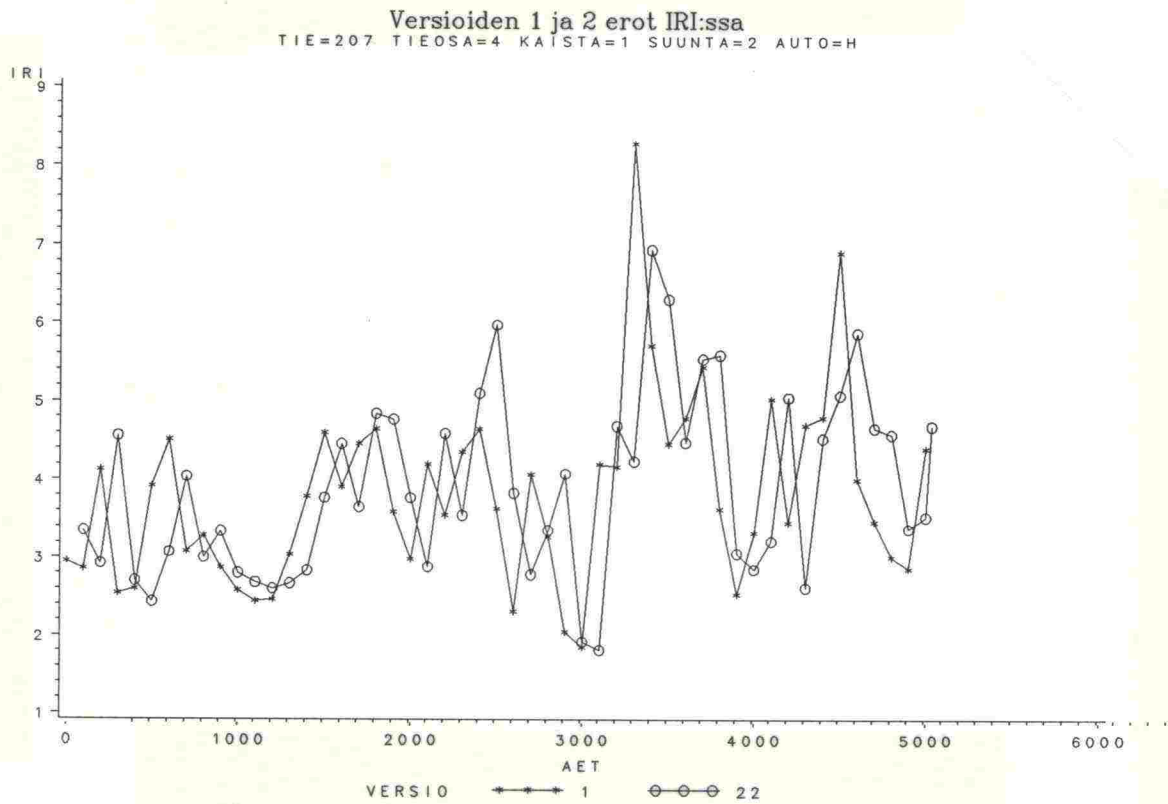
7.3. Ohjelmaversioiden väliset erot

Kuluneen alkuvuoden 1993 aikana on käyty vilkasta keskustelua siitä, miten uusi ohjelmaversio vaikuttaa palvelutasomittareiden tulosten vertailtavuuteen. Keskusteluissa on epäilty, että uusi versio tuottaa syvempiä uratuloksia.

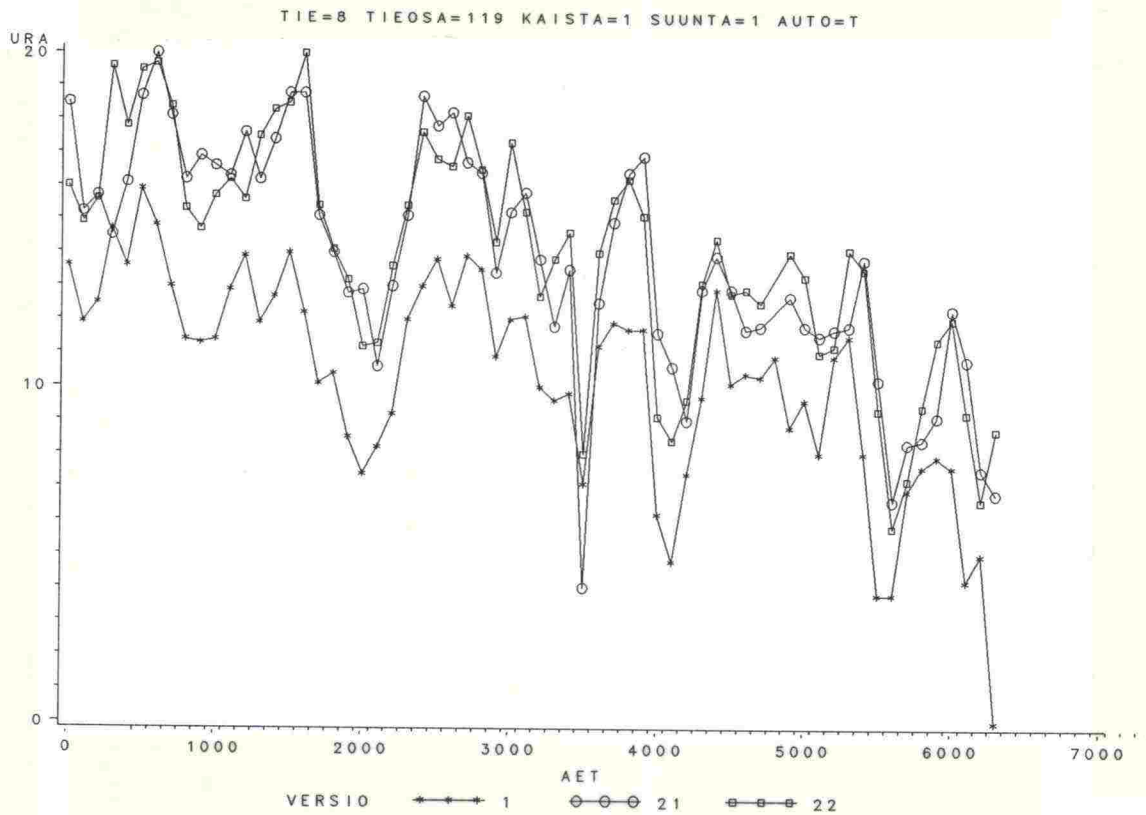
Mittauspäivien aikana tehtiin lyhyt alustava vertailu versioiden välisistä eroista. Autoilla H ja O ajettiin tiellä 207 kolme tieosaa ja autolla T tiellä 8 kaksi tieosaa kummallakin versiolla. Lisäksi auton H miehistö toimitti 27.5. mitatun, noin 27 kilometrin osuuden tiedot (tie 3, osat 132-134) analysoitavaksi. Tulokset ovat lyhyesti seuraavat:

Mittaussuuntaan 1 mitattaessa versiot eivät eroa **tasaisuuden** mittauksessa. Tämä on luonnollista, sillä tasaisuuden mittausalgoritmi ei ole muuttunut. Kakkossuuntaan mitattaessa tieosien keskiarvot ovat samat, mutta tuloksiin tulee selkeä vaihesiirto, mikä johtuneen ensimmäisen, yleensä vajaan 100 metrin osuuden ilmeisen erilaisesta käsittelystä versioiden välillä. Jos eri versioiden kakkossuunnan tuloksia käytetään 100 metrin tasolla "ristiin", saattavat tulokset olla hankalasti tulkittavia. Kuva 7.4.1 kuvaa tilannetta hyvin.

Urien mittauksessa esiintyy selviä eroja versioiden välillä. Auton T mittauksissa tiellä 8 on havaittavissa selvä tasoero, joka on noin kaksi millimetriä (kuva 7.4.2). Vaikka autossa T olikin jotain teknistä vikaa, se ei vaikuta tähän eroon.



Kuva 7.4.1. Esimerkki vaihesiirrosta



Kuva 7.4.2 Esimerkki versioiden erosta, Auto T, tie 8.

Auton H mittauksissa tiellä 3 saatiin samanlaisia tuloksia. Tasaisuuden mittauksessa on nähtävissä vain em. vaihesiirto, mutta keskiarvot ovat samat kummallakin versiolla. Urien mittauksessa on selkeästi nähtävissä noin kahden millimetrin ero siten, että uuden version urat ovat syvempiä. Tämä ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Myös uraisuudessa erot versioiden välillä ovat merkitsevät. Taulukossa 7.4.1 ovat tieosakohtaiset keskiarvot urista ja uraisuudesta eri versioilla.

Taulukko 7.4.1. PTM-ohjelmaversioiden väliset erot urissa ja uraisuudessa tiellä 3.

tieosa	suunta	ura_1	ura_2	urais_1	urais_2
132	1	12.0	14.1	5.1	6.0
132	2	12.2	13.9	4.7	5.2
133	1	11.8	14.0	4.5	5.1
133	2	12.7	14.5	4.8	5.5
134	1	6.1	7.7	2.5	2.8
134	2	7.1	8.5	3.0	3.4
kaikki yhteensä		10.0	11.7	4.0	4.6

Yhteenveto:

Versioiden välillä ei ole eroa tasaisuuden mittauksessa.

Urien mittauksissa oli autoilla H ja T normaalilla palkilla noin 2 mm:n tasoero niin, että **uuden version urat ovat syvemmät.**

Kapealla palkilla mitatessa uuden version tulokset vaihtelevat mittauskertojen sisällä enemmän eli uusi versio pystyy paremmin seuraamaan tien poikkiprofiilia.

Uraisuudessa on myös tilastollisesti merkitsevä ero normaalilla palkilla mitattaessa.

8. PÄÄTELMÄT

Tässä raportissa on kuvattu järjestyksessään viides palvelutasomittareiden vertailumittauksetapahtuma. 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 huonot toistettavuudet autolla V johtuivat teknisistä ongelmista. Korkean toistettavuuden ylläpitäminen vaatii edelleen teknisesti hyvät ja testatut laitteet ja tarkan mittaustyön.

Vertailtavuus:

Autot H, K ja O tuottivat näissä vertailumittauksissa erittäin hyvin samoja tuloksia. Autojen T ja V tulokset poikkesivat muista merkittävästi, mutta näihin poikkeavuuksiin löydettiin tekniset syyt: auton T kalibrointipalkki oli viallinen ja auton V virtalähde tuotti liian korkeaa jännitettä.

LAATU-ohjelma:

Autojen välillä ei ole eroja.

IRI-autolla suoritettavan LAATU-mittauksen toistettavuus on samaa tasoa kuin PTM-autoilla. Saadut tulokset ovat tasaisuuden suhteen samat mutta poikkeama-indeksissä on lieviä eroja.

ROADMAN-tulokset:

ROADMAN-mittarilla saatavat IRI-tulokset ovat näiden tulosten perusteella samalla tasolla kuin PTM-autojen. Myös toistettavuus on vastaava.

Kuljettajien ja ajolinjojen vaikutus:

Jos kuljettajat ajavat ohjeiden mukaan eli ajourissa, eroja tuloksiin ei tule. Ajolinjan valinta vaikuttaa selkeästi urasyvyyteen eli liian keskellä tai reunassa ajaminen tuottaa pienempiä uratuloksia.

Versioiden väliset erot:

Urien mittauksessa tapahtuneet muutokset aiheuttavat sen, että versio 2 tuottaa noin kaksi millimetriä syvempiä uria kuin versio 1.

Suositus jatkotoimenpiteiksi:

Seuraavia toimenpiteitä suositellaan tehtäväksi:

1. Teknisiä muutoksia kohdanneet auton olisi aina testattava jonkun muun palvelutasomittarin kanssa korjausten vaikutuksen varmistamiseksi.
2. Vertailumittaukset olisi siirrettävä aikaisempaan ajankohtaan pidettäväksi, mieluummin ennen kevätmittauksia.
3. Omaehtoinen kalibrointi ja testaus olisi oltava tehokkaampaa. Näin löydettäisiin nopeammin mahdolliset tekniset virheet.

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. Seise, A. PTM-auton mittausohjelmaversio 2.0 tulosten vertailu ohjelmaversioon 1. VTT/Tie-, geo- ja liikennelaboratorio, 1993.
6. SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, NC, USA.
7. Laitinen, V., Orama, R. ja Pellinen, T. PTM-auton tuottamien tunnuslukujen käyttökelpoisuus ja vertailtavuus sekä niiden yhteys laser-mittauksiin. Tielaitoksen selvityksiä 78/1992.

LIITTEET: Mittausohjelma

PTM-AUTOJEN VERTAILUMITTAUSTUTKIMUS 5.-6.5.1993

Hotelli Cumulus, Rauma

MITTAUSPÄIVIEN OHJELMA

Keskiviikko, 5.5.

09.00 - 09.30	Kokoontuminen
09.30 - 10.00	Mittauspäivien ohjelma
10.00 - 12.00	Testireitti ja mahdollinen kalibrointi
12.00 - 13.00	Lounas
13.00 - 17.00	Perusreitti 1. kierros ja LAATU-ohjelman testaus
17.30 - 19.00	Sauna
19.30 - 20.30	Päivällinen

Torstai, 6.5.

08.30 - 09.15	Palaute 1. päivältä
09.30 - 12.00	Erityiskysymykset
12.00 - 13.30	Lounas ja päivien yhteenveto
13.30 - 16.00	Perusreitti 2. kierros

PALVELUTASOMITTAREIDEN VERTAILUMITTAUKSET 1993						
TOIMINTASUUNNITELMA						
Kokoontuminen: keskiviikko, 9.00-10.00						
Hotelli Cumulus, Aittakarinkatu, Rauma				Neuvotteluhuone		
	kahvit					
	päivien ohjelma					
Testireitti: keskiviikko, 10.00-11.30						
8	119	1	6327			kokoontumispaikka
2176	1	1	5753			Olkiluodon risteys
2176	1	2	5753			
8	119	2	6327	24160		
Matkamittareiden kalibrointi						
Lounas, hotelli Cumulus:				12.00		
Perusreitti, kierros 1: keskiviikko, 13.00 -						
8	118	2	2415			
8	117	2	4563			
8	116	2	3286			
8	116	1	3286			
8	117	1	4563			
8	118	1	2415			
8	119	1	6327			
8	120	1	6912	33767		
LAATU-mittaukset: keskiviikko ip. P-alue, 8/121						
8	121	1	5000	noin		alkupiste ei jakopiste
8	122	1	3315	8315		mitataan 3 kertaa

Perusreitti, kierros 2:				13.30	
8	118	2	2415		
8	117	2	4563		
8	116	2	3286		
8	116	1	3286		
8	117	1	4563		
8	118	1	2415		
8	119	1	6327		
8	120	1	6912		
8	120	2	6912		
8	119	2	6327		
42	3	1	4023		
42	4	1	5927		
42	5	1	3309		
207	3	1	4828		
207	4	1	5034		
207	4	2	5034		
207	3	2	4828		
207	2	2	5510		
207	2	1	5510		
42	5	2	3309		
42	4	2	5927		
42	3	2	4023	104268	
Diskettien palautus			Shell, Rauma		
HYVÄÄ KOTIMATKAA !					

