

**RATAHALLINTOKESKUS**

**RHK • Kunnossapitoyksikkö**

Ratahallintokeskuksen  
julkaisuja

A  
5/2002

**RAITEENTARKASTUS JA SIINÄ  
ILMENEVIEN VIRHEIDEN ANALYSOINTI  
VÄLILLÄ KIRKKONUMMI-TURKU**

○ **Mikko Saastamoinen**

Ratahallintokeskuksen  
julkaisu A 5/2002

RAITEENTARKASTUS JA SIINÄ  
ILMENEVIEN VIRHEIDEN ANALYSOINTI  
VÄLILLÄ KIRKKONUMMI–TURKU

o Mikko Saastamoinen

Helsinki 2002

**RHK**  
RATAHALLINTOKESKUS  
KAIVOKATU 6, PL 185  
00101 HELSINKI

PUH. (09) 5840 5111  
FAX. (09) 5840 5140  
SÄHKÖPOSTI: [info@rhk.fi](mailto:info@rhk.fi)

ISBN 952-445-069-0  
ISSN 1455-2604

**Saastamoinen, Mikko: Raiteentarkastus ja siinä ilmenevien virheiden analysointi välillä Kirkkonummi–Turku.** Ratahallintokeskus, Kunnossapitoyksikkö. Helsinki 2002. Ratahallintokeskuksen julkaisu A 5/2002. 33 sivua ja liite. ISBN 952-445-069-0, ISSN 1455-2604.

**Avainsanat:** raiteentarkastus, virhekartoitus

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä on tutkittu raiteen tarkastuksia rataosalla Kirkkonummi–Turku sekä siellä esiintyneitä virheitä ja niiden kehitystä vuodesta 1997 vuoteen 2001.

Työn tarkoituksena on antaa tietoa sekä Ratahallintokeskukselle (RHK) että radan kunnossapitäjälle rataosan kunnosta sekä luoda pohjaa ennakoivaan radan kunnossapitoon.

Työssä on käsitelty myös radan tarkastukseen ja kunnossapitoon liittyviä määräyksiä ja ohjeita. Tutkimus on tehty analysoimalla kyseisen rataosan koneellisen raiteentarkastuksen tuloksia ja niistä tehtyjä raportteja. Näistä raporteista on pyritty löytämään rataosalta sellaisia kohteita, joissa virheet toistuvat. Työssä on selvitetty myös kunnossapitotoimien vaikutuksia näihin kohteisiin.



**Saastamoinen, Mikko: Measuring and analysing errors of the track between Kirkkonummi and Turku.** Finnish Rail Administration, Maintenance Department. Helsinki 2002. Publications of the Finnish Rail Administration A 5/2002. 33 pages and 1 enclosure. ISBN 952-445-069-0, ISSN 1455-2604.

**Key words:** Track monitoring, track inspection, track defect analyse

## **SUMMARY**

The aim of this project was to study track monitoring on the track section between Kirkkonummi and Turku as well as track defects occurring there and how the defects were developing from 1997 to 2001.

The purpose of this project is to give information about the condition of track to the Finnish Rail Administration and Maintenance Company and give information for the proactive track maintenance.

The project deals with the instructions and guidelines relating to track monitoring and maintenance. Analysing the results of track monitoring made the study and the reports made of them on the railway section in question. The places where defects were recurring were located. The study also gave information on how maintenance affects these places.

## ESIPUHE

Tämän raiteentarkastusta ja siinä ilmenevien virheiden analysointia käsittelevän insinööri työn teki Mikko Saastamoinen Pohjois-Savon ammattikorkeakoulun rakennustekniikan osastolla yliopettaja Martti Nymanin ohjauksessa. Työn tilaajana ja rahoittajana toimi Ratahallintokeskuksen (RHK) kunnossapitoyksikkö.

Työn etenemistä valvoi johtoryhmä, johon kuuluivat Pasi Leimi RHK:n kunnossapitoyksiköstä sekä Kari Koskinen, Santo Astone ja Matti Pöjlö Oy VR-Rata Ab:stä.

Helsingissä, kesäkuussa 2002

Ratahallintokeskus  
Kunnossapitoyksikkö

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	3
SUMMARY .....	4
ESIPUHE.....	5
1 JOHDANTO.....	8
2 RADAN TARKASTUS .....	9
2.1 Tarkastuksen päämäärät.....	9
2.2 Tarkastustarpeen määrittäminen .....	9
2.3 Syitä radan laadun heikkenemiseen .....	11
2.4 Tarkastuksen suoritus.....	11
2.5 Radan tarkastusmenetelmät.....	11
3 TARKASTUSVAUNUMITTAUS .....	13
3.1 Tarkastusvaunumittauksen periaatteet .....	13
3.2 Mittaussuureet.....	13
3.3 Mittaussuureiden jako virheluokkiin.....	14
3.4 Kunnossapitotasojen ja virheluokkien raja-arvot.....	14
3.5 Ratakilometrin arvostelu tarkastusvaunumittauksen perusteella .....	16
4 RADAN KUNNOSSAPITO .....	17
4.1 Kunnossapidon tavoitteet.....	17
4.2 Päälysrakenteen kunnossapito.....	17
4.2.1 Tukikerroksen mitat.....	17
4.2.2 Tukikerroksen yläpinta ja materiaalivaatimukset.....	17
4.2.3 Tukikerroksen tuenta .....	18
4.2.4 Muita kunnossapitotoimia .....	18
4.3 Päälysrakenteen kunnossapito erityiskohteissa.....	18
4.3.1 Sillat.....	18
4.3.2 Tunnelit.....	19
4.4 Alus- ja pohjarakenteiden kunnossapito .....	19
4.4.1 Pehmeiköt .....	19
4.4.2 Ratapenkereet .....	19
4.4.3 Maa- ja kalliroleikkaukset.....	19
4.4.4 Rummut .....	20
4.4.5 Kuivatusrakenteet .....	20
5 RATAOSAN TUTKIMINEN .....	21
5.1 Tutkimuksen tavoitteet.....	21
5.2 Rataosan päälysrakenne .....	21
5.3 Koko rataosan virheiden kartoitus .....	21
5.4 Yksittäisen kilometrin virhekartoitus.....	22
5.4.1 Kilometri 96–97.....	23
5.4.2 Kilometri 101–102.....	24
5.4.3 Kilometri 105–106.....	25
5.4.4 Kilometri 121–122.....	26
5.4.5 Kilometri 182–183.....	27
5.4.6 Kilometri 183–184.....	28
5.4.7 Kilometri 192–193.....	30

6 YHTEENVETO.....	32
6.1 Tutkimustulosten yhteenveto .....	32
6.2 Tutkimuksen analysointi .....	32
LÄHDELUETTELO .....	33

Liite 1      D- ja \*-luokan virheiden kartoitus Kirkkonummi–Turku rataosalta

## 1 JOHDANTO

Junaliikenteen keskeinen lähtökohta on junaturvallisuus. Kunnossapidon kohdentamiseksi ja tilannetietojen saamiseksi radan geometriaa on seurattava ja kunnostettava säännöllisesti niin, että määrätty kunnossapitotaso saavutetaan. Kun nopeudet kasvavat, junien akselipainot lisääntyvät ja aikataulut kiristyvät, radan geometrian laatuun tulee kohdistaa erityistä tarkkaavaisuutta.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Kirkkonummen ja Turun välisen rataosan rakennetta ja laatua. Tutkimuksessa käytetään hyväksi raiteentarkastusvaunun EM 80 L tuloksia ja niistä tehtäviä raportteja. Näitä raportteja tutkitaan neljän vuoden ajalta alkaen vuodesta 1997 ja loppuen vuoden 2001 kesäkuuhun. Jokaiselta vuodelta otetaan kaksi tarkastuskertaa, jotka ovat kesäkuulta ja marraskuulta.

Tämän aineiston perusteella etsitään kyseiseltä rataosalta sellaisia radan laatuun ja geometriaan vaikuttavia virhepaikkoja, joissa virheet toistuvat vuodesta toiseen ja joita ei saada pelkillä kunnossapitotoimenpiteillä korjattua. Nämä virheet vaativat laajempia radan rungon ja päällysrakenteen korjaustoimenpiteitä.



## **2 RADAN TARKASTUS**

### **2.1 Tarkastuksen päämäärät**

Lähtökohtana tarkastustoiminnassa on junaturvallisuus ja radan tulee olla liikenteen vaatimusten mukainen. Radan tarkastukset voidaan jakaa turvallisuuden vaatimiin määräaikaistarkastuksiin, kunnossapidon vaatimiin tarkastuksiin, vastaanottotarkastuksiin sekä radan kunnan kehityksen seuraamiseksi suoritettaviin tarkastuksiin. Tarkastuksista saatujen tulosten avulla voidaan ennaltaehkäistä vaurioita ja käynnistää tarvittavat toimenpiteet riittävän ajoissa.

### **2.2 Tarkastustarpeen määrittäminen**

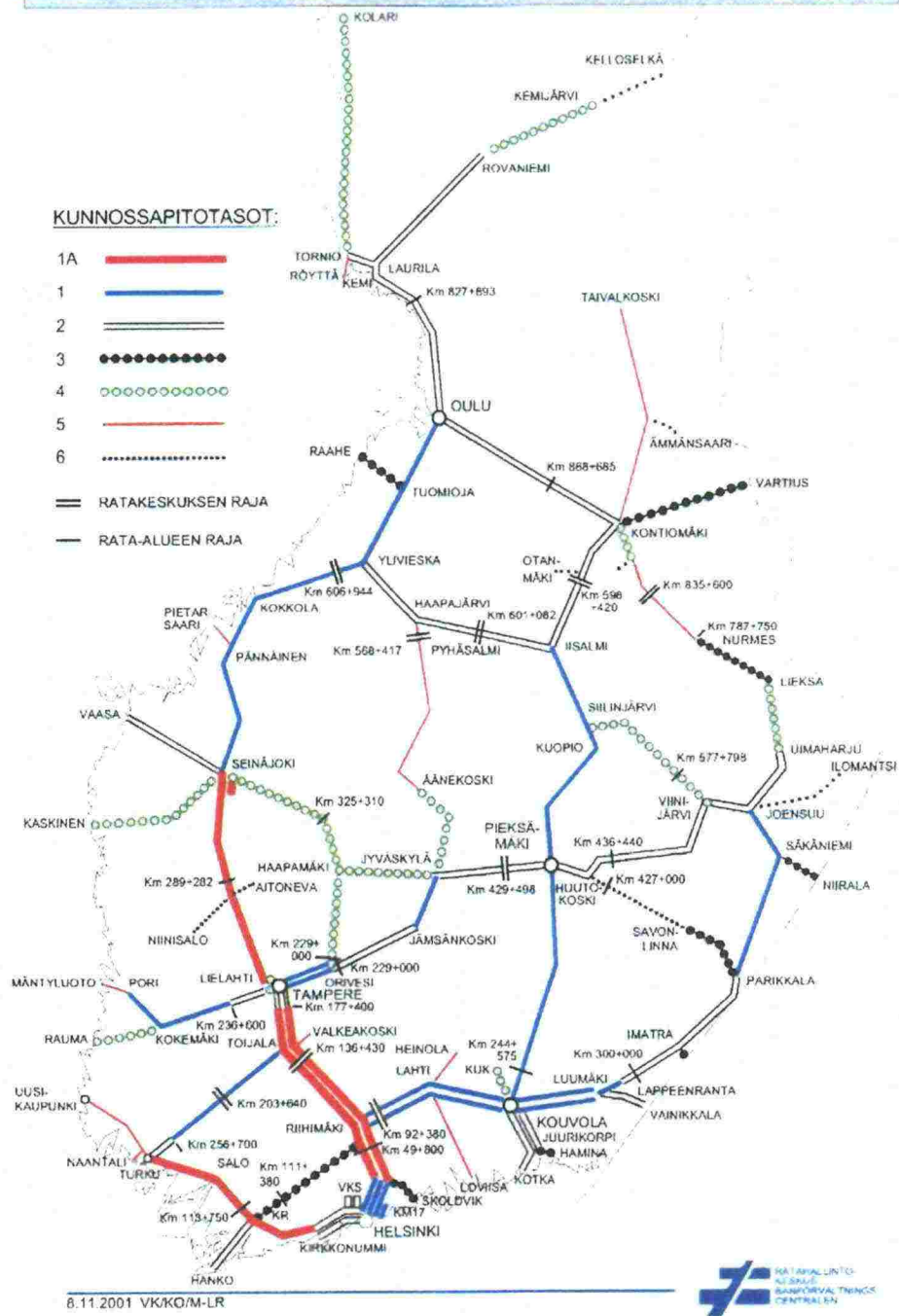
Pää- ja sivuraiteiden tarkastusmäärät ja tarkastusmenetelmät määräytyvät sen mukaan, mille kunnossapitotasolle rata on sijoitettu. Rataverkko on jaettu seitsemälle eri kunnossapitotasolle. Nämä tasot määritetään radan päällysrakenteen ja maksiminopeuden mukaan. Tutkittava rataosa kuuluu kunnossapitoluokkaan 1 A, joka on tällä hetkellä korkein kunnossapitoluokka.

Kunnossapitoluokka 1 A sisältää seuraavat tarkastusvaatimukset:

1. Mitataan tarkastusvaunulla kuusi kertaa vuodessa siten, että pisin kahden mittauksen väli on korkeintaan kolme kuukautta.
2. Tarkastaminen liikkuvasta kalustosta tapahtuu vähintään kuusi kertaa vuodessa siten, että tarkastukset ovat mahdollisimman hyvin tarkastusvaunuajojen puolivälissä.
3. Radan kävelytarkastus tapahtuu vähintään kaksi kertaa tarvittaessa kolme kertaa vuodessa, kuitenkin niin, että pisin kahden tarkastuksen väli on korkeintaan kuusi kuukautta.
4. Vaihteiden tarkastus suoritetaan neljä kertaa vuodessa
5. Kiihtyvyydsmittaus suoritetaan Ratahallintokeskuksen (RHK) erillismääräyksestä

Kuvassa 1 on esitetty ratojen kunnossapitotasot v. 2002.

## PÄÄRATOJEN KUNNOSSAPITOTASOT VUONNA 2002



Kuva 1. Ratojen kunnossapitotasot vuonna 2002.

### 2.3 Syitä radan laadun heikkenemiseen

Radan laadun heikkenemiseen on erilaisia syitä, jotka joko esiintyvät yksin tai useamman syyn vaikutuksesta.

Tällaisia syitä ovat:

1. Liikenteen aiheuttamat dynaamiset ja staattiset vaikutukset (pysty- ja vaakasuoraan vaikuttavat voimat, erilaiset pyöräpainot, epätasaiset kulkuominaisuudet jne.)
2. Toleranssin ylittävät raiteen asema-arvot, eritoten lyhytaaltoisesti kulkevat ja voimakkaasti vaihtelevat virheet (esim. lyhyet, mutta korkeudeltaan suuret painumat)
3. Ratapölkkyjen alla olevat tyhjät tilat ja väärin sijoitetut ratapölkkyt
4. Liian vähäinen sepelikerros
5. Virheellinen kisko- ja kiinnitysmateriaali
6. Virheelliset ratapölkkyt (katkenneet tai murtuneet betonipölkkyt)
7. Heikko sepelin laatu (pehmeä kiviaines, sopimaton raekoko, vierinkivisora, sekasora jne.)
8. Likaantunut sepelitukikerros
9. Puutteellinen alusrakenne esim. pengervirheet, painumat, pullistumat, vesitaskut, riittämätön salaojitus, routavauriot jne.

### 2.4 Tarkastuksen suoritus

Radan tarkastustoimintaa ohjaa RHK. Rakentamis- ja kunnossapitosopimuksilla radan tarkastus on siirretty kunnossapitäjälle (Oy VR-Rata Ab). Kunnossapitaja laatii alueensa raiteista tarkastussuunnitelman, jonka ajanmukaisuus on tarkistettava vuosittain tai useammin, mikäli alueella on suoritettu muutostöitä.

### 2.5 Radan tarkastusmenetelmät

Radan tarkastusmenetelmät jaetaan tarkastusmittauksiin ja tarkastuskatselmuksiin. Näihin kuuluvat mm. seuraavat mittaukset ja katselmuksiset:

- tarkastusvaunumittaus
- kiihtyvyydsmittaus
- aukeantilan ulottuman mittaus
- kiskon kulkupinnan mittaus
- jatkosrakojen tarkastusmittaus
- vaihteiden tarkastus
- radan kävelytarkastus
- tarkastus liikkuvasta kalustosta
- kiskojen ultraäänitarkastus
- raiteen aseman tarkastus
- ratajohdon tarkastus
- turvalaitetarkastus
- siltatarkastus
- ratapihan tarkastus
- erillistarkastukset.



Edellä mainituista mittauksista kiihtyvyyssmittauksella tarkoitetaan vaunun korista ja telistä mitattavia pysty- ja poikittaiskiihtyvyyksiä ja raiteen aseman tarkastuksella selvitetään, miten raiteen kulloinenkin todellinen asema vastaa suunnitelman mukaista raiteen asemaa.

### 3 TARKASTUSVAUNUMITTAUS

#### 3.1 Tarkastusvaunumittauksen periaatteet

Tarkastusvaunumittauksella tarkastetaan ja seurataan radan geometrista kuntoa ja valvotaan, että raiteen asennolle asetetut laatuvaatimukset on täytetty. Tuloksia käytetään kunnossapidon kohdentamiseen, vastaanottotarkastuksiin ja investointipäätösten tueksi. Tarkastusvaunumittaus tuottaa useita raportteja, joita käytetään kunnossapitäjän ja RHK:n tarpeisiin.



Kuva 2. Raiteentarkastusvaunu EM 80 L (Emma).

Raportteja:

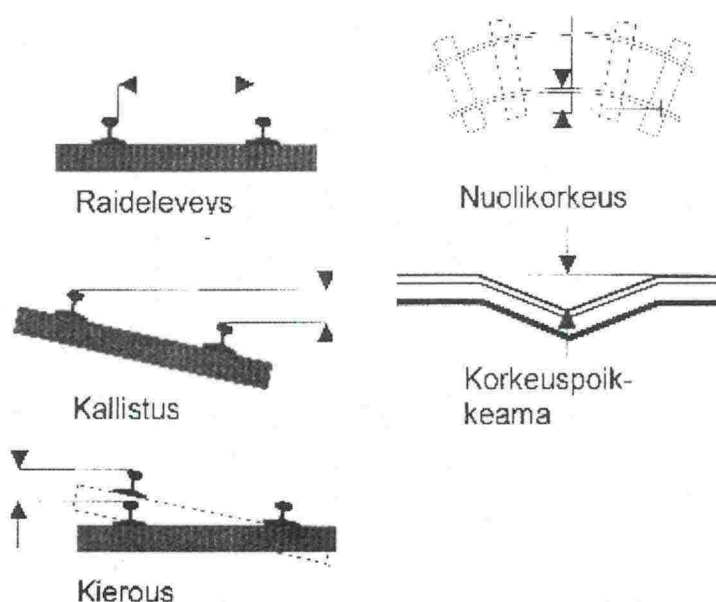
- **Tarkastuskäyrä** on graafinen tuloste ratageometriasta. Siinä esitetään rata-geometriset perussuureet sekä lisäksi vaihteiden, tasoristeyksien, siltojen, tunneleiden, rumpujen ja opastinpylväiden paikat.
- **Virhelistaus** kertoo eri virheluokkien (C, D, \*) virherajat ylittävät radan kohdat.
- **Kilometriyhteenveto** on tarkastetun kilometrin kokonaisarvostelu (kiitettävä -> epätyydyttävä).
- **Kokonaisyhteenveto** on kilometriyhteenvedoista koottu loppuraportti.
- **Vaihdeyhteenveto** on vaihdealueiden kuntoa kuvaava yhteenveto.

#### 3.2 Mittaussuureet

Tarkastusvaunulla mitataan ratageometrisia suureita, jotka ovat nuolikorkeus, korkeuspoikkeama, kallistus, kierous ja raideleveys. Raideleveyden nimellismitta on 1524 mm. Se mitataan kiskojen kulkureunojen välistä 14 mm kiskonselän alapuolelta.

Raiteen kallistuksella tarkoitetaan sisä- ja ulkokiskojen välistä korkeuseroa. Korkeuspoikkeamalla tarkoitetaan kiskon kulkupinnan teoreettisen jänteen keskipisteen

etäisyyttä kiskon todellisesta kulkupinnasta. Nuolikorkeudella tarkoitetaan kaaren jänteen keskipisteen etäisyyttä kaaresta. Kuvassa 3 on esitetty geometriset suureet.



Kuva 3. Ratageometriset suureet.

### 3.3 Mittaussuureiden jako virheluokkiin

Virheet on jaoteltu kolmeen eri luokkaan. Näitä ovat C-, D- ja \*-luokka. Luokkien jaottelu tarkoittaa seuraavaa:

- C-luokan virhe tarkoittaa alkavaa virhettä
- D-luokan virhe on korjattava lähitulevaisuudessa
- \*-luokan virhe on korjattava mahdollisimman nopeasti ja se on käytävä toteamassa paikan päällä, jolloin määritetään mahdollinen nopeusrajoitus ja suoritettavat toimenpiteet virheen korjaamiseen asti.

### 3.4 Kunnossapitotasojen ja virheluokkien raja-arvot

Taulukoissa 1–7 on esitetty ratageometristen suureiden kunnossapitotasojen ja virheluokkien mukaiset raja-arvot. Taulukoissa kaikki mitat, lukuun ottamatta kieroutta, ovat millimetrejä ja ne tarkoittavat poikkeamaa perusviivasta.

Taulukko 1. Kunnossapitotasojen mukaiset raidelevyden levenemisen (RL) raja-arvot. Raidelevyden nimellismitta 1524 mm.

Virhe- luokka	Kunnossapitotaso							
	1AA	1A	1	2	3	4	5	6
C	3	3	8	10	12	12	12	12
D	5	5	14	16	18	20	20	20
*	15	15	25	30	30	30	30	30

Taulukko 2. Kunnossapitotasojen mukaiset raidelevyden kapenemisen (RLK) raja-arvot. Raidelevyden nimellismitta 1524 mm.

Virhe- luokka	Kunnossapitotaso							
	1AA	1A	1	2	3	4	5	6
C	3	3	4	4	4	4	4	4
D	4	4	7	7	7	7	7	7
*	6	6	10	10	10	10	10	10

Taulukko 3. Kunnossapitotasojen mukaiset nuolikorkeuspoikkeamien (NKO 20, NKV 20) raja-arvot, tulostuskanta 20 m.

Virhe- luokka	Kunnossapitotaso							
	1AA	1A	1	2	3	4	5	6
C	4	4	5	7	8	10	13	17
D	6	6	7	9	10	14	21	28
*	9	9	10	12	14	19	25	36

Taulukko 4. Kunnossapitotasojen mukaiset korkeuspoikkeamien (KPO, KPV) raja-arvot, mittakanta 5 m.

Virhe- luokka	Kunnossapitotaso							
	1AA	1A	1	2	3	4	5	6
C	2	2	3	4	5	6	7	8
D	4	4	5	6	7	8	9	10
*	7	7	8	9	10	12	13	14



Taulukko 5. Kunnossapitotasojen mukaiset kallistuspoikkeamien (KALS) raja-arvot. Kaarteissa kallistus ulkokaarteeseen päin on \*-luokan virhe.

Virheluokka	Kunnossapitotaso							
	1AA	1A	1	2	3	4	5	6
C	3	3	4	5	6	8	9	10
D	5	5	6	7	8	10	13	15
*	8	8	9	11	12	15	19	21

Taulukko 6. Kunnossapitotasojen mukaiset kierouden (KIER) raja-arvot. Kierous on ilmoitettu viistelukuna ja millimetreinä 3,5 m mittakannalla.

Virheluokka	Kunnossapitotaso							
	1AA	1A	1	2	3	4	5	6
C	1160/3	1160/3	700/5	585/6	500/7	440/8	390/9	350/10
D	500/7	500/7	440/8	390/9	350/10	290/12	250/14	220/16
*	390/9	390/9	320/11	290/12	270/13	235/15	205/17	165/21

### 3.5 Ratakilometrin arvostelu tarkastusvaunumittauksen perusteella

Yksittäisen kilometrin arvosteleminen tapahtuu ko. kilometrillä esiintyneiden D-luokan virheiden metrimäärällä. Virheiden metrimääriä laskettaessa otetaan huomioon virheiden päällekkäisyys siten, että päällekkäiset virheet eivät kasvata kokonaisvirhemetrimäärää. Jos tarkasteltavalta kilometriltä löytyy \*-luokan virhe, arvostellaan kilometri korkeintaan tyydyttäväksi. Taulukossa 7 on selvitetty virherajat yksittäisen kilometrin arvostelussa.

Taulukko 7. Raja-arvot kilometriarvostelussa

Arvostelu	D-luokan virhemetrimäärä kilometrillä
Kiitettävä	= 0
Hyvä	≤ 10
Tyydyttävä	≤ 25
Epätydyttävä	>25

Saatujen rataosakohtaisten kilometriyhteenvetojen pohjalta lasketaan koko rataverkon geometrisen kunnan palvelutaso.

## 4 RADAN KUNNOSSAPITO

### 4.1 Kunnossapidon tavoitteet

Kunnossapidon ensisijaisena tavoitteena on liikenneturvallisuuden takaaminen. Radan kunnossapitäjän on huolehdittava siitä, että radalla on sallittu vain sellainen liikenne, jonka radan sen hetkinen kunto mahdollistaa.

Kunnossapitäjän tulee tuntea radan kunto, jotta kunnossapitäjä voi varmistaa sen, että rataa voidaan liikennöidä turvallisesti ja radan kunnossapitotoimet voidaan toteuttaa taloudellisesti oikea-aikaisesti. Kunnossapitäjän tulee seurata hoidossaan olevien rataosuuksien kuntoa tarkastusten, mittausten ja tutkimusten avulla sekä käyttämällä tarkoituksenmukaisia pidemmän ajanjakson tilastoja. /2/

### 4.2 Päälysrakenteen kunnossapito

Päälysrakenteen, johon kuuluu tukikerros ja raide, kunnossapito on tärkeä osa radan kunnossapidossa. Päälysrakenteen kunnossapitoon kuuluvat tukikerroksen kunnossapito sekä ratakiskojen ja pölkkyjen kunnossapito. /2/

#### 4.2.1 Tukikerroksen mitat

**Tukikerros on pidettävä vähintään RAMOn osassa 3 ”Radan rakenne” esitetyissä mitoissa. Nämä mitat tutkittavalla rataosalla ovat tukikerroksen paksuus 550 mm ja leveys pölkyn päiden ulkopuolella 400 mm.**

**Tukikerroksen täydentäminen on tehtävä viimeistään silloin, kun tukikerroksen leveys ratapölkyn pään ulkopuolella on kaventunut lyhyellä matkalla**

- Jk-raiteessa 300 mm:iin kunnossapitotasolla 1...6
- Jk-raiteessa 350 mm:iin kunnossapitotasolla 1A.

Jos tukikerrosmitoista poiketaan rajoitetulla osuudella edes tilapäisesti, paikalliset vallitsevat olosuhteet on otettava huomioon. Tällöin on kiinnitettävä erityistä huomiota osuudella käytössä olevaan suurimpaan sallittuun nopeuteen, pienisäteisiin kaarteisiin, vaihdealueisiin, siltojen läheisyyteen ja kiskon lämpötilaan. /2/

#### 4.2.2 Tukikerroksen yläpinta ja materiaalivaatimukset

Tukikerroksen on yleensä ulotuttava ratapölkyn alueella sen yläpinnan tasolle. Vajaus saa olla keskimäärin suurempi kuin 3 cm, mutta ei yli 5 cm. Ratapölkyn yläpinnalla ei saa olla tukikerrosmateriaalia. Radoilla, joilla paikallinen nopeus on yli 140 km/h, sekä vaihtotyö- ja laiturialueilla ja tunneleissa on pölkkyjen yläpinta pidettävä puhtaana raidesepeleistä harjaamalla.

Tukikerrosmateriaalina käytettävän raidesepelein tulee olla Raidesepelein laatuvaatimukset -ohjeen mukaista. /2/

### 4.2.3 Tukikerroksen tuenta

Tukikerroksen tarpeetonta tuentaa on vältettävä, koska tuenta jauhattaa sepeliä. Läpituenta tulee kuitenkin suorittaa betoniratapölkkyraiteessa keskeltä kantamisen estämiseksi sopivin välein. Jos liikenne on pääasiassa raskasta tavaraliikennettä, läpituenta on syytä suorittaa useammin kuin henkilöliikenteen raiteilla. Läpituentaa valmisteltaessa on otettava huomioon olemassa olevat poikkeamat hyväksytyyn ja voimassa olevaan pituusleikkaukseen nähden. Läpituennan jälkeinen korkeusviiva on päivitettävä rataprofiiliin.

Kunnossapitotuentaa suunniteltaessa tulee huomioida vuodenaikojen vaihtelut. Tuentaa ei tulisi aloittaa liian aikaisin ennen roudan sulamista. Liian aikainen tuenta aiheuttaa moninkertaisen vahingon; raide on tuettava uudelleen roudan lopullisen sulamisen jälkeen ja jokainen tuenta jauhaa sepeliä hienommaksi. Suositeltava ajankohta kunnossapitotuennalle vaihtelee, Etelä-Suomessa yleensä toukokuun lopulla ja Pohjois-Suomessa tätä myöhemmin.

Raidesepeli muuttuu tukemisten ja liikenteen vaikutuksesta hienorakeisemmaksi ja menettää samalla sen toiminnan kannalta välttämättömät kimmoisuus- ja jousto-ominaisuudet. Joissakin tapauksissa raidesepeliin voi nousta savea tai muuta hienoa ainesta radan alemmista kerroksista. Raidesepeli puhdistetaan tietyin aikavälein hienoineksesta, jolloin poistetun materiaalin tilalle tarvitaan uutta raidesepeliä. /2/

### 4.2.4 Muita kunnossapitotoimia

Muita päällysrakenteen kunnossapitotoimiin liittyviä asioita on kiskojen ja rata-pölkkyjen kunnossapito. Ratakiskojen kunnossapitoon kuuluu kulumisen estäminen, ruosteenesto, korjaus, kiskoviat ja murtumat sekä kuluneiden kiskojen siirtäminen. /2/

## 4.3 Päällysrakenteen kunnossapito erityiskohteissa

Erytyiskohteita ovat sillat, tunnelit, kiskonliikuntalaitteet, satama- ja teollisuusalueet sekä liikennepaikat. Näistä kohteista käsitellään vain siltoja ja tunneleita. /2/

### 4.3.1 Sillat

Rautatiesilloilla päällysrakenteen kunnossapidossa noudatetaan yleensä samoja ohjeita kuin muuallakin radalla. Erityistä huomiota on kuitenkin kiinnitettävä seuraaviin seikkoihin:

- raiteen asema ja asento sekä tukikerros sillan ja penkereen liittymäkohdissa
- tukikerroksen oikea paksuus ja leveys sillan rakenteisiin nähden
- sepelin putoamisen estäminen sillalta
- suojakiskot
- kiskonliikuntalaitteet
- sillan välittömässä läheisyydessä olevat ratapölkkyt sekä siltapölkkyt ja niiden kiinnitykset
- kiskon kiinnitykset
- kiskoankkurit
- sidekisko jatkokset. /2/



### 4.3.2 Tunnelit

Rautatietunneleissa päällysrakenteen kunnossapidossa on otettava huomioon paikalliset erityispiirteet Yleisesti samat määräykset ja ohjeet ovat voimassa kuin muuallakin radalla, mutta tunneliolosuhteista johtuen on kiinnitettävä huomiota erityisesti seuraaviin seikkoihin:

- tukikerroksen likaantuminen
- jäänmuodostus
- korrosio, erityisesti sellaisissa paikoissa, joissa teräs on terästä vasten. /2/

### 4.4 Alus- ja pohjarakenteiden kunnossapito

Radan kunto riippuu päällysrakenteen lisäksi myös alusrakenteesta ja siinä erityisesti pohjarakenteen vakavuudesta. Huono vakavuus saattaa ilmetä seuraavina ongelmina:

- ratapenkereen ja raiteen siirtymisenä sivusuunnassa
- ratapenkereen painumisena
- ratapenkereeseen syntyvinä halkeamina tai pullistumina
- maanpinnan kohoamisena ratapenkereen sivuilla
- ojien täyttymisenä
- pylväiden kallistumisena
- rautatieympäristöön leviävänä tärinänä. /2/

#### 4.4.1 Pehmeiköt

Radanpitäjä ylläpitää pehmeikkorekisteriä, jossa esitetään tiedossa olevat pehmeiköt. Rekisterissä esitetään taulukkomuodossa pehmeikköjen sijainti sekä kuvaus radan rakenteesta, pohjavahvistustoimenpiteistä ja olemassa oleva tieto maakerroksista. /2/

#### 4.4.2 Ratapenkereet

Kunnossapitäjän on säilytettävä ratapenkereen pengerveys suunnitelluissa rajoissa. Tähän on kiinnitettävä erityistä huomiota sillan tai rummun ja penkereen rajakohdassa. /2/

#### 4.4.3 Maa- ja kallioleikkaukset

Maaleikkausten paikalliset eroosioauriot on korjattava.

Leikkausluiskien irtokivet on pudotettava alas ja siirrettävä pois leikkausalueelta. Suuret lohkareet tulee pultata paikoilleen.

Luiskat ja niiden yläpuolelta vähintään yhden metrin leveydeltä paljastettu kalliopinta on pidettävä puhtaana kasvillisuudesta ja sinne kerääntyneestä irtoaineksestä.

Kallioleikkaukseen tulevat pintavedet on johdettava pois mahdollisimman tarkoin niskaojia myöten, koska jäätyvä vesi rapauttaa kalliota ja saattaa irrottaa lohkareita. Jos jäätä muodostuu, se on poistettava liikenteelle vaarallisista kohdista. Jos jään muodostu-



misesta aiheutuu merkittäviä kunnossapitotöitä, siitä on ilmoitettava RHK:lle. Kunnossapitäjän on merkittävä jäänmuodostuspaikat samaan rekisteriin kuin tiedot routakiilauspaikoista. /2/

#### **4.4.4 Rummut**

Rummut on pidettävä sellaisessa kunnossa, että mahdollisimman suuri virtauskapasiteetti säilytetään eikä rummun padottamisesta aiheudu vaaraa radan rakenteelle.

Veden virtaaminen rummun alitse tai sivuitse penkereen läpi on estettävä esim. ponttiseinällä tai injektoimalla. /2/

#### **4.4.5 Kuivatusrakenteet**

RHK:n hallinnoimalla maa-alueella olevat sivuojat, niskaojat, laskuojat, leikkausojat sekä salaojat ja tasoristeyksiin liittyvät sivuojat tulee pitää käyttötarkoituksensa mukaisessa kunnossa. Niiden tulee olla puhtaina virtausta oleellisesti vähentävästä kasvillisuudesta ja padottavista esteistä. Pehmeikköalueilla sivuojia ei saa syventää suunniteltua syvemmiksi, ellei penkereen vakavuutta ole ensin selvitetty. /2/

## **5 RATAOSAN TUTKIMINEN**

### **5.1 Tutkimuksen tavoitteet**

Tämän työn tavoitteena on esitellä osa raiteen tarkastusmenetelmistä sekä tutkia raiteilla esiintyviä virheitä ja niiden toistuvuutta. Tulokset esitetään pääasiassa taulukoiden muodossa. Tuloksista pyritään tutkimaan mm. rataosan kunnan kehitystä. Tarkoituksena ei ole tarkastusmenetelmien eikä tarkastustyön arviointi. Tarkastuksessa ei oteta huomioon raidelevyden muutoksia, koska tällä rataosalla esiintyy normaalista (1524 mm) poikkeavaa raidelevyettä 1522 mm, jolloin tulokset voisivat olla virheellisiä ja virheet johtuvat pitkälti asennustoleransseista eivätkä radan rakenteesta. Työn tavoitteena on antaa työn tilaajalle tiedot rataosan kunnan kehittymisestä sekä ohjata kunnossapidon suunnittelua. Työssä tutkitaan tarkemmin sellaisia kilometrejä, joissa virheet toistuvat.

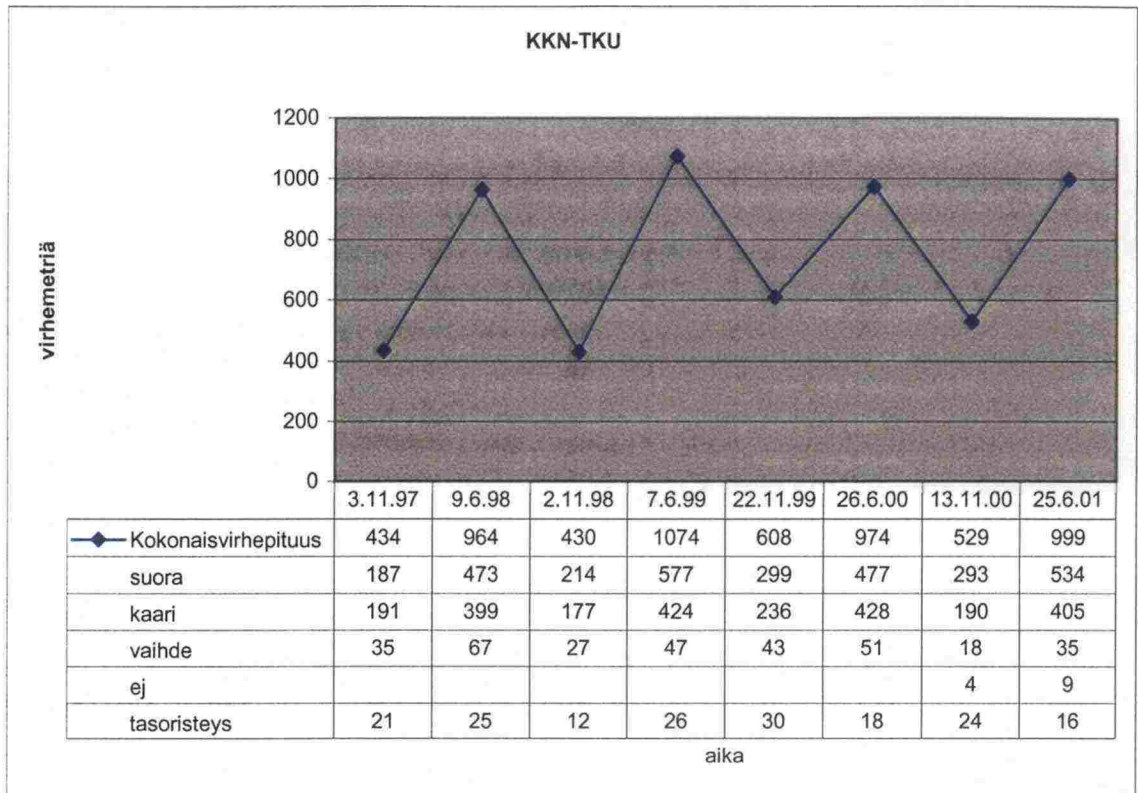
### **5.2 Rataosan päällysrakenne**

Kirkkonummi-Turku välisen rataosan päällysrakenne koostuu sepelitukikerroksesta ja betonipölkkyistä ja kiskomateriaali on UIC54/UIC60. Raide on jatkuvakiskoinen. Rataosalle on tehty perusparannus vuosien 1980-1995 aikana.

### **5.3 Koko rataosan virheiden kartoitus**

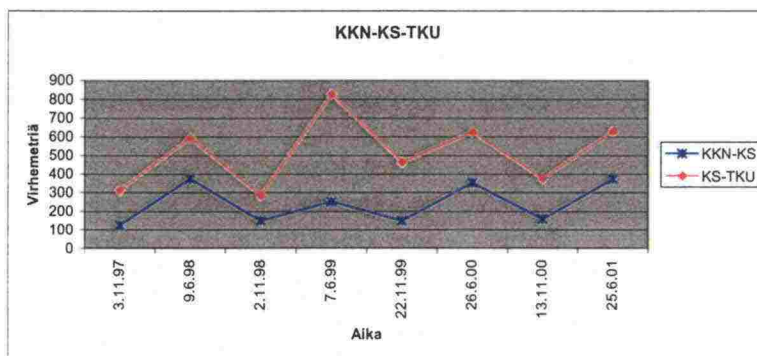
Tutkimus aloitettiin kokoamalla taulukko (liite 1), johon etsittiin Kirkkonummi-Turku väliseltä rataosalta kaikki D- ja \*-luokan virheet. Nämä virhemetrit koottiin tarkastusvaunun tuottamista raporteista. Virhemetreistä vähennettiin edellä mainitun perusteella raidelevyden muutoksista johtuvat virheet.

Taulukosta etsittiin sellaiset kilometrit, missä virheet toistuvat tai kasvavat eri tarkastuskerroilla. Nämä kilometrit tutkittiin erikseen etsimällä siellä esiintyviä virhepaikkoja. Kuvassa 4 nähdään virhepituuksien jakauma raiteella esiintyviin elementteihin eri vuosina koko rataosalla.



Kuva 4. Virhemetrimäärät välillä Kirkkonummi–Turku.

Kuvassa 5 rataosan virhemetrimäärät on jaettu kahtia välille Kirkkonummi–Koski ja Koski–Turku.



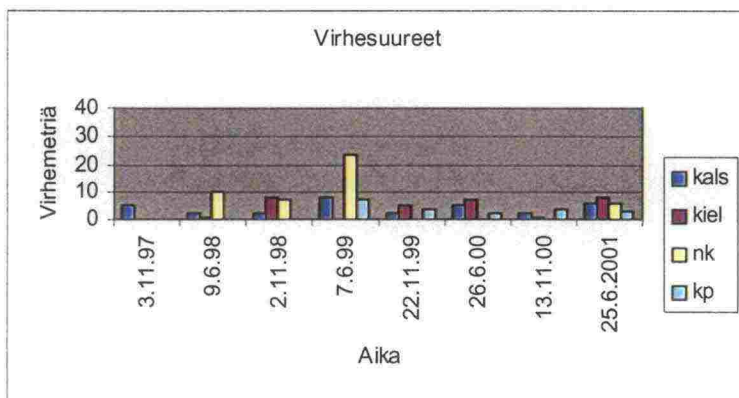
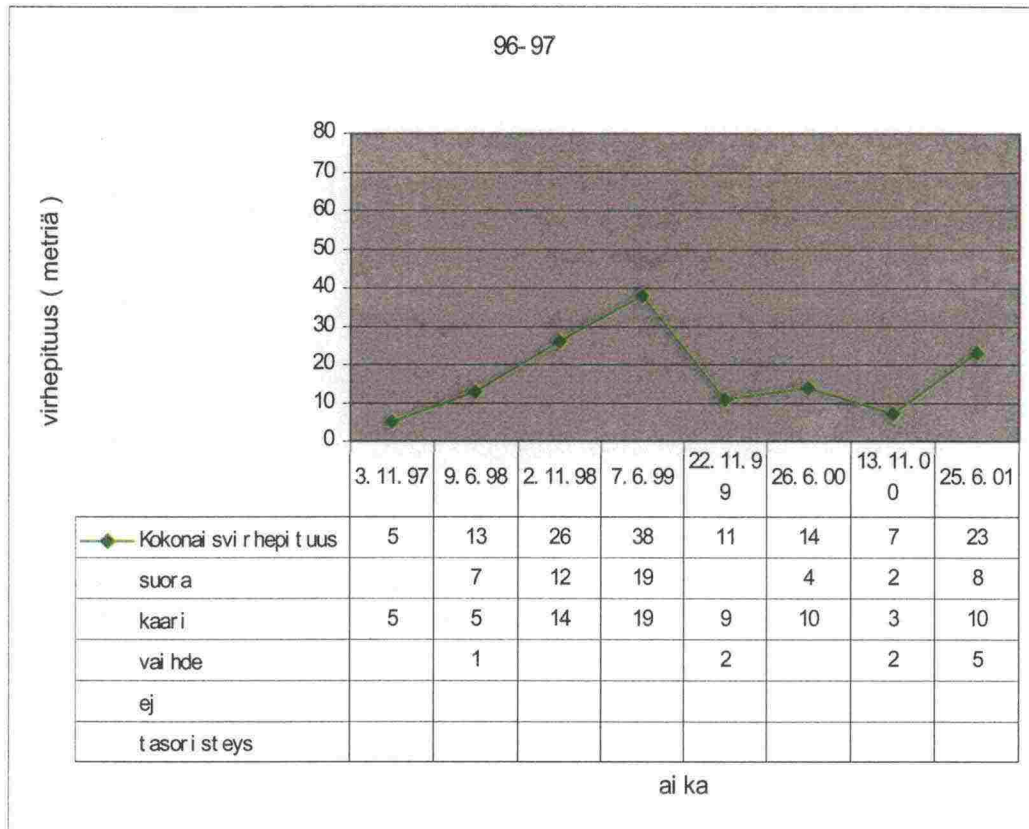
Kuva 5. Virhemetrit jaettuna välille Kirkkonummi–Koski ja Koski–Turku.

#### 5.4 Yksittäisen kilometrin virhekartoitus

Edellä mainitun liitteen 1 perusteella etsittiin rataosalta sellaiset kilometrit, joissa virhe toistuu vuodesta toiseen tai lisääntyy korjaustoimenpiteistä huolimatta. Kun tämä selvitys oli tehty, tutkittiin nämä yksittäiset kilometrit tarkemmin ja etsittiin virheiden esiintymispaikkoja eli esiintyikö virhe suoralla, kaarella, vaihdealueella, etujatkoksella

vai tasoristeyksen kohdalla. Lisäksi tutkittiin miten virhepituudet jakautuvat eri virhesuureisiin.

#### 5.4.1 Kilometri 96–97



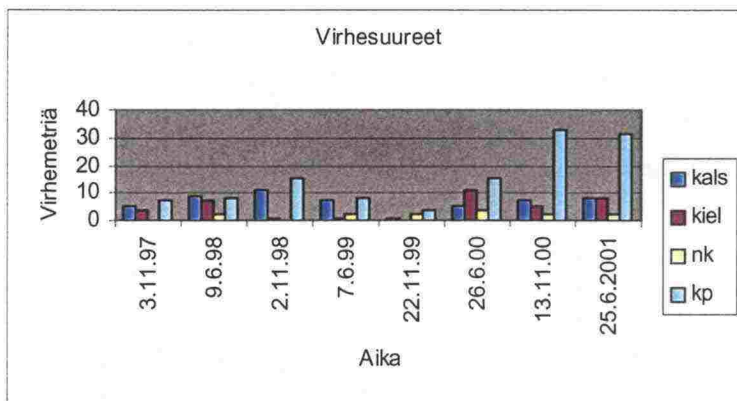
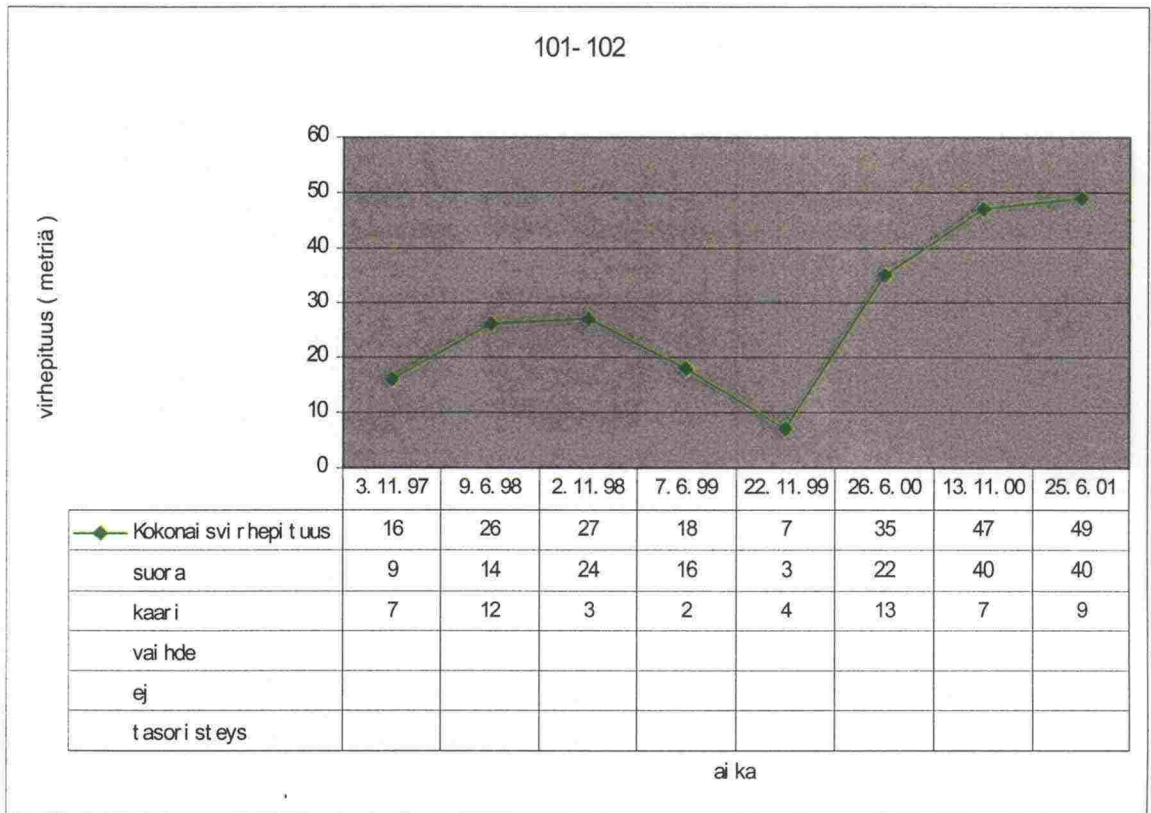
Kuva 6. Virhemetriä jakoa eri elementeille ja eri virhesuureisiin

Yllä olevassa kuvassa 6 näkyy virhemetriä kehitys kilometrillä 96–97 sekä virhepituuksien jakautuminen eri virhesuureisiin. Tällä kilometrillä ei esiinny sellaisia tiettyjä kohteita, joissa virheet toistuisivat, mutta kunnossapitotyöstä vastaavien henkilöiden raportin perusteella tällä alueella esiintyy routavaurioita. Ongelmia ovat aiheuttaneet myös vanhojen tasoristeysten alueet, missä tukikerros on liikaista.



Virhepaikkoja on pyritty kunnostamaan vuosittain raidetta tukemalla. Raiteen tukemisen avulla on pystytty ehkäisemään virheiden kasvua, mutta niitä ei ole saatu pysyvästi korjattua.

### 5.4.2 Kilometri 101–102

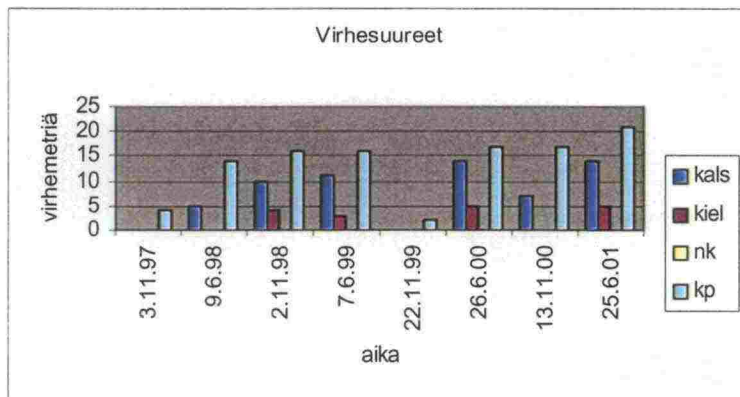
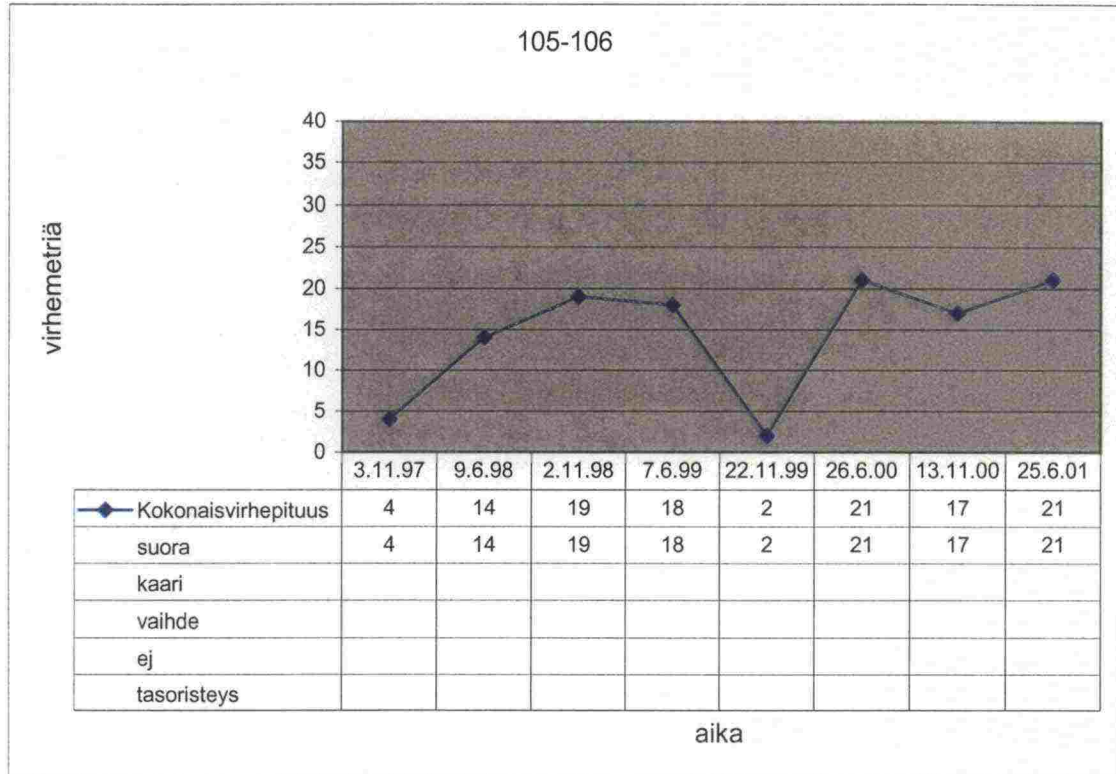


Kuva 7. Virhemetriä jakoa eri elementeille ja eri virhesuureisiin

Kuvassa 7 on kilometrin 101–102 virhemetriä kehitys vuodesta 1997 sekä jakauma eri virheluokkiin. Suurimpana virhesuureena on korkeuspoikkeama, joka sijaitsee sillan läheisyydessä. Tällöin kyseessä olevan painuman aiheuttajana voi olla siirtymärakenteiden puutteellisuus, myös tukikerros on huonolaatuista. Korjaustoimenpiteenä sillan siirtymärakenteet tulisi tarkastaa ja tarpeen mukaan korjata.

Virheitä on pyritty korjaamaan vuosittain sekä raidetta tukemalla että kiilaamalla. Nämä kunnossapitotoimenpiteet eivät ole poistaneet virheitä vaan sekä virhepituudet että virhearvot ovat kasvaneet.

### 5.4.3 Kilometri 105–106

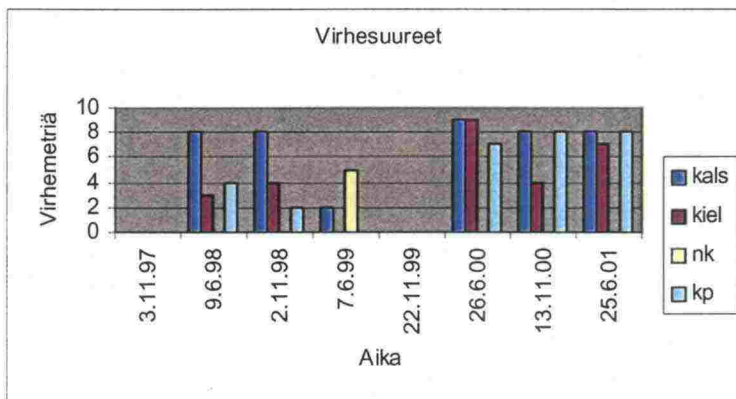
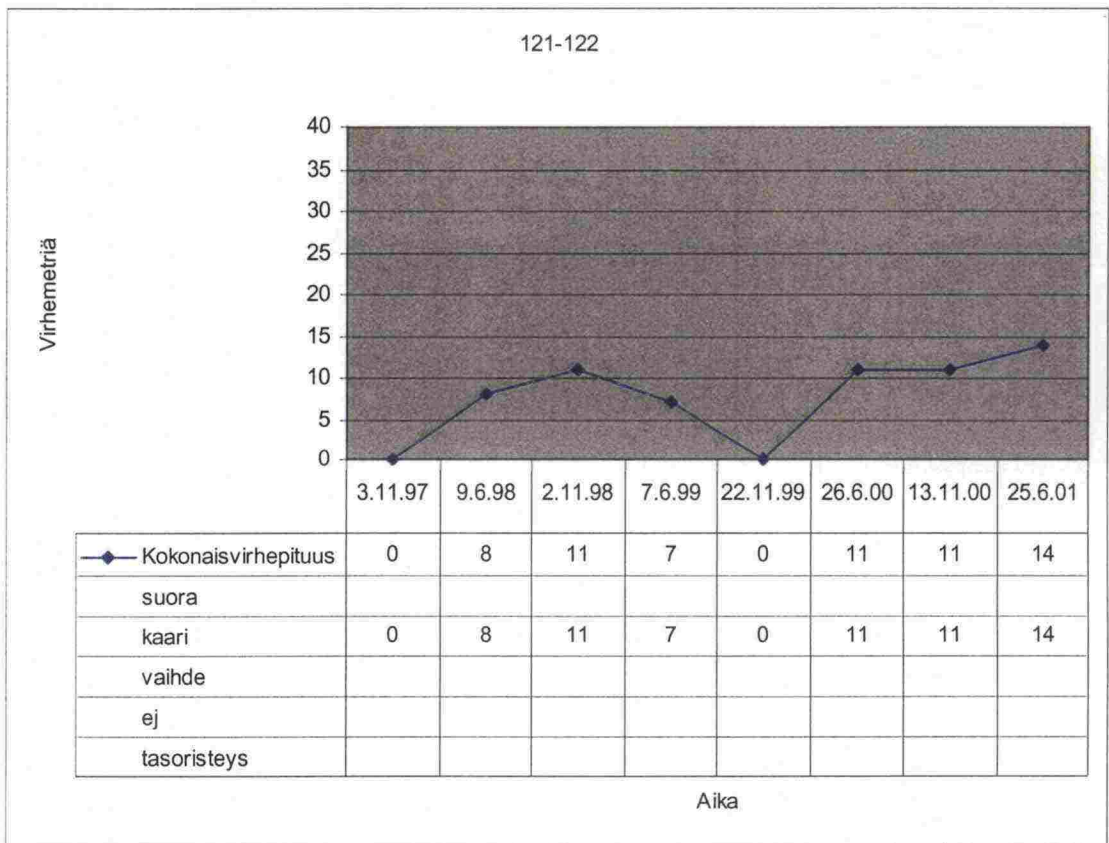


Kuva 8. Virhemetriä jakoa eri elementeille ja eri virhesuureisiin

Kilometrillä 105–106 on suurimpana virhesuureena korkeuspoikkeama. Tämä on saatu väliaikaisesti poistettua, mutta kuten kuvasta 8 näkyy, korjaus on ollut väliaikainen. Virhe esiintyy kallioleikkausalueella, missä ongelmana on sivuoijien kautta kallioleikkaukseen tuleva likainen maa-aines.

Virheitä on pyritty korjaamaan sekä raidetta tukemalla että kiilaamalla, mutta tämä ei ole poistanut painumaa vaan se on jopa suurentunut. Alueen kuivatussuunnitelma tulisi uusia niin, että maa-aineksen sekoittuminen estettäisiin, jolloin saataisiin pysyvä korjaus virhealueelle.

#### 5.4.4 Kilometri 121–122



Kuva 9. Virhemetriä jako eri elementeille ja eri virhesuureisiin.

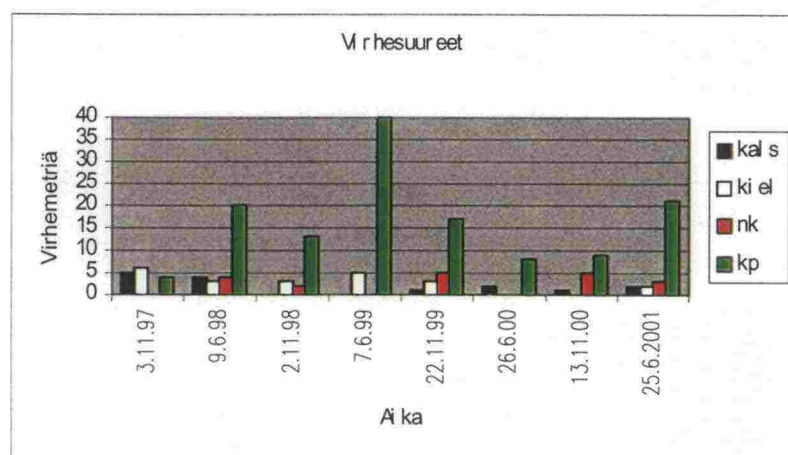
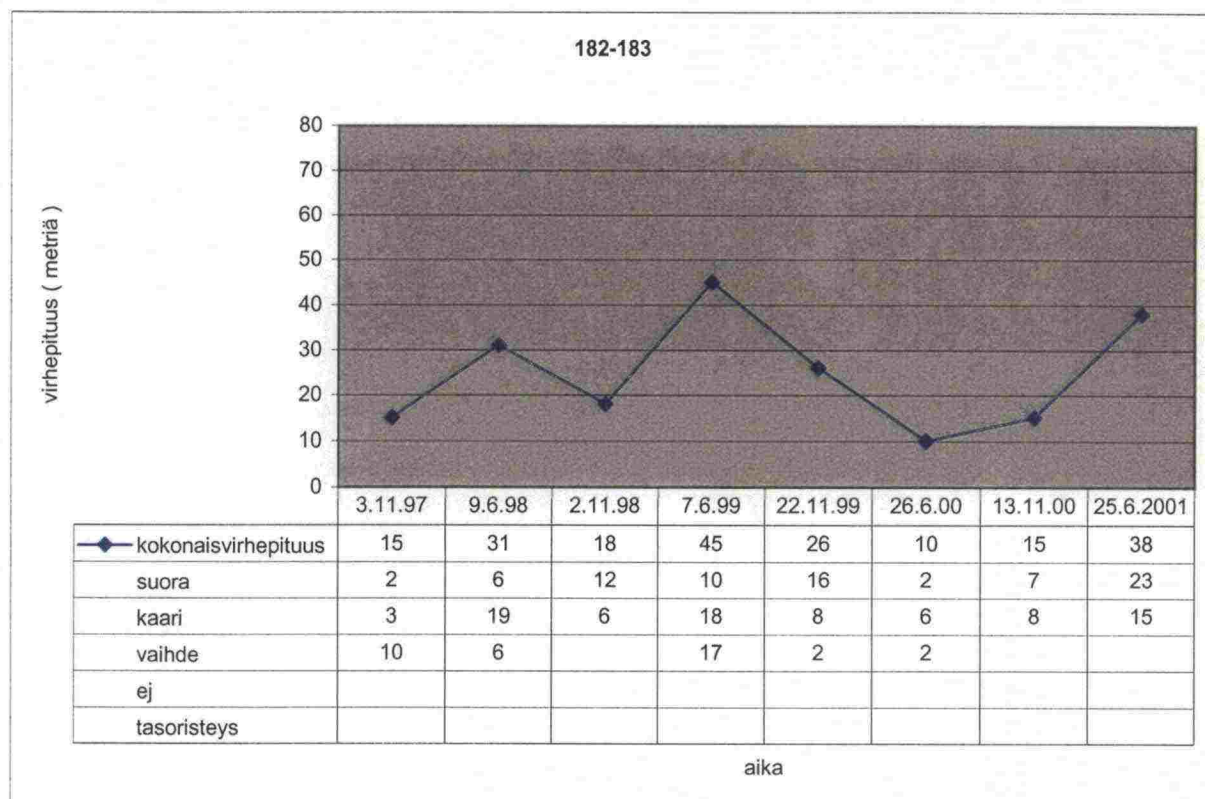
Kilometrillä 121–122 nähdään virheen kehitys. Aluksi suurimpana virhesuureena on ollut kallistusvirhe, joka on saatu välillä häviämään. Alkuperäistä virheen aiheuttajaa ei



ole kuitenkin poistettu, koska virhe on uusiutunut ja liikenteen vaikutuksesta samaan paikkaan on ilmaantunut myös painuma.

Virheitä on pyritty korjaamaan vuosittain raidetta tukemalla. Vuosittainen raiteen tukeminen ei ole poistanut virhettä, vaan se on korjannut virhealueen väliaikaisesti. Pidemmällä ajanjaksolla virhealue on laajentunut koskemaan useampia virhesuureita ja virheiden arvot ovat kasvaneet.

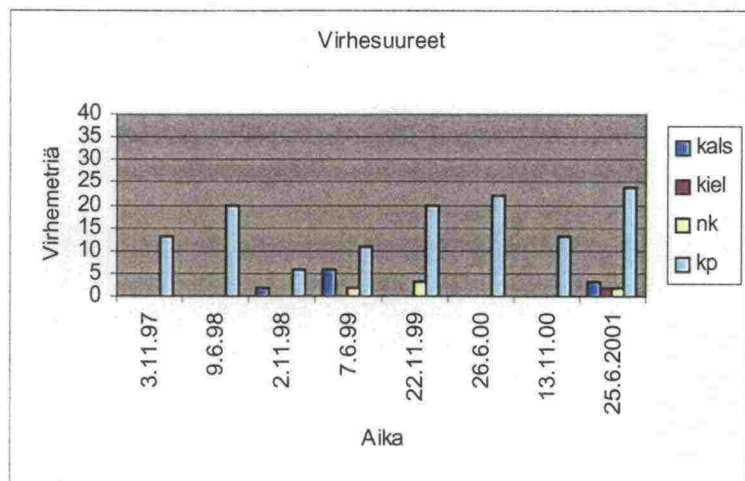
#### 5.4.5 Kilometri 182–183



Kuva 10. Virhemetriä ja virhesuureita eri elementeille ja eri virhesuureisiin





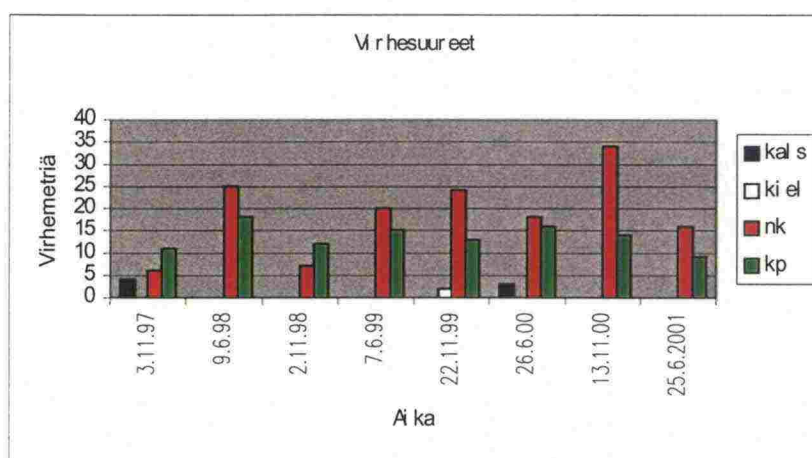
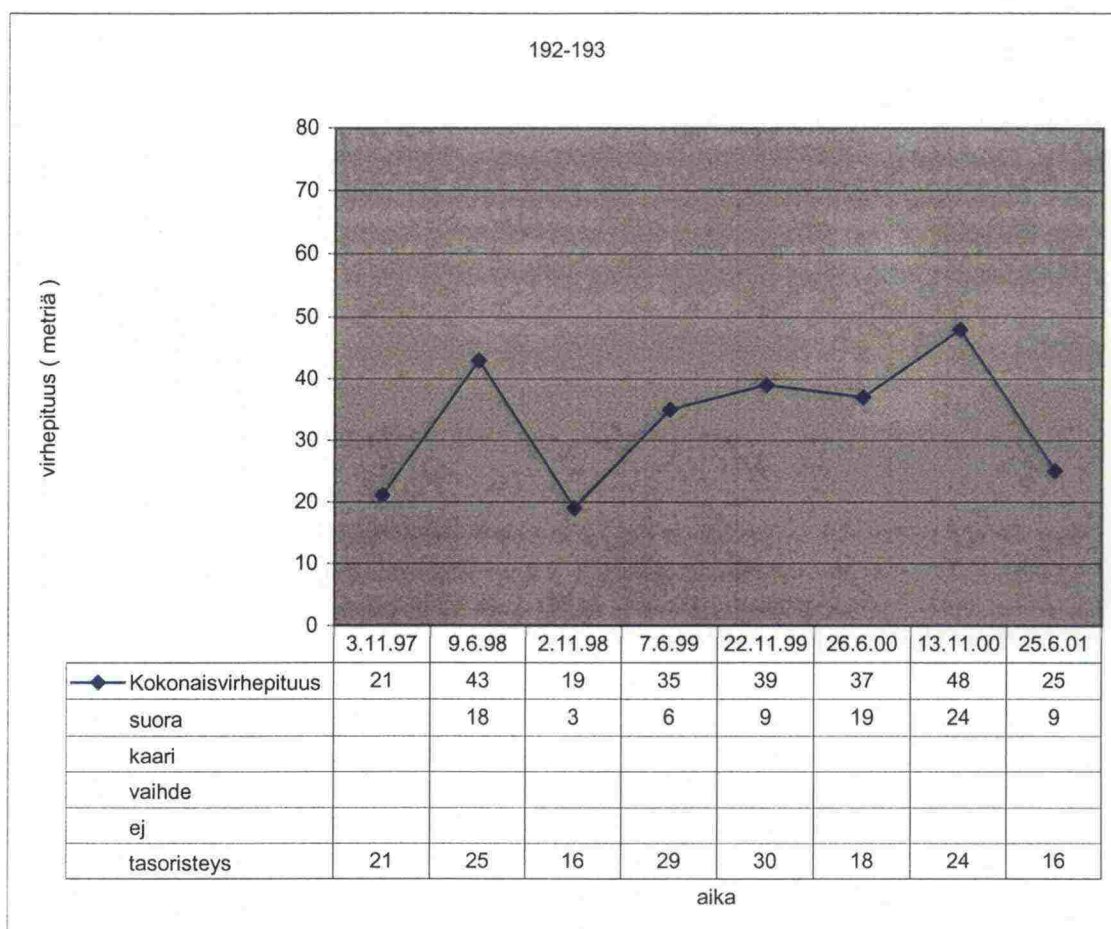


Kuva 11. Virhemetriä jakoa eri elementeille ja eri virhesuureisiin

Kuvassa 11 on kilometrin 183–184 virhemetriä kehittyminen sekä jakauma virheluokkiin. Yleisimpänä virhesuureena on korkeuspoikkeama ja virhe toistuu vaihteella. Myös vanhan ylikäytävän kohdalla oleva painuma ei ole korjaantunut vaan päinvastoin suurentunut vuodesta toiseen.

Kunnossapitotoimina on eristysjatkosten kohdalla olevia painumia pyritty korjaamaan käsintuennalla. Käytöstä poistetun ylikäytävän kohtaa on tuettu, mutta virhe on uusiutunut ja siihen on suoritettu massanvaihto marraskuussa 2001, jolla virhe on saatu pysyvästi korjatuksi.

## 5.4.7 Kilometri 192–193



Kuva 12. Virhemetriä ja virhesuureiden jako eri elementeille ja eri virhesuureisiin

Tällä kilometrillä suurimpana yksittäisenä virhekohtana on tasoristeysalue, kuten kuvasta 12 ilmenee. Virhesuureista suurimmat ovat nuolikorkeus- ja korkeuspoikkeamavirheet. Virhe toistuu vuodesta toiseen, jolloin voidaan päätellä, että alueen tukeminen ei johda virheen poistumiseen. Tasoristeysalueen päällysrakenne on likaantunut, joten korjauskeinona virheen poistamiseksi voisi olla tukikerroksen

uusiminen. Ongelmien aiheuttajana on ollut myös ratapenkereen epävakavuus rummun kohdalla. Aluetta on pyritty korjaamaan raidetta tukemalla. Tällöin virheitä ei ole saatu poistettua.

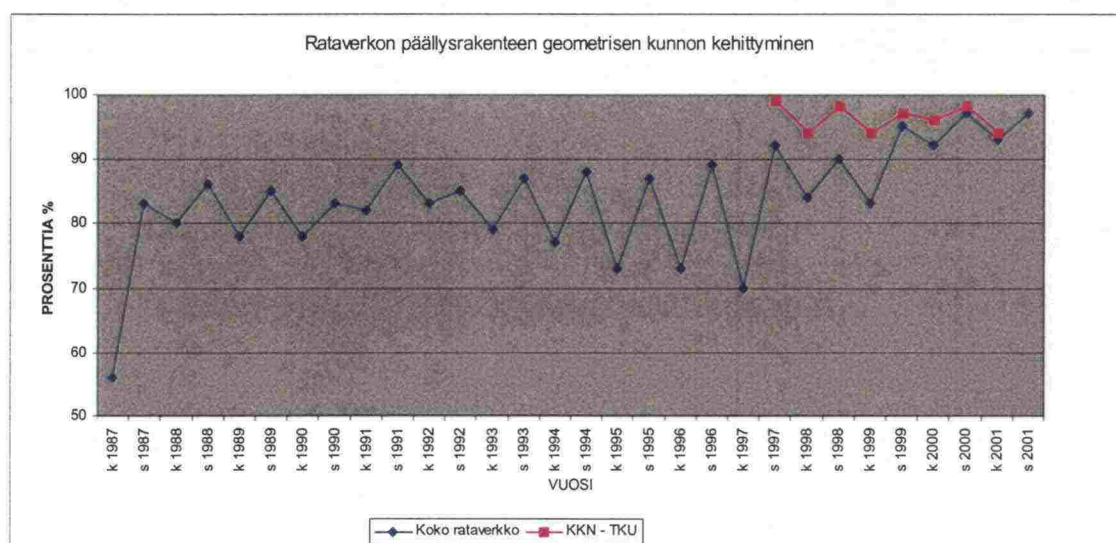
Ratapenkereen epävakavuus rummun kohdalla on korjattu rummun reunoja tukemalla. Tasoristeysalueella esiintyvä virhe on korjattu suorittamalla massanvaihto vuonna 2001.



## 6 YHTEENVETO

### 6.1 Tutkimustulosten yhteenveto

Liitteeseen 1 laskettu geometrinen kunnonpalvelutaso kuvaa hyvin rataosan nykykuntoa tarkastusvaunumittausten perusteella. Toistuvia virhepaikkoja on vähän ja virhepituudet eivät ole kasvaneet tutkimusajanjaksona. Kuvassa 13 on rataosan Kirkkonummi–Turku geometrisen kunnon palvelutason vertailu koko rataverkon geometrisen kunnon palvelutasoon.



Kuva 13. Gkt: n kehittyminen koko rataverkolla sekä välillä Kirkkonummi–Turku.

Kuvasta 13 voidaan päätellä, että kyseinen rataosa on keskimääräistä paremmassa kunnossa.

Kunnossapitäjien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella ongelmakohtia kuitenkin löytyy. Tietyissä paikoissa painumat ovat pitkiä ja loivapiirteisiä eivätkä ne näy tarkastusvaunumittauksissa. Lisäksi painumat saattavat olla niin suuria, että korjaustöissä tulee ottaa huomioon jatkuvakiskoraiteen määräykset nostotöissä. Rataosan tukikerros on monin paikoin huonolaatuista. Erityisesti käytöstä poistettujen tasoristeysten alueilla tulisi suorittaa massanvaihto. Alueella esiintyy myös routavaurioita. Siltojen kohdalla tulisi suorittaa siirtymärakenteiden tarkastuksia, sillä monissa kohdissa painumat esiintyvät juuri siltarakenteiden lähellä. Myös paaluhattualueet ovat ongelmakohtia niissä tapahtuvan maan painumisen johdosta.

### 6.2 Tutkimuksen analysointi

Raiteentarkastus antaa tiedon radan kunnosta mittaushetkellä. Jotta kunnon kehityksestä saadaan enemmän tietoa, tulee tietoa kerätä pidemmältä ajanjaksolta ja näihin tietoihin tulisi liittää myös tietoa kunnossapitotoimista. Tällöin nähtäisiin, mitä toimia kyseisellä alueella on tehty ja ovatko vaikutukset olleet pysyviä vai väliaikaisia. Tällöin pystyttäisiin helpommin kohdistamaan ja ajoittamaan kunnossapitotoimenpiteet oikein.

**LÄHDELUETTELO**

1. Puikkonen, E., Ratatekniikka 1989. Suomen maanrakentajien keskusliitto 1989
2. Ratahallintokeskus, Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) osa 13 Radan tarkastus ja osa 15 Radan kunnossapito
3. Oy VR-Rata Ab, Rantaradan Kirkkonummi–Turku korjauskohteita käsittelevä selvitys.

**D- ja \*-luokan virheiden kartoitus Kirkkonummi-Turku rataosalta**  
**Rataosa: KKN-TKU Rata-alue: HKI / TKU KP.Taso: 1A**

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
38-39	0	0	0	0	9	0	0	9
39-40	0	2	0	0	0	0	2	9
40-41	0	2	0	0	0	0	2	0
41-42	0	5	5	6	11*	11	4	17
42-43	0	9	0	2	11	19	2	6
43-44	0	0	0	4	0	14	0	24*
44-45	0	22	2	4	6*	8	2	10
45-46	0	8	0	3	2	4	2	9
46-47	0	2	0	0	0	0	0	9
47-48	3	13	0	2	2	10	0	0
48-49	0	0	0	0	0	2	0	5
49-50	2	2	4	0	0	6	0	5
50-51	6	8	0	0	0	3	2	0
51-52	8	18	6	15	9	16*	0	2
52-53	0	3	3	3	0	0	0	0
53-54	0	0	0	0	6	10	8	14
54-55	0	0	0	4	0	0	2	4
55-56	0	0	0	0	0	0	0	2
56-57	0	2	0	0	0	4	2	6
57-58	0	3	0	2	0	0	0	2
58-59	0	5	0	0	0	0	0	2
59-60	0	0	0	0	0	0	0	0
60-61	4	5	0	0	0	0	0	0
61-62	0	0	0	0	0	0	0	2
62-63	0	2	0	3	0	2	0	0
63-64	0	6	0	0	0	0	0	0
64-65	3	1	0	0	0	0	0	0
65-66	0	7	0	0	0	0	0	0
66-67	0	0	0	0	0	0	0	0
67-68	0	0	0	0	0	0	0	0
68-69	4	0	0	0	0	0	0	0
69-70	0	14	0	0	0	0	0	0
70-71	3	19*	0	0	0	0	0	0
71-72	5	12	3	0	0	0	0	0
72-73	4	2	0	0	0	0	0	0
73-74	4	0	0	0	7	7	0	6
74-75	0	2	0	0	0	0	0	0
75-76	0	0	5	2	2	3	7	3
76-77	0	2	0	0	0	0	0	2
77-78	0	2	0	0	0	0	2	0
78-79	2	4	0	2	2	0	0	0
79-80	0	4	2	12	2	2	0	4



Rataosa: KKN-TKU  
Rata-alue: HKI / TKU  
KP.Taso: 1A

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
80-81	0	0	0	0	2	8	5	4
81-82	0	10	0	0	2	4	0	0
82-83	0	14	0	0	0	0	0	0
83-84	6	16*	9	11	0	3	0	0
84-85	0	0	0	0	0	0	0	0
85-86	0	0	0	0	0	0	0	0
86-87	15	0	0	0	0	17	2	0
87-88	0	0	0	3	5	9	0	5
88-89	3	8	0	0	0	0	0	0
89-90	0	0	0	2	2	2	5	4
90-91	0	2	0	9	2	0	0	4
91-92	0	6	3	12	13	11	2	0
92-93	0	0	2	14	0	2	0	0
93-94	0	0	0	2	4	14	0	0
94-96	9*	10	0	15	2	4	0	9*
96-97	5	13	26*	38	11*	14*	7	23*
97-98	0	0	2	2	0	10	2	8
98-99	7	14	12*	8	10*	10	5	25*
99-100	0	2	5	5*	0	10	0	3
100-101	0	2	4	11	2	8	8	21
101-102	16*	26*	27*	18	7	35*	47*	49*
102-103	2	3	2	3	2	5	5	8
103-104	0	0	4*	0	0	2	2	5
104-105	0	14	2	2	0	12	6	14
105-106	4	14*	19*	18	2	21	17	21*
106-107	2	9	0	4	7	13*	0	0
107-108	0	2	0	4	0	9	2	7
108-109	0	13	0	0	0	0	0	0
109-110	0	0	0	0	0	0	0	2
110-111	2	4	0	0	0	1	2	2
111-112	4	0	0	0	0	0	0	0
112-113	0	0	0	0	0	0	0	0
113-113.	0	4	0	4	5	5	2	5
113.7-11	0	0	0	2	0	2	0	2
114-115	0	2	6	2	6*	0	0	8
115-116	2	4	7	7	9	11	2	6
116-118	9	2	0	4	0	0	3	8
118-119	20*	2	9	13	29*	4	5	8
119-120	8	45	17	2	4	9	4	12
120-121	17	57*	21	10	0	0	2	9
121-122	0	8	11*	7	0	11*	11*	14



122-123	4	29	0	5	3	2	3	18
123-124	0	0	3	3	10	0	2	18

Rataosa: KKN-TKU

Rata-alue: HKI / TKU

KP.Taso: 1A

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
124-125	5	12	3	4	4	4	0	10
125-126	0	8	0	4	0	0	0	5
126-127	0	0	3	0	0	2	0	11
127-128	0	0	0	0	0	0	3	0
128-129	0	0	2	13	2	6	2	2
129-130	4	18*	6	21	6	5	7	13
130-131	2	9	0	5	8	14	0	4
131-132	0	0	0	5	6	7	0	4
132-133	0	0	0	56*	0	0	0	2
133-134	11	0	4	36*	3	12*	0	2
134-135	2	0	0	21*	14*	0	2	0
135-136	0	4	0	3	9	0	0	0
136-137	0	0	0	0	0	0	2	2
137-138	0	2	3	10	2	6	4	2
138-139	0	0	4	13	0	27*	2	10
139-140	0	0	6	39*	10	23*	25*	8
140-141	0	0	0	0	0	0	0	0
141-142	0	0	0	0	0	4	0	0
142-143	0	0	0	5	0	0	0	0
143-144	11	16*	7	0	0	24	23	0
144-145	0	28	0	9	0	14	0	0
145-146	15*	0	0	8	4	14	0	0
146-147	2	0	0	2	2	2	2	6
147-148	0	2	0	0	0	4	4	0
148-149	2	0	0	3	2	3	2	0
149-150	0	0	0	4	6	0	6	0
150-151	0	0	0	5	0	6	2	0
151-152	0	0	0	0	0	7	0	6
152-153	0	2	0	2	5	6	0	11
153-154	2	8	3	5	0	2	0	2
154-155	0	4	0	10	10	4	4	7
155-156	2	2	0	6	2	17*	7	4*
156-158	4*	5	5	5	3	14	7	14*
158-159	4	14*	3	6	7	0	2	7
159-160	2	0	2	0	6	6	38*	12
160-161	2	12	0	9	0	7	4	0
161-162	3	9	5	8	0	8	2	6
162-163	2	6	2	11	18	2	2	5
163-164	0	8	0	9	2	9	0	12

164-165	4	8	0	3	0	2	3	11
165-166	3	8	0	0	0	2	0	11
166-167	13	6	0	4	2	0	0	4
167-168	0	0	0	4	0	6	2	8*

Rataosa: KKN-TKU

Rata-alue: HKI / TKU

KP.Taso: 1A

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
168-169	0	4	0	0	0	6	0	0
169-170	0	8	0	2	3	5	0	3
170-171	8	12	0	0	0	0	0	17
171-172	0	6	0	3	3	9	2	8
172-173	34	11	0	16	5	2	2	36
173-174	0	6	0	0	0	2	0	0
174-175	0	3	3	19*	14	13	4	5
175-176	0	0	3	3	15	8	5	2
176-177	0	0	2	6	11	2	3	4
177-178	2	10	0	21	0	4	0	4
178-179	3	7	6	12	10	9	3	9
179-180	2	0	0	4	4	10	2	7
180-181	0	5	4	8	0	18	8	6
181-182	8	4	0	15	6	11	0	9
182-183	15*	31	18	45*	26	10	15	38*
183-184	13	20	8	19*	23*	22*	13*	31*
184-185	12	11	3	8	0	9	2	2
185-186	2	2	0	4	0	0	0	2
186-187	0	0	0	0	0	0	3	0
187-188	2	2	3	2	0	3	0	2
188-189	2	0	0	0	0	6	3	9
189-190	0	2	5	0	5	7	2	6
190-191	5	4	5	6	13	10	2	7
191-192	4*	5	2	5	8	7	13*	12*
192-193	21	43	19	35*	39*	37*	48*	25*
193-194	18	23	19	3	0	2	2	10
194-195	5	6	0	7	0	0	7	0
195-196		3	0	0	0	0	4	0
196-197		0	3	23	0	0	20	19
197-198		24	12	105*	38*	60*	15	11
198-199		0	36	51*	44*	44*	6*	40

YHT.	434	964	430	1074	608	974	529	999
YHT.+RL	1223	2568	2283	1173	692	1321	1334	2249

K (%)	57	35	62	37	54	35	48	33
H (%)	32	44	30	42	32	46	44	46

T (%)	10	16	6	16	11	16	6	18
ET (%)	1	5	2	5	3	3	2	3

## Geometrisen kunnan palvelutaso

GKT	99	94	98	94	97	96	98	94
-----	----	----	----	----	----	----	----	----

SINIKKA KIIKKA  
Puh. (09) 5840 5192  
Fax (09) 5840 5140  
PL 185, 00101 Helsinki  
sinikka.kiikka@rhk.fi

JULK. 5/2002

PUUTTU LITE.

OHJESENA PÄÄKPL,

JOS LAITAT NE

JULKANNUKSEN SISÄÄN.

TERVETULIIN

Miel



**D- ja \*-luokan virheiden kartoitus Kirkkonummi-Turku rataosalta**  
**Rataosa: KKN-TKU Rata-alue: HKI / TKU KP.Taso: 1A**

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
38-39	0	0	0	0	9	0	0	9
39-40	0	2	0	0	0	0	2	9
40-41	0	2	0	0	0	0	2	0
41-42	0	5	5	6	11*	11	4	17
42-43	0	9	0	2	11	19	2	6
43-44	0	0	0	4	0	14	0	24*
44-45	0	22	2	4	6*	8	2	10
45-46	0	8	0	3	2	4	2	9
46-47	0	2	0	0	0	0	0	9
47-48	3	13	0	2	2	10	0	0
48-49	0	0	0	0	0	2	0	5
49-50	2	2	4	0	0	6	0	5
50-51	6	8	0	0	0	3	2	0
51-52	8	18	6	15	9	16*	0	2
52-53	0	3	3	3	0	0	0	0
53-54	0	0	0	0	6	10	8	14
54-55	0	0	0	4	0	0	2	4
55-56	0	0	0	0	0	0	0	2
56-57	0	2	0	0	0	4	2	6
57-58	0	3	0	2	0	0	0	2
58-59	0	5	0	0	0	0	0	2
59-60	0	0	0	0	0	0	0	0
60-61	4	5	0	0	0	0	0	0
61-62	0	0	0	0	0	0	0	2
62-63	0	2	0	3	0	2	0	0
63-64	0	6	0	0	0	0	0	0
64-65	3	1	0	0	0	0	0	0
65-66	0	7	0	0	0	0	0	0
66-67	0	0	0	0	0	0	0	0
67-68	0	0	0	0	0	0	0	0
68-69	4	0	0	0	0	0	0	0
69-70	0	14	0	0	0	0	0	0
70-71	3	19*	0	0	0	0	0	0
71-72	5	12	3	0	0	0	0	0
72-73	4	2	0	0	0	0	0	0
73-74	4	0	0	0	7	7	0	6
74-75	0	2	0	0	0	0	0	0
75-76	0	0	5	2	2	3	7	3
76-77	0	2	0	0	0	0	0	2
77-78	0	2	0	0	0	0	2	0
78-79	2	4	0	2	2	0	0	0
79-80	0	4	2	12	2	2	0	4

Rataosa: KKN-TKU  
 Rata-alue: HKI / TKU  
 KP.Taso: 1A

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
80-81	0	0	0	0	2	8	5	4
81-82	0	10	0	0	2	4	0	0
82-83	0	14	0	0	0	0	0	0
83-84	6	16*	9	11	0	3	0	0
84-85	0	0	0	0	0	0	0	0
85-86	0	0	0	0	0	0	0	0
86-87	15	0	0	0	0	17	2	0
87-88	0	0	0	3	5	9	0	5
88-89	3	8	0	0	0	0	0	0
89-90	0	0	0	2	2	2	5	4
90-91	0	2	0	9	2	0	0	4
91-92	0	6	3	12	13	11	2	0
92-93	0	0	2	14	0	2	0	0
93-94	0	0	0	2	4	14	0	0
94-96	9*	10	0	15	2	4	0	9*
96-97	5	13	26*	38	11*	14*	7	23*
97-98	0	0	2	2	0	10	2	8
98-99	7	14	12*	8	10*	10	5	25*
99-100	0	2	5	5*	0	10	0	3
100-101	0	2	4	11	2	8	8	21
101-102	16*	26*	27*	18	7	35*	47*	49*
102-103	2	3	2	3	2	5	5	8
103-104	0	0	4*	0	0	2	2	5
104-105	0	14	2	2	0	12	6	14
105-106	4	14*	19*	18	2	21	17	21*
106-107	2	9	0	4	7	13*	0	0
107-108	0	2	0	4	0	9	2	7
108-109	0	13	0	0	0	0	0	0
109-110	0	0	0	0	0	0	0	2
110-111	2	4	0	0	0	1	2	2
111-112	4	0	0	0	0	0	0	0
112-113	0	0	0	0	0	0	0	0
113-113.	0	4	0	4	5	5	2	5
113.7-11	0	0	0	2	0	2	0	2
114-115	0	2	6	2	6*	0	0	8
115-116	2	4	7	7	9	11	2	6
116-118	9	2	0	4	0	0	3	8
118-119	20*	2	9	13	29*	4	5	8
119-120	8	45	17	2	4	9	4	12
120-121	17	57*	21	10	0	0	2	9
121-122	0	8	11*	7	0	11*	11*	14



122-123	4	29	0	5	3	2	3	18
123-124	0	0	3	3	10	0	2	18

Rataosa: KKN-TKU

Rata-alue: HKI / TKU

KP.Taso: 1A

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
124-125	5	12	3	4	4	4	0	10
125-126	0	8	0	4	0	0	0	5
126-127	0	0	3	0	0	2	0	11
127-128	0	0	0	0	0	0	3	0
128-129	0	0	2	13	2	6	2	2
129-130	4	18*	6	21	6	5	7	13
130-131	2	9	0	5	8	14	0	4
131-132	0	0	0	5	6	7	0	4
132-133	0	0	0	56*	0	0	0	2
133-134	11	0	4	36*	3	12*	0	2
134-135	2	0	0	21*	14*	0	2	0
135-136	0	4	0	3	9	0	0	0
136-137	0	0	0	0	0	0	2	2
137-138	0	2	3	10	2	6	4	2
138-139	0	0	4	13	0	27*	2	10
139-140	0	0	6	39*	10	23*	25*	8
140-141	0	0	0	0	0	0	0	0
141-142	0	0	0	0	0	4	0	0
142-143	0	0	0	5	0	0	0	0
143-144	11	16*	7	0	0	24	23	0
144-145	0	28	0	9	0	14	0	0
145-146	15*	0	0	8	4	14	0	0
146-147	2	0	0	2	2	2	2	6
147-148	0	2	0	0	0	4	4	0
148-149	2	0	0	3	2	3	2	0
149-150	0	0	0	4	6	0	6	0
150-151	0	0	0	5	0	6	2	0
151-152	0	0	0	0	0	7	0	6
152-153	0	2	0	2	5	6	0	11
153-154	2	8	3	5	0	2	0	2
154-155	0	4	0	10	10	4	4	7
155-156	2	2	0	6	2	17*	7	4*
156-158	4*	5	5	5	3	14	7	14*
158-159	4	14*	3	6	7	0	2	7
159-160	2	0	2	0	6	6	38*	12
160-161	2	12	0	9	0	7	4	0
161-162	3	9	5	8	0	8	2	6
162-163	2	6	2	11	18	2	2	5
163-164	0	8	0	9	2	9	0	12

164-165	4	8	0	3	0	2	3	11
165-166	3	8	0	0	0	2	0	11
166-167	13	6	0	4	2	0	0	4
167-168	0	0	0	4	0	6	2	8*

Rataosa: KKN-TKU

Rata-alue: HKI / TKU

KP.Taso: 1A

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
168-169	0	4	0	0	0	6	0	0
169-170	0	8	0	2	3	5	0	3
170-171	8	12	0	0	0	0	0	17
171-172	0	6	0	3	3	9	2	8
172-173	34	11	0	16	5	2	2	36
173-174	0	6	0	0	0	2	0	0
174-175	0	3	3	19*	14	13	4	5
175-176	0	0	3	3	15	8	5	2
176-177	0	0	2	6	11	2	3	4
177-178	2	10	0	21	0	4	0	4
178-179	3	7	6	12	10	9	3	9
179-180	2	0	0	4	4	10	2	7
180-181	0	5	4	8	0	18	8	6
181-182	8	4	0	15	6	11	0	9
182-183	15*	31	18	45*	26	10	15	38*
183-184	13	20	8	19*	23*	22*	13*	31*
184-185	12	11	3	8	0	9	2	2
185-186	2	2	0	4	0	0	0	2
186-187	0	0	0	0	0	0	3	0
187-188	2	2	3	2	0	3	0	2
188-189	2	0	0	0	0	6	3	9
189-190	0	2	5	0	5	7	2	6
190-191	5	4	5	6	13	10	2	7
191-192	4*	5	2	5	8	7	13*	12*
192-193	21	43	19	35*	39*	37*	48*	25*
193-194	18	23	19	3	0	2	2	10
194-195	5	6	0	7	0	0	7	0
195-196		3	0	0	0	0	4	0
196-197		0	3	23	0	0	20	19
197-198		24	12	105*	38*	60*	15	11
198-199		0	36	51*	44*	44*	6*	40

YHT.	434	964	430	1074	608	974	529	999
YHT.+RL	1223	2568	2283	1173	692	1321	1334	2249

K (%)	57	35	62	37	54	35	48	33
H (%)	32	44	30	42	32	46	44	46



T (%)	10	16	6	16	11	16	6	18
ET (%)	1	5	2	5	3	3	2	3

## Geometrisen kunnan palvelutaso

GKT	99	94	98	94	97	96	98	94
-----	----	----	----	----	----	----	----	----

## D- ja \*-luokan virheiden kartoitus Kirkkonummi-Turku rataosalta

Rataosa: KKN-TKU

Rata-alue: HKI / TKU

KP.Taso: 1A

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
38-39	0	0	0	0	9	0	0	9
39-40	0	2	0	0	0	0	2	9
40-41	0	2	0	0	0	0	2	0
41-42	0	5	5	6	11*	11	4	17
42-43	0	9	0	2	11	19	2	6
43-44	0	0	0	4	0	14	0	24*
44-45	0	22	2	4	6*	8	2	10
45-46	0	8	0	3	2	4	2	9
46-47	0	2	0	0	0	0	0	9
47-48	3	13	0	2	2	10	0	0
48-49	0	0	0	0	0	2	0	5
49-50	2	2	4	0	0	6	0	5
50-51	6	8	0	0	0	3	2	0
51-52	8	18	6	15	9	16*	0	2
52-53	0	3	3	3	0	0	0	0
53-54	0	0	0	0	6	10	8	14
54-55	0	0	0	4	0	0	2	4
55-56	0	0	0	0	0	0	0	2
56-57	0	2	0	0	0	4	2	6
57-58	0	3	0	2	0	0	0	2
58-59	0	5	0	0	0	0	0	2
59-60	0	0	0	0	0	0	0	0
60-61	4	5	0	0	0	0	0	0
61-62	0	0	0	0	0	0	0	2
62-63	0	2	0	3	0	2	0	0
63-64	0	6	0	0	0	0	0	0
64-65	3	1	0	0	0	0	0	0
65-66	0	7	0	0	0	0	0	0
66-67	0	0	0	0	0	0	0	0
67-68	0	0	0	0	0	0	0	0
68-69	4	0	0	0	0	0	0	0
69-70	0	14	0	0	0	0	0	0
70-71	3	19*	0	0	0	0	0	0
71-72	5	12	3	0	0	0	0	0
72-73	4	2	0	0	0	0	0	0
73-74	4	0	0	0	7	7	0	6
74-75	0	2	0	0	0	0	0	0
75-76	0	0	5	2	2	3	7	3
76-77	0	2	0	0	0	0	0	2
77-78	0	2	0	0	0	0	2	0
78-79	2	4	0	2	2	0	0	0
79-80	0	4	2	12	2	2	0	4

Rataosa: KKN-TKU  
Rata-alue: HKI / TKU  
KP.Taso: 1A

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
80-81	0	0	0	0	2	8	5	4
81-82	0	10	0	0	2	4	0	0
82-83	0	14	0	0	0	0	0	0
83-84	6	16*	9	11	0	3	0	0
84-85	0	0	0	0	0	0	0	0
85-86	0	0	0	0	0	0	0	0
86-87	15	0	0	0	0	17	2	0
87-88	0	0	0	3	5	9	0	5
88-89	3	8	0	0	0	0	0	0
89-90	0	0	0	2	2	2	5	4
90-91	0	2	0	9	2	0	0	4
91-92	0	6	3	12	13	11	2	0
92-93	0	0	2	14	0	2	0	0
93-94	0	0	0	2	4	14	0	0
94-96	9*	10	0	15	2	4	0	9*
96-97	5	13	26*	38	11*	14*	7	23*
97-98	0	0	2	2	0	10	2	8
98-99	7	14	12*	8	10*	10	5	25*
99-100	0	2	5	5*	0	10	0	3
100-101	0	2	4	11	2	8	8	21
101-102	16*	26*	27*	18	7	35*	47*	49*
102-103	2	3	2	3	2	5	5	8
103-104	0	0	4*	0	0	2	2	5
104-105	0	14	2	2	0	12	6	14
105-106	4	14*	19*	18	2	21	17	21*
106-107	2	9	0	4	7	13*	0	0
107-108	0	2	0	4	0	9	2	7
108-109	0	13	0	0	0	0	0	0
109-110	0	0	0	0	0	0	0	2
110-111	2	4	0	0	0	1	2	2
111-112	4	0	0	0	0	0	0	0
112-113	0	0	0	0	0	0	0	0
113-113.	0	4	0	4	5	5	2	5
113.7-11	0	0	0	2	0	2	0	2
114-115	0	2	6	2	6*	0	0	8
115-116	2	4	7	7	9	11	2	6
116-118	9	2	0	4	0	0	3	8
118-119	20*	2	9	13	29*	4	5	8
119-120	8	45	17	2	4	9	4	12
120-121	17	57*	21	10	0	0	2	9
121-122	0	8	11*	7	0	11*	11*	14



122-123	4	29	0	5	3	2	3	18
123-124	0	0	3	3	10	0	2	18

Rataosa: KKN-TKU

Rata-alue: HKI / TKU

KP.Taso: 1A

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
124-125	5	12	3	4	4	4	0	10
125-126	0	8	0	4	0	0	0	5
126-127	0	0	3	0	0	2	0	11
127-128	0	0	0	0	0	0	3	0
128-129	0	0	2	13	2	6	2	2
129-130	4	18*	6	21	6	5	7	13
130-131	2	9	0	5	8	14	0	4
131-132	0	0	0	5	6	7	0	4
132-133	0	0	0	56*	0	0	0	2
133-134	11	0	4	36*	3	12*	0	2
134-135	2	0	0	21*	14*	0	2	0
135-136	0	4	0	3	9	0	0	0
136-137	0	0	0	0	0	0	2	2
137-138	0	2	3	10	2	6	4	2
138-139	0	0	4	13	0	27*	2	10
139-140	0	0	6	39*	10	23*	25*	8
140-141	0	0	0	0	0	0	0	0
141-142	0	0	0	0	0	4	0	0
142-143	0	0	0	5	0	0	0	0
143-144	11	16*	7	0	0	24	23	0
144-145	0	28	0	9	0	14	0	0
145-146	15*	0	0	8	4	14	0	0
146-147	2	0	0	2	2	2	2	6
147-148	0	2	0	0	0	4	4	0
148-149	2	0	0	3	2	3	2	0
149-150	0	0	0	4	6	0	6	0
150-151	0	0	0	5	0	6	2	0
151-152	0	0	0	0	0	7	0	6
152-153	0	2	0	2	5	6	0	11
153-154	2	8	3	5	0	2	0	2
154-155	0	4	0	10	10	4	4	7
155-156	2	2	0	6	2	17*	7	4*
156-158	4*	5	5	5	3	14	7	14*
158-159	4	14*	3	6	7	0	2	7
159-160	2	0	2	0	6	6	38*	12
160-161	2	12	0	9	0	7	4	0
161-162	3	9	5	8	0	8	2	6
162-163	2	6	2	11	18	2	2	5
163-164	0	8	0	9	2	9	0	12



164-165	4	8	0	3	0	2	3	11
165-166	3	8	0	0	0	2	0	11
166-167	13	6	0	4	2	0	0	4
167-168	0	0	0	4	0	6	2	8*

Rataosa: KKN-TKU

Rata-alue: HKI / TKU

KP.Taso: 1A

Km	3.11.97	9.6.98	2.11.98	7.6.99	22.11.99	26.6.00	13.11.00	25.6.01
	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.	virhepit.
	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)	(metriä)
168-169	0	4	0	0	0	6	0	0
169-170	0	8	0	2	3	5	0	3
170-171	8	12	0	0	0	0	0	17
171-172	0	6	0	3	3	9	2	8
172-173	34	11	0	16	5	2	2	36
173-174	0	6	0	0	0	2	0	0
174-175	0	3	3	19*	14	13	4	5
175-176	0	0	3	3	15	8	5	2
176-177	0	0	2	6	11	2	3	4
177-178	2	10	0	21	0	4	0	4
178-179	3	7	6	12	10	9	3	9
179-180	2	0	0	4	4	10	2	7
180-181	0	5	4	8	0	18	8	6
181-182	8	4	0	15	6	11	0	9
182-183	15*	31	18	45*	26	10	15	38*
183-184	13	20	8	19*	23*	22*	13*	31*
184-185	12	11	3	8	0	9	2	2
185-186	2	2	0	4	0	0	0	2
186-187	0	0	0	0	0	0	3	0
187-188	2	2	3	2	0	3	0	2
188-189	2	0	0	0	0	6	3	9
189-190	0	2	5	0	5	7	2	6
190-191	5	4	5	6	13	10	2	7
191-192	4*	5	2	5	8	7	13*	12*
192-193	21	43	19	35*	39*	37*	48*	25*
193-194	18	23	19	3	0	2	2	10
194-195	5	6	0	7	0	0	7	0
195-196		3	0	0	0	0	4	0
196-197		0	3	23	0	0	20	19
197-198		24	12	105*	38*	60*	15	11
198-199		0	36	51*	44*	44*	6*	40

YHT.	434	964	430	1074	608	974	529	999
YHT.+RL	1223	2568	2283	1173	692	1321	1334	2249

K (%)	57	35	62	37	54	35	48	33
H (%)	32	44	30	42	32	46	44	46

T (%)	10	16	6	16	11	16	6	18
ET (%)	1	5	2	5	3	3	2	3

## Geometrisen kunnan palvelutaso

GKT	99	94	98	94	97	96	98	94
-----	----	----	----	----	----	----	----	----

- 1/1997 Railway Industry Structures and Capital Investment Financing  
 2/1997 Nopean junaliikenteen aluekehitysvaihtokäytännöt  
 3/1997 Rautateiden henkilöliikenteen ennustemalli (RALVI)  
 4/1997 Kilpailuedellytykset ja niiden luominen Suomen rataverkolla  
 5/1997 Rataverkon tavaraliikenne-ennuste 2020  
 1/1998 Rataverkon jatkosähköistykseen yhteiskuntataloudellinen vaikutus selvitys  
 2/1998 Suomen rautatieliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä (RAILI 96)  
 3/1998 Rautateiden tavarakuljetusten laatutekijät  
 4/1998 Ratahallintokeskuksen tutkimus- ja kehittämistoiminta 1997 - 99  
 5/1998 Rataverkon kehittämisen yhdyskuntarakenteellisten vaikutusten ja menetelmien arviointi  
 6/1998 Yksityisrahoituksen käyttömahdollisuudet Suomen ratakantakkeissa  
 1/1999 Ratakanteen instrumentoinnin kirjallisuustutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot  
 2/1999 Rautatieliikenteen polttoainepäästöjen aiheuttamat ympäristökustannukset  
 3/1999 Rautatieliikenteen aiheuttama ääni, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot  
 4/1999 Ratakanteen instrumentointi- ja mallinnussuunnitelma, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot  
 5/1999 Rautatietärinän mittauskäytäntö Pohjoismaissa  
 6/1999 Radan tukikerroksen ja alusrakenteen kirjallisuustutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot  
 7/1999 Rautatiesiltojen luokittelu ja inventointi rataosuudella Rautaruukki-Haaparanta akselipainojen korottamista varten  
 8/1999 Ratarumpujen maastoselvitys, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot  
 1/2000 Rataverkko 2020 -ohjelman väliraportti. Kehittämävaihtoehtojen vaikutustarkastelut  
 2/2000 Bantrummor, 250 kN och 300 kN axellaster  
 3/2000 Liikkuvan kaluston kirjallisuustutkimus  
 4/2000 Raidesepelin lujuuden vaikutus tukikerroksen kestoikään  
 5/2000 Ratakanteen instrumentointi ja mallinnus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot  
 6/2000 Väliraportti 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainojen ratateknisistä tutkimuksista  
 7/2000 Intermediate Report, 250 kN and 300 kN axle loads  
 8/2000 Ratatekniset määräykset ja ohjeet -julkaisun käytettävyysselvitys  
 9/2000 Ratakapasiteetin perusteet  
 10/2000 Instrumentation and Modelling of Track Structure, 250 kN and 300 axle loads  
 11/2000 Rautatieonnettomuuksien sisäiset ja ulkoiset kustannukset  
 12/2000 Internal and External Costs of Railway Accidents  
 1/2001 Rataverkko 2020 -suunnitelma  
 2/2001 XPS-routaeristelevyt ratakanteissa, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot  
 3/2001 Raidetutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot  
 4/2001 Radan kunnossapitokustannusten kirjallisuustutkimus,  
 5/2001 Loppuraportti 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainojen teknisistä tutkimuksista  
 6/2001 Final Report 250 kN and 300 kN axle loads  
 7/2001 Rautateiden maanvaraiset pylväspäruukset. Koekuormitusraportti  
 8/2001 Ratarumpututkimus. Instrumentointi ja mittaukset  
 9/2001 Verkkoaikataulu junaliikenteen ja rautatieinfrastruktuurin kehittämisessä  
 10/2001 Työnaikaisten ratakaivantojen tukeminen  
 11/2001 Pääkaupunkiseudun rautateiden melun torjuntaohjelma vuosille 2001 - 2020  
 12/2001 Rautatietasoristeysten turvaaminen  
 13/2001 Rautatieliikenteen riskit ja turvaamistoimenpiteet, osat 1 ja 2  
 14/2001 Rautatieliikenteen valtakunnallinen meluselvitys  
 1/2002 Ratakanteen routasuojaus  
 2/2002  
 3/2002 Rautateiden maanvaraiset pylväspäruukset, lisensiaatintutkimus  
 4/2002 Rautatietasoristeysten turvaamis- ja poistostrategia 2020

RATAHALLINTOKESKUS  
 KAIVOKATU 6, PL 185  
 00101 HELSINKI

KUNNOSSAPITOYKSIKKÖ

Lisätietoja: Markku Nummelin, puh. (09) 5840 5180, sähköposti: markku.nummelin @rhk.fi  
 Jakelu: Sinikka Kiiikka, puh. (09) 5840 5192, sähköposti: sinikka.kiiikka@rhk.fi

ISBN 952-445-069-0  
 ISSN 1455-2604