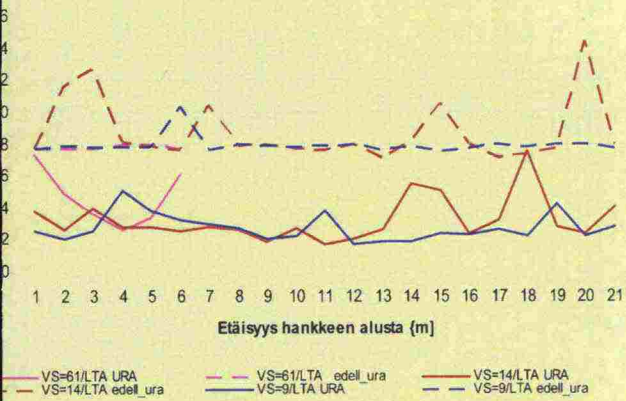


Rakenteen parantaminen, ura ennen/jälkeen TP



Kari Lehtonen, Vesa Laine, Seppo Järvinen

Tasaisuuden ja sivukaltevuuden toteutuma 3-5 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen

Tiehallinnon selvityksiä 46/2006

Kari Lehtonen, Vesa Laine, Seppo Järvinen

**Tasaisuuden ja sivukaltevuuden
toteutuma 3-5 vuotta rakentamisen
tai parantamisen jälkeen**

Tiehallinnon selvityksiä 46/2006

ISSN 1457-9871
ISSN 978-951-803-786-9
TIEH 3201022

Verkkajulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi/julkaisut)
ISSN 1459-1553
ISBN 978-951-803-787-6
TIEH 3201022-v

Edita Prima Oy
Helsinki 2007

Julkaisua myy/saatavana:
asiakaspalvelu.prima@edita.fi
Faksi 020 450 2470
Puhelin 020 450 011



Painotuote

Tiehallinto
Tekniset palvelut
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 11

Kari Lehtonen, Vesa Laine, Seppo Järvinen: Tasaisuuden ja sivukaltevuuden toteutuma 3-5 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen. Helsinki 2006. Tiehallinto, Tie- ja geotekniikka Tiehallinnon selvityksiä 46/2006. 53 s. + liitt. 103 s. ISSN 1457-9871, ISBN 978-951-803-786-9, TIEH 3201022.

Asiasanat: tasaisuus, sivukaltevuus, urautuminen
Aiheluokka: 33

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa tarkasteltiin hankkeittain graafisesti ura-, IRI- ja sivukaltevuusarvoja. Lisäksi muodostettiin mallit toimenpiteiden jälkeen toteutuneiden IRI- arvojen ennustamiseksi. Mallien kehittämisessä huomioitiin useita eri muuttujia, joista malliin valittiin parhaiten muutosta selittävät muuttujat. Toimenpiteinä graafisessa tarkastelussa on huomioitu kuntotietorekisterin (KURRE) tekniset toimenpiteet: kevyt rakenteen parantaminen, raskas rakenteen parantaminen, uuden tien rakentaminen ja suuntauksen parantaminen. IRI- ennustemallien muodostamisessa on käytetty toimenpiteenä myös tien päällystämistä.

Raportin toisessa luvussa esitellään käytetty aineisto ja sen luomistapa.

Kolmannessa luvussa on esitetty graafisen tarkastelun tapa ja sen tulokset.

Neljännessä luvussa on esitetty tasaisuuden ennustaminen ja siihen kehitetyt mallit.

Kari Lehtonen, Vesa Laine, Seppo Järvinen: Measured roughness and crossfall in 3 to 5 years old pavements. Helsinki 2006. Finnish Road Administration. Finnra Reports 46/2006. 53 p. + app. 103 p. ISSN 1457-9871, ISBN 978-951-803-786-9, TIEH 3201022.

Keywords: evenness, crossfall, rutting

SUMMARY

This research shows the results of graphical investigation of rut, IRI and crossfall values by 100-metres distributed in jobs. In addition, we formed regression models to predict 100-metres and job median IRI- values after a technical action. Several different explanatory variables were considered in the development of regression models but only statistically significant variables were chosen into the models. In the graphical investigation technical actions were those used in Road Condition Register (KURRE). Along with those also road pavement was used as a technical action in the development of regression models.

The data used in this study is represented in the second chapter of the report.

The graphical investigation's method and results are represented in the third chapter of the report.

The regression models are represented in the fourth chapter of the report.

ESIPUHE

Tämän julkaisun aineiston on koonnut Seppo Järvinen ja Vesa Laine Ramboll Finland Oy:ssä ja johtopäätökset on kirjoittanut Vesa Laine ja Kari Lehtonen. Työn on tilannut Tiehallinnon Tekniset palvelut.

Helsingissä joulukuussa 2006

Tiehallinto
Tekniset palvelut

Sisältö

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 9 |
| 2 | TASAISUUDEN JA SIVUKALTEVUUDEN JAKAUTUMA 3-5 VUOTTA TOIMENPITEEN JÄLKEEN | 10 |
| 2.1 | Hankkeiden muodostaminen graafisessa tarkastelussa | 10 |
| 2.2 | Aineiston jakaumat ja tilastolliset tunnusluvut | 11 |
| 2.2.1 | Ura | 11 |
| 2.2.2 | IRI | 15 |
| 2.2.3 | Sivukaltevuus | 20 |
| 3 | LAADUN VAIHTELU HANKKEEN SISÄLLÄ | 27 |
| 3.1 | Graafinen tarkastelu | 27 |
| 3.2 | Graafisen tarkastelun tulokset | 27 |
| 3.2.1 | URA ja IRI | 27 |
| 3.2.2 | Sivukaltevuus | 30 |
| 4 | TASAISUUDEN ENNUSTAMINEN KUNNOSTUKSESSA | 32 |
| 4.1 | Additiivisen mallin muodostaminen IRI:lle | 32 |
| 4.2 | IRI muutosmallit 100-metrisille | 33 |
| 4.3 | Muutosmallien tulosten soveltaminen laatuvaatimuksissa | 43 |
| 4.4 | Hanketason IRI-paranema mediaanimalli | 44 |
| 4.5 | Yhteenveto muutosmalleista eri toimenpiteille | 50 |
| 5 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 52 |
| 6 | LIITTEET | 53 |

1 JOHDANTO

Tämän raportin tuloksia on tarkoitus käyttää Tiehallinnossa laadittaessa tuotevaatimusmalleja ja arvonmuutosperusteita rakennus- ja rakenteen parantamisurakoihin.

Rakennus- ja suuntauksen parantamisurakoihin soveltuvat parhaiten kohdan 2 (tasaisuuden jakautuma 3-5 vuoden kulut-tua) jakautumataulukot.

Rakenteen parantamiseen ja uudelleenpäällystämiseen sovel-tuvat parhaiten kohdan 4 (tasaisuuden ennustaminen) ennus-tekaavat.

Kaikissa voidaan lisäksi käyttää kohdan 3 (laadun vaihtelu hankkeen sisäl-lä)ja liitteen 1 pituusprofileja.

Tarkastelussa on pintakuntoa kuvaavina muuttujina käytetty IRI:ä (International Roughness index), ajouraa ja kaistan sivu-kaltevuutta. Aineistossa ei ollut tietoja IRI4:stä.

2 TASAISUUDEN JA SIVUKALTEVUUDEN JAKAUTUMA 3-5 VUOTTA TOIMENPITEEN JÄLKEEN

2.1 Hankkeiden muodostaminen graafisessa tarkastelussa

Tässä kappaleessa käsitellään 100 m tieosuuksia irrallaan viereisistä osuuksista. Tarkoituksena on kuvata liikennemäärä-luokittain toteutuneen tasaisuuden jakautuma.

Toimenpide määritettiin kuntotietorekisteristä teknisen toimenpiteen perusteella. Mittausikä laskettiin uusimman mittauksen ja hankkeen toteutusvuoden erotuksena.

Teknisinä toimenpiteinä hanketarkastelussa käytettiin uuden tien rakentamista, suuntauksen parantamista, kevyttä rakenteen parantamista ja raskasta rakenteen parantamista.

Hankkeiden pituus ja mittausikä vaihteli suuresti eri toimenpideluokissa. Tarkempaan tarkasteluun valittiin hankkeita mittausiän ja pituuden perusteella. Tarkasteluun otettiin mukaan 3, 4 ja 5 vuotta vanhat hankkeet, joiden pituus oli lähellä kahta kilometriä.

2.2 Aineiston jakaumat ja tilastolliset tunnusluvut

2.2.1 Ura

Kevyt parantaminen

Taulukossa 1A ja 1B on esitetty uusimman uramuuttujan tilastolliset tunnusluvut. Taulukoiden perusteella voidaan todeta, että urasyvyyden keskiarvo on riippuen KVL-luokasta 5 – 8 mm. Havaintoja (N) on alemmissa KVL-luokissa tuhansia, ja vilkasliikenteisillä teillä muutamia satoja - poikkeuksena KVL > 6000 (27 havaintoa).

Liitteessä 1 on esitetty liikennemääräluokittaiset jakaumat ura-, IRI- ja sivukaltevuusarvoille eri toimenpiteillä.

Taulukko 1A. Urasyvyys 3 – 5 vuotta kevyt RP:n jälkeen. KVL- luokan %-osuus on lihavoitu, kun osaverkon tiepituus on vähintään 40 km.

| | URA | | | | | | | | | | | | Yht. |
|------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|------|
| | 1: <= 2 mm/m | 2: >2 - 4 mm/m | 3: >4 - 6 mm/m | 4: >6 - 8 mm/m | 5: >8 - 10 mm/m | 6: >10 12 mm/m | 7: >12 14 mm/m | 8: >14 16 mm/m | 9: >16 18 mm/m | 10: >18 20 mm/m | 11: >20 - 30 mm/m | 12: >30 mm/m | |
| 1: KVL 1-200 (KM) | 23.5 | 58.9 | 46.8 | 41.6 | 22.6 | 8.0 | 3.4 | 2.7 | 1.0 | 0.4 | 0.7 | | 210 |
| (%) | 11 % | 28 % | 22 % | 20 % | 11 % | 4 % | 2 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | | |
| 2: KVL 201-350 (KM) | 20.9 | 61.2 | 29.6 | 41.4 | 24.6 | 3.1 | 1.3 | 1.0 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 184 |
| (%) | 11 % | 33 % | 16 % | 22 % | 13 % | 2 % | 1 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | |
| 3: KVL 351-1500 (KM) | 29.1 | 117.1 | 92.5 | 77.0 | 34.7 | 3.1 | 1.2 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | 356 |
| (%) | 8 % | 33 % | 26 % | 22 % | 10 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | | |
| 4: KVL 1501-3000 (KM) | 0.8 | 7.2 | 14.1 | 12.1 | 4.5 | 1.3 | 0.5 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | | 42 |
| (%) | 2 % | 17 % | 34 % | 29 % | 11 % | 3 % | 1 % | 2 % | 1 % | 0 % | 0 % | | |
| 5: KVL 3001-6000 (KM) | | 0.6 | 8.0 | 19.6 | 6.8 | 1.0 | 0.1 | | | | | | 36 |
| (%) | | 2 % | 22 % | 54 % | 19 % | 3 % | 0 % | | | | | | |
| 6: KVL 6001-12000 (KM) | | | 0.1 | 0.9 | 1.3 | 0.3 | 0.1 | | | | | | 3 |
| (%) | | | 4 % | 33 % | 48 % | 11 % | 4 % | | | | | | |
| 7: KVL >12000 (KM) | | | 0.3 | 1.8 | 0.2 | 0.2 | | 0.2 | | | | | 3 |
| (%) | | | 11 % | 67 % | 7 % | 7 % | | 7 % | | | | | |
| Yht (KM) | 74 | 245 | 191 | 194 | 95 | 17 | 7 | 5 | 2 | 1 | 2 | 0 | 833 |
| (%) | 9 % | 29 % | 23 % | 23 % | 11 % | 2 % | 1 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | |
| KARVO | 1.6 | 3.0 | 5.0 | 7.3 | 8.6 | 11.0 | 12.9 | 14.9 | 16.7 | 19.0 | 23.5 | 32.6 | |

Taulukko 1B. Urasyvyys 3 – 5 vuotta päällystämisen jälkeen.

| Uusin ura-arvo | | | | | | | |
|----------------|----------|-----|--------|---------|----------|------------|------------|
| KVL | Hav. Lkm | Ka | Minimi | Maksimi | Mediaani | 75 %-piste | 90 %-piste |
| 1: <=200 | 2096 | 5.5 | 0.0 | 27.8 | 4.9 | 7.9 | 9.4 |
| 2: 200-350 | 1844 | 5.3 | 0.0 | 33.3 | 4.5 | 7.7 | 8.3 |
| 3: 351-1500 | 3558 | 5.0 | 0.0 | 23.7 | 4.7 | 7.0 | 8.1 |
| 4: 1501-3000 | 418 | 6.3 | 1.6 | 24.2 | 5.9 | 7.5 | 9.5 |
| 5: 3001-6000 | 361 | 7.1 | 3.4 | 12.8 | 7.0 | 7.9 | 8.9 |
| 6: 6001-12000 | 27 | 8.6 | 5.8 | 13.4 | 8.4 | 9.8 | 11.1 |
| 7: >12000 | 27 | 7.8 | 5.9 | 14.8 | 7.0 | 7.8 | 11.5 |

Rakenteen parantaminen

Taulukoissa 2A ja 2B on esitetty uusimman uramuuttujan tilastolliset tunnusluvut KVL-luokissa. Taulukoiden perusteella voidaan todeta, että urasyvyyden keskiarvo on riippuen KVL-luokasta 5 – 10 mm. Havaintoja (N) on alemmissa KVL-luokissa tuhansia, ja vilkasliikenteisillä teillä muutamia satoja - poikkeuksena KVL > 12000 (67 havaintoa).

Liitteessä 1 on esitetty liikennemääräluokittaiset jakaumat ura-, IRI- ja sivukaltevuusarvoille eri toimenpiteillä.

Taulukko 2A. Urasyvyys 3 – 5 vuotta rakenteen parantamisen jälkeen. KVL-luokan %-osuus on lihavoitu, kun osaverkon tiepituus on vähintään 40 km.

| | URA | | | | | | | | | | | | Yht. |
|------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|------|
| | 1: <= 2 mm/m | 2: >2 - 4 mm/m | 3: >4 - 6 mm/m | 4: >6 - 8 mm/m | 5: >8 - 10 mm/m | 6: >10 12 mm/m | 7: >12 14 mm/m | 8: >14 16 mm/m | 9: >16 18 mm/m | 10: >18 20 mm/m | 11: >20 - 30 mm/m | 12: >30 mm/m | |
| 1: KVL 1-200 (KM) | 5.0 | 30.9 | 19.2 | 45.5 | 28.9 | 1.3 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | | | | 131 |
| (%) | 4 % | 24 % | 15 % | 35 % | 22 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | | | | |
| 2: KVL 201-350 (KM) | 9.3 | 30.9 | 16.9 | 37.2 | 21.9 | 1.7 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | | | 119 |
| (%) | 8 % | 26 % | 14 % | 31 % | 18 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | | | | |
| 3: KVL 351-1500 (KM) | 10.0 | 61.6 | 42.9 | 56.4 | 28.4 | 5.2 | 1.9 | 0.4 | 0.4 | | | | 207 |
| (%) | 5 % | 30 % | 21 % | 27 % | 14 % | 3 % | 1 % | 0 % | 0 % | | | | |
| 4: KVL 1501-3000 (KM) | 1.8 | 20.5 | 24.4 | 10.5 | 5.2 | 0.7 | 1.0 | 0.8 | 0.2 | 0.1 | | | 65 |
| (%) | 3 % | 31 % | 37 % | 16 % | 8 % | 1 % | 2 % | 1 % | 0 % | 0 % | | | |
| 5: KVL 3001-6000 (KM) | 0.1 | 2.9 | 19.3 | 19.1 | 11.1 | 4.4 | 2.0 | 1.2 | 0.8 | 0.4 | 1.1 | 0.1 | 63 |
| (%) | 0 % | 5 % | 31 % | 31 % | 18 % | 7 % | 3 % | 2 % | 1 % | 1 % | 2 % | 0 % | |
| 6: KVL 6001-12000 (KM) | | 0.4 | 3.0 | 7.7 | 9.2 | 8.3 | 6.5 | 3.6 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 40 |
| (%) | | 1 % | 8 % | 19 % | 23 % | 21 % | 16 % | 9 % | 2 % | 1 % | 0 | 0 | |
| 7: KVL >12000 (KM) | 0.3 | 1.5 | 1.8 | 0.9 | 1.1 | 0.4 | 0.3 | | 0.2 | | 0.2 | | 7 |
| (%) | 4 % | 22 % | 27 % | 13 % | 16 % | 6 % | 4 % | | 3 % | | 3 % | | |
| Yht (KM) | 27 | 149 | 128 | 177 | 106 | 22 | 12 | 7 | 3 | 1 | 2 | 0 | 631 |
| (%) | 4 % | 24 % | 20 % | 28 % | 17 % | 3 % | 2 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | |
| KARVO | 1.7 | 3.1 | 5.0 | 7.5 | 8.6 | 10.9 | 13.0 | 14.9 | 17.0 | 18.8 | 23.2 | 33.0 | |

Taulukko 2B. Urasyvyys 3 – 5 vuotta rakenteen parantamisen jälkeen.

| KVL | Uusin ura-arvo | | | | | | |
|---------------|----------------|------|--------|---------|----------|------------|------------|
| | Hav. Lkm | Ka | Minimi | Maksimi | Mediaani | 75 %-piste | 90 %-piste |
| <=200 | 1314 | 6.1 | 0.0 | 16.8 | 7.2 | 8.0 | 8.3 |
| 2: 200-350 | 1185 | 5.8 | 0.0 | 17.2 | 6.7 | 8.0 | 8.1 |
| 3: 351-1500 | 2072 | 5.7 | 0.0 | 17.5 | 5.4 | 8.0 | 8.6 |
| 4: 1501-3000 | 652 | 5.3 | 1.2 | 19.6 | 4.6 | 6.4 | 8.2 |
| 5: 3001-6000 | 625 | 7.8 | 1.8 | 33.7 | 7.0 | 8.9 | 11.8 |
| 6: 6001-12000 | 399 | 10.2 | 2.7 | 32.3 | 10.0 | 12.5 | 14.2 |
| 7: >12000 | 67 | 7.1 | 1.5 | 26.0 | 5.8 | 9.5 | 12.1 |

Suuntauksen parantaminen

Taulukoissa 3A ja 3B on esitetty uusimman uramuuttujan tilastolliset tunnusluvut KVL-luokissa. Taulukoiden perusteella voidaan todeta, että urasyvyyden keskiarvo on riippuen KVL-luokasta 5 – 10 mm. Havaintoja (N) on alemmissa KVL-luokissa tuhansia, ja vilkasliikenteisillä teillä muutamia satoja - poikkeuksena KVL > 12000 (67 havaintoa).

Liitteessä 1 on esitetty liikennemääräluokittaiset jakaumat ura-, IRI- ja sivukaltevuusarvoille eri toimenpiteillä.

Taulukko 3A. Urasyvyys 3 – 5 vuotta suuntauksen parantamisen jälkeen. KVL- luokan %-osuus on lihavoitu, kun osaverkon tiepituus on vähintään 40 km.

| | URA | | | | | | | | | | | | Yht. |
|------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|------|
| | 1: <= 2 mm/m | 2: >2 - 4 mm/m | 3: >4 - 6 mm/m | 4: >6 - 8 mm/m | 5: >8 - 10 mm/m | 6: >10 12 mm/m | 7: >12 14 mm/m | 8: >14 16 mm/m | 9: >16 18 mm/m | 10: >18 20 mm/m | 11: >20 - 30 mm/m | 12: >30 mm/m | |
| 1: KVL 1-200 (KM) | 0.5 | 5.0 | 6.2 | 10.6 | 12.6 | 1.3 | 0.3 | 0.1 | | | | | 37 |
| (%) | 1 % | 14 % | 17 % | 29 % | 34 % | 4 % | 1 % | 0 % | | | | | |
| 2: KVL 201-350 (KM) | 1.7 | 8.6 | 7.1 | 9.3 | 4.9 | 0.5 | | | | | | | 32 |
| (%) | 5 % | 27 % | 22 % | 29 % | 15 % | 2 % | | | | | | | |
| 3: KVL 351-1500 (KM) | 2.9 | 21.9 | 23.7 | 22.7 | 19.4 | 1.6 | 0.7 | 0.3 | | 0.1 | | | 93 |
| (%) | 3 % | 24 % | 25 % | 24 % | 21 % | 2 % | 1 % | 0 % | | 0 % | | | |
| 4: KVL 1501-3000 (KM) | | 0.6 | 1.3 | 1.1 | 1.2 | 0.9 | 1.0 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | | 7 |
| (%) | | 9 % | 19 % | 16 % | 17 % | 13 % | 14 % | 9 % | 6 % | 3 % | 1 % | | |
| 5: KVL 3001-6000 (KM) | 0.1 | 0.2 | 1.7 | 5.9 | 4.8 | 1.2 | 0.5 | 0.1 | | | | | 15 |
| (%) | 1 % | 1 % | 11 % | 39 % | 32 % | 8 % | 3 % | 1 % | | | | | |
| 6: KVL 6001-12000 (KM) | 0.2 | 1.6 | 2.8 | 2.7 | 1.3 | 0.1 | 0.1 | | | | | | 9 |
| (%) | 2 % | 18 % | 31 % | 30 % | 14 % | 1 % | 1 % | | | | | | |
| 7: KVL >12000 (KM) | | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | | 0.1 | | 2 |
| (%) | | 5 % | 15 % | 15 % | 10 % | 15 % | 10 % | 10 % | 5 % | | 5 % | | |
| Yht (KM) | 5 | 38 | 43 | 53 | 44 | 6 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | | 195 |
| (%) | 3 % | 19 % | 22 % | 27 % | 23 % | 3 % | 1 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | | |
| KARVO | 1.6 | 3.1 | 5.0 | 7.3 | 8.7 | 11.0 | 12.9 | 14.9 | 16.9 | 18.4 | 23.0 | | |

Taulukko 3B. Urasyvyys 3 – 5 vuotta suuntauksen parantamisen jälkeen.

| KVL | Uusin ura-arvo | | | | | | |
|---------------|----------------|------|--------|---------|----------|------------|------------|
| | Hav. Lkm | Ka | Minimi | Maksimi | Mediaani | 75 %-piste | 90 %-piste |
| 1: <=200 | 366 | 6.9 | 0.0 | 14.2 | 7.8 | 8.2 | 9.2 |
| 2: 200-350 | 321 | 5.6 | 0.9 | 11.1 | 5.4 | 8.0 | 8.1 |
| 3: 351-1500 | 933 | 6.0 | 0.7 | 18.9 | 5.9 | 8.0 | 9.0 |
| 4: 1501-3000 | 74 | 9.7 | 2.3 | 21.2 | 9.0 | 13.4 | 15.5 |
| 5: 3001-6000 | 145 | 8.1 | 1.8 | 15.5 | 7.9 | 9.3 | 10.5 |
| 6: 6001-12000 | 88 | 5.9 | 1.5 | 12.3 | 6.0 | 7.5 | 8.9 |
| 7: >12000 | 18 | 10.6 | 3.8 | 24.8 | 10.1 | 12.8 | 16.6 |

Uuden tien rakentaminen

Taulukoissa 4A ja 4B on esitetty uramuuttujan tilastolliset tunnusluvut KVL-luokissa. Taulukoiden perusteella voidaan todeta, että urasyvyyden keskiarvo vaihtelee välillä 4.5 – 7 mm. Havaintoja (N) on ylemmissä KVL-luokissa muutamia satoja, ja alemman luokan teillä joitakin kymmeniä - poikkeuksena KVL<200 (155 havaintoa).

Liitteessä 1 on esitetty liikennemääräluokittaiset jakaumat ura-, IRI- ja sivukaltevuusarvoille eri toimenpiteillä.

Taulukko 4A. Urasyvyys 3 – 5 vuotta uuden tien rakentamisen jälkeen. KVL-luokan %-osuus on lihavoitu, kun osaverkon tiepituus on vähintään 40 km.

| | URA | | | | | | | | | | | | Yht. |
|------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|------|
| | 1: <= 2 mm/m | 2: >2 - 4 mm/m | 3: >4 - 6 mm/m | 4: >6 - 8 mm/m | 5: >8 - 10 mm/m | 6: >10 12 mm/m | 7: >12 14 mm/m | 8: >14 16 mm/m | 9: >16 18 mm/m | 10: >18 20 mm/m | 11: >20 - 30 mm/m | 12: >30 mm/m | |
| 1: KVL 1-200 (KM) | 1 | 6 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | | | | | | 16 |
| (%) | 4 % | 38 % | 27 % | 13 % | 11 % | 2 % | 2 % | | | | | | |
| 2: KVL 201-350 (KM) | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | 5 |
| (%) | 2 % | 48 % | 20 % | 12 % | 16 % | | | | | | | | |
| 3: KVL 351-1500 (KM) | 4 | 17 | 12 | 6 | 3 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | | 42 |
| (%) | 8 % | 40 % | 29 % | 15 % | 7 % | 0 % | | 0 % | 0 % | 0 % | | | |
| 4: KVL 1501-3000 (KM) | | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | | | | 4 |
| (%) | | 23 % | 23 % | 8 % | 28 % | 10 % | 5 % | | | | | | |
| 5: KVL 3001-6000 (KM) | 3 | 5 | 12 | 10 | 7 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | | 41 |
| (%) | 8 % | 11 % | 30 % | 23 % | 16 % | 5 % | 3 % | 1 % | 1 % | 1 % | 0 % | | |
| 6: KVL 6001-12000 (KM) | | 6 | 9 | 4 | 1 | 0 | | | 0 | | | | 19 |
| (%) | | 30 % | 46 % | 19 % | 3 % | 1 % | | | 1 % | | | | |
| 7: KVL >12000 (KM) | 5 | 20 | 6 | 5 | 10 | 9 | 3 | 0 | | 0 | | | 58 |
| (%) | 8 % | 35 % | 10 % | 8 % | 17 % | 16 % | 5 % | 1 % | | 0 % | | | |
| Yht (KM) | 12 | 56 | 45 | 27 | 23 | 13 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 | | 184 |
| (%) | 7 % | 31 % | 24 % | 15 % | 13 % | 7 % | 3 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | | |
| KARVO | 1.6 | 3.2 | 4.9 | 7.0 | 8.9 | 11.0 | 12.8 | 14.9 | 17.2 | 19.2 | 22.8 | | |

Taulukko 4B. Urasyvyys 3-5 vuotta uuden tien rakentamisen jälkeen.

| Uusin ura-arvo | | | | | | | |
|----------------|----------|-----|--------|---------|----------|------------|------------|
| KVL | Hav. Lkm | Ka | Minimi | Maksimi | Mediaani | 75 %-piste | 90 %-piste |
| 1: <=200 | 155 | 5.1 | 1.1 | 13.2 | 4.4 | 7.2 | 8.1 |
| 2: 200-350 | 49 | 5.0 | 1.6 | 9.3 | 4.0 | 8.0 | 8.1 |
| 3: 351-1500 | 418 | 4.6 | 0.0 | 18.7 | 4.2 | 5.7 | 7.8 |
| 4: 1501-3000 | 38 | 6.9 | 2.6 | 13.0 | 7.1 | 9.2 | 11.5 |
| 5: 3001-6000 | 411 | 6.8 | 1.2 | 24.5 | 6.1 | 8.3 | 10.7 |
| 6: 6001-12000 | 189 | 5.1 | 2.2 | 17.1 | 4.7 | 5.9 | 7.1 |
| 7: >12000 | 580 | 6.4 | 1.0 | 19.2 | 5.1 | 9.8 | 11.4 |

2.2.2 IRI

Kevyt parantaminen

Taulukoissa 5A ja 5B on esitetty IRI- muuttujan tilastolliset tunnusluvut eri KVL-luokissa. Taulukoiden perusteella voidaan todeta, että IRI:n keskiarvo vaihtelee välillä 0.97 – 2.11 riippuen KVL-luokasta. Havaintomäärä (N) vaihtelee välillä 27 – 3558 (KVL yli 6000 osaverkossa on vain vähän havaintoja).

Liitteessä 1 on esitetty liikennemääräluokittaiset jakaumat ura-, IRI- ja sivukaltevuusarvoille eri toimenpiteillä.

Taulukko 5A. IRI 3 – 5 vuotta kevyen parantamisen jälkeen. KVL-luokan %-osuus on lihavoitu kun osaverkon tiepituus on vähintään 40 km.

| | IRI | | | | | | | | | | | | Yht. |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|------|
| | 1: <= 1.2 mm/m | 2: >1.2 - 1.4 mm/m | 3: >1.4 - 1.6 mm/m | 4: >1.6 - 1.8 mm/m | 5: >1.8 - 2.0 mm/m | 6: >2.0 - 2.2 mm/m | 7: >2.2 - 2.4 mm/m | 8: >2.4 - 2.6 mm/m | 9: >2.6 - 3.0 mm/m | 10: >3.0 - 3.4 mm/m | 11: >3.4 - 4.0 mm/m | 12: >4.0 0 mm/m | |
| 1: KVL 1-200 (KM) (%) | 15.7 7 % | 20.5 10 % | 31.0 15 % | 29.3 14 % | 26.3 13 % | 20.6 10 % | 15.5 7 % | 10.2 5 % | 14.2 7 % | 9.0 4 % | 6.7 3 % | 10.6 5 % | 210 |
| 2: KVL 201-350 (KM) (%) | 11.5 6 % | 25.0 14 % | 35.1 19 % | 30.6 17 % | 23.4 13 % | 16.6 9 % | 13.2 7 % | 7.1 4 % | 10.4 6 % | 4.6 2 % | 2.8 2 % | 4.1 2 % | 184 |
| 3: KVL 351-1500 (KM) (%) | 55.4 16 % | 59.2 17 % | 65.4 18 % | 49.9 14 % | 43.3 12 % | 27.4 8 % | 17.1 5 % | 10.4 3 % | 13.5 4 % | 5.1 1 % | 4.8 1 % | 4.3 1 % | 356 |
| 4: KVL 1501-3000 (KM) (%) | 11.5 28 % | 3.8 9 % | 5.2 12 % | 4.4 11 % | 4.7 11 % | 3.6 9 % | 2.9 7 % | 1.6 4 % | 2.2 5 % | 0.7 2 % | 0.6 1 % | 0.6 1 % | 42 |
| 5: KVL 3001-6000 (KM) (%) | 21.2 59 % | 6.5 18 % | 3.9 11 % | 2.1 6 % | 0.8 2 % | 0.1 0 % | 0.2 1 % | | 0.4 1 % | 0.2 1 % | 0.3 1 % | 0.4 1 % | 36 |
| 6: KVL 6001-12000 (KM) (%) | 0.6 22 % | 0.3 11 % | 0.2 7 % | 0.7 26 % | 0.2 7 % | 0.3 11 % | 0.1 4 % | 0.1 4 % | | 0.1 4 % | 0.1 4 % | | 3 |
| 7: KVL>12000 (KM) (%) | 2.4 89 % | 0.0 0 % | 0.2 7 % | 0.0 0 % | 0.0 0 % | 0.0 0 % | 0.0 0 % | 0.0 0 % | 0.0 0 % | 0.0 0 % | 0.0 0 % | 0.0 0 % | 3 |
| Yht (KM) (%) | 118 14 % | 115 14 % | 141 17 % | 117 14 % | 99 12 % | 69 8 % | 49 6 % | 29 4 % | 41 5 % | 20 2 % | 15 2 % | 20 2 % | 833 |
| KARVO | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 2.5 | 2.8 | 3.2 | 3.7 | 5.4 | |

Taulukko 5B. IRI 3-5 vuotta kevyen parantamisen jälkeen.

| KVL | Uusin IRI-arvo | | | | | | |
|-------------------|----------------|------|--------|---------|----------|------------|------------|
| | Hav. Lkm | Ka | Minimi | Maksimi | Mediaani | 75 %-piste | 90 %-piste |
| 1: KVL 1-200 | 2096 | 2.11 | 0.00 | 16.79 | 1.87 | 2.37 | 3.19 |
| 2: KVL 201-350 | 1844 | 1.92 | 0.00 | 10.14 | 1.73 | 2.14 | 2.74 |
| 3: KVL 351-1500 | 3558 | 1.74 | 0.00 | 9.83 | 1.60 | 1.97 | 2.44 |
| 4: KVL 1501-3000 | 418 | 1.76 | 0.76 | 11.62 | 1.62 | 2.11 | 2.54 |
| 5: KVL 3001-6000 | 361 | 1.27 | 0.71 | 5.28 | 1.14 | 1.38 | 1.70 |
| 6: KVL 6001-12000 | 27 | 1.76 | 0.99 | 3.90 | 1.72 | 2.02 | 2.45 |
| 7: KVL>12000 | 27 | 0.97 | 0.68 | 2.03 | 0.90 | 1.10 | 1.41 |

Rakenteen parantaminen

Taulukoissa 6A ja 6B on esitetty IRI- muuttujan tilastolliset tunnusluvut eri KVL-luokissa.. Taulukoiden perusteella voidaan todeta, että IRI:n keskiarvo ei muutu paljoa eri KVL-luokissa, mutta samalla jakauman prosenttipisteet suurenevät hiukan. Havaintomäärä (N) vaihtelee käytännössä 400 -2000 välillä (poikkeuksena KVL>12000 osaverkko = 67 havaintoa).

Taulukko 6A. IRI 3 – 5 vuotta rakenteen parantamisen jälkeen. KVL-luokan %-osuus on lihavoitu kun osaverkon tiepituus on vähintään 40 km.

| | IRI | | | | | | | | | | | | Yht. |
|------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------|
| | 1: <= 1.2 mm/m | 2: >1.2 - 1.4 mm/m | 3: >1.4 - 1.6 mm/m | 4: >1.6 - 1.8 mm/m | 5: >1.8 - 2.0 mm/m | 6: >2.0 - 2.2 mm/m | 7: >2.2 - 2.4 mm/m | 8: >2.4 - 2.6 mm/m | 9: >2.6 - 3.0 mm/m | 10: >3.0 - 3.4 mm/m | 11: >3.4 - 4.0 mm/m | 12: >4.0 0 mm/m | |
| 1: KVL 1-200 (KM) | 8.7 | 11.8 | 17.1 | 20.0 | 17.6 | 13.1 | 10.1 | 6.6 | 9.3 | 5.9 | 4.9 | 6.3 | 131 |
| (%) | 7 % | 9 % | 13 % | 15 % | 13 % | 10 % | 8 % | 5 % | 7 % | 4 % | 4 % | 5 % | |
| 2: KVL 201-350 (KM) | 8.2 | 15.9 | 21.6 | 19.5 | 15.2 | 12.1 | 8.6 | 4.3 | 6.7 | 2.8 | 1.6 | 2.0 | 119 |
| (%) | 7 % | 13 % | 18 % | 16 % | 13 % | 10 % | 7 % | 4 % | 6 % | 2 % | 1 % | 2 % | |
| 3: KVL 351-1500 (KM) | 27.5 | 29.9 | 34.5 | 31.4 | 25.6 | 18.5 | 9.4 | 7.8 | 10.0 | 4.4 | 4.2 | 4.0 | 207 |
| (%) | 13 % | 14 % | 17 % | 15 % | 12 % | 9 % | 5 % | 4 % | 5 % | 2 % | 2 % | 2 % | |
| 4: KVL 1501-3000 (KM) | 14.6 | 13.9 | 10.3 | 5.0 | 5.0 | 4.1 | 3.2 | 2.3 | 2.3 | 1.6 | 1.0 | 1.9 | 65 |
| (%) | 22 % | 21 % | 16 % | 8 % | 8 % | 6 % | 5 % | 4 % | 4 % | 2 % | 2 % | 3 % | |
| 5: KVL 3001-6000 (KM) | 22.9 | 11.7 | 6.9 | 5.5 | 3.6 | 2.8 | 2.1 | 2.2 | 1.9 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 63 |
| (%) | 37 % | 19 % | 11 % | 9 % | 6 % | 4 % | 3 % | 4 % | 3 % | 1 % | 2 % | 2 % | |
| 6: KVL 6001-12000 (KM) | 10.9 | 6.6 | 7.4 | 5.5 | 3.2 | 2.6 | 1.0 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 0.2 | 0.2 | 40 |
| (%) | 27 % | 17 % | 19 % | 14 % | 8 % | 7 % | 3 % | 1 % | 2 % | 3 % | 1 % | 1 % | |
| 7: KVL>12000 (KM) | 1.4 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 0.5 | 0.8 | 0.7 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | | 7 |
| (%) | 21 % | 10 % | 10 % | 13 % | 7 % | 12 % | 10 % | 6 % | 4 % | 1 % | 3 % | | |
| Yht (KM) | 94 | 91 | 99 | 88 | 71 | 54 | 35 | 24 | 31 | 17 | 13 | 15 | 631 |
| (%) | 15 % | 14 % | 16 % | 14 % | 11 % | 9 % | 6 % | 4 % | 5 % | 3 % | 2 % | 2 % | |
| KARVO | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 2.5 | 2.8 | 3.2 | 3.7 | 4.9 | |

Taulukko 6B. IRI 3-5 vuotta rakenteen parantamisen jälkeen.

| KVL | Uusin IRI-arvo | | | | | | |
|---------------|----------------|------|--------|---------|----------|------------|------------|
| | Hav. Lkm | Ka | Minimi | Maksimi | Mediaani | 75 %-piste | 90 %-piste |
| 1: 1-200 | 1314 | 2.12 | 0.00 | 7.96 | 1.87 | 2.41 | 3.27 |
| 2: 201-350 | 1185 | 1.89 | 0.00 | 6.63 | 1.74 | 2.13 | 2.67 |
| 3: 351-1500 | 2072 | 1.83 | 0.00 | 7.86 | 1.67 | 2.06 | 2.66 |
| 4: 1501-3000 | 652 | 1.73 | 0.73 | 7.76 | 1.48 | 2.01 | 2.65 |
| 5: 3001-6000 | 625 | 1.57 | 0.62 | 7.51 | 1.34 | 1.80 | 2.49 |
| 6: 6001-12000 | 399 | 1.55 | 0.68 | 4.57 | 1.48 | 1.78 | 2.19 |
| 7: >12000 | 67 | 1.80 | 0.68 | 4.00 | 1.70 | 2.22 | 2.60 |

Suuntauksen parantaminen

Taulukoissa 7A ja 7B on esitetty IRI- muuttujan tilastolliset tunnusluvut eri KVL-luokissa. Taulukoiden perusteella voidaan todeta, että IRI:n keskiarvo ei muutu merkittävästi eri KVL-luokissa mutta samalla prosenttipisteet suurenevät hiukan. Havaintomäärät ovat melko pieniä ylemmällä osaverkolla (KVL >1500).

Taulukko 7A. IRI 3 – 5 vuotta suuntauksen parantamisen jälkeen. KVL-luokan %-osuus on lihavoitu kun osaverkon tiepituus on vähintään 40 km.

| | IRI | | | | | | | | | | | | Yht. |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------|
| | 1: <= 1.2 mm/m | 2: >1.2 - 1.4 mm/m | 3: >1.4 - 1.6 mm/m | 4: >1.6 - 1.8 mm/m | 5: >1.8 - 2.0 mm/m | 6: >2.0 - 2.2 mm/m | 7: >2.2 - 2.4 mm/m | 8: >2.4 - 2.6 mm/m | 9: >2.6 - 3.0 mm/m | 10: >3.0 - 3.4 mm/m | 11: >3.4 - 4.0 mm/m | 12: >4.0 - 0 mm/m | |
| 1: KVL 1-200 (KM) (%) | 1.9 5 % | 1.3 4 % | 3.7 10 % | 6.0 16 % | 5.5 15 % | 4.1 11 % | 3.5 10 % | 1.7 5 % | 3.0 8 % | 2.8 8 % | 1.0 3 % | 2.1 6 % | 37 |
| 2: KVL 201-350 (KM) (%) | 6.1 19 % | 6.0 19 % | 4.3 13 % | 4.0 12 % | 2.5 8 % | 2.1 7 % | 2.3 7 % | 1.3 4 % | 2.1 7 % | 0.8 2 % | 0.3 1 % | 0.3 1 % | 32 |
| 3: KVL 351-1500 (KM) (%) | 17.3 19 % | 14.3 15 % | 12.3 13 % | 11.8 13 % | 9.5 10 % | 7.0 8 % | 5.2 6 % | 4.2 5 % | 4.3 5 % | 3.4 4 % | 2.6 3 % | 1.4 2 % | 93 |
| 4: KVL 1501-3000 (KM) (%) | 0.6 8 % | 0.7 9 % | 0.8 11 % | 0.7 9 % | 1.1 15 % | 0.7 9 % | 0.4 5 % | 0.3 4 % | 0.6 8 % | 0.4 5 % | 0.7 9 % | 0.4 5 % | 7 |
| 5: KVL 3001-6000 (KM) (%) | 4.9 34 % | 3.0 21 % | 2.2 15 % | 1.1 8 % | 0.8 6 % | 0.5 3 % | 0.8 6 % | 0.2 1 % | 0.3 2 % | 0.4 3 % | 0.1 1 % | 0.2 1 % | 15 |
| 6: KVL 6001-12000 (KM) (%) | 3.2 36 % | 2.0 23 % | 1.5 17 % | 0.8 9 % | 0.5 6 % | 0.1 1 % | 0.4 5 % | 0.2 2 % | 0.1 1 % | | | | 9 |
| 7: KVL >12000 (KM) (%) | 0.1 6 % | 0.2 11 % | 0.2 11 % | 0.4 22 % | 0.1 6 % | 0.4 22 % | 0.1 6 % | | 0.1 6 % | | | 0.2 | 2 |
| Yht (KM) (%) | 34 18 % | 28 14 % | 25 13 % | 25 13 % | 20 10 % | 15 8 % | 13 7 % | 8 4 % | 11 5 % | 8 4 % | 5 2 % | 5 2 % | 195 |
| KARVO | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 2.5 | 2.8 | 3.2 | 3.7 | 5.2 | |

Taulukko 7B. IRI 3-5 vuotta suuntauksen parantamisen jälkeen.

| KVL | Uusin IRI-arvo | | | | | | |
|---------------|----------------|------|--------|---------|----------|------------|------------|
| | Hav. Lkm | Ka | Minimi | Maksimi | Mediaani | 75 %-piste | 90 %-piste |
| 1: 1-200 | 366 | 2.27 | 0.00 | 10.31 | 2.00 | 2.54 | 3.30 |
| 2: 201-350 | 321 | 1.74 | 0.00 | 5.63 | 1.57 | 2.06 | 2.63 |
| 3: 351-1500 | 933 | 1.82 | 0.00 | 9.40 | 1.65 | 2.12 | 2.85 |
| 4: 1501-3000 | 74 | 2.21 | 0.97 | 5.26 | 1.98 | 2.69 | 3.57 |
| 5: 3001-6000 | 145 | 1.56 | 0.82 | 6.31 | 1.35 | 1.74 | 2.36 |
| 6: 6001-12000 | 88 | 1.36 | 0.57 | 2.63 | 1.30 | 1.58 | 1.99 |
| 7: >12000 | 18 | 2.06 | 1.19 | 4.04 | 1.79 | 2.18 | 4.04 |

Uuden tien rakentaminen

Taulukoissa 8A ja 8B on esitetty IRI- muuttujan tilastolliset tunnusluvut eri KVL-luokissa. Taulukon perusteella IRI:n keskiarvossa ei ole merkittäviä eroja KVL-luokkien kesken. Havaintomäärät ovat melko pieniä.

Taulukko 8A. IRI 3 – 5 vuotta uuden tien rakentamisen jälkeen. KVL-luokan %-osuus on lihavoitu kun osaverkon tiepituus on vähintään 40 km.

| | IRI | | | | | | | | | | | | Yht. |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------|------|
| | 1: <= 1.2 mm/m | 2: >1.2 - 1.4 mm/m | 3: >1.4 - 1.6 mm/m | 4: >1.6 - 1.8 mm/m | 5: >1.8 - 2.0 mm/m | 6: >2.0 - 2.2 mm/m | 7: >2.2 - 2.4 mm/m | 8: >2.4 - 2.6 mm/m | 9: >2.6 - 3.0 mm/m | 10: >3.0 - 3.4 mm/m | 11: >3.4 - 4.0 mm/m | 12: >4.0 mm/m | |
| 1: KVL 1-200 (KM) (%) | 4.3 28 % | 3.1 20 % | 2.6 17 % | 1.5 10 % | 0.8 5 % | 0.6 4 % | 0.2 1 % | 0.4 3 % | 0.7 5 % | 0.3 2 % | 0.4 3 % | 0.6 4 % | 16 |
| 2: KVL 201-350 (KM) (%) | 0.7 14 % | 0.5 10 % | 0.5 10 % | 0.7 14 % | 0.2 4 % | 0.4 8 % | 0.7 14 % | | 0.6 12 % | 0.2 4 % | 0.2 4 % | 0.2 4 % | 5 |
| 3: KVL 351-1500 (KM) (%) | 8.3 20 % | 4.8 11 % | 5.8 14 % | 5.9 14 % | 4.2 10 % | 3.7 9 % | 3.2 8 % | 1.6 4 % | 2.1 5 % | 0.9 2 % | 0.7 2 % | 0.6 1 % | 42 |
| 4: KVL 1501-3000 (KM) (%) | 0.4 11 % | 0.5 13 % | 0.3 8 % | 0.6 16 % | 0.8 21 % | 0.5 13 % | 0.2 5 % | 0.2 5 % | 0.1 3 % | | | 0.2 5 % | 4 |
| 5: KVL 3001-6000 (KM) (%) | 20.0 49 % | 6.9 17 % | 4.3 10 % | 2.6 6 % | 2.2 5 % | 1.1 3 % | 1.0 2 % | 0.9 2 % | 0.9 2 % | 0.1 0 % | 0.8 2 % | 0.3 1 % | 41 |
| 6: KVL 6001-12000 (KM) (%) | 10.3 54 % | 2.8 15 % | 2.6 14 % | 1.2 6 % | 0.5 3 % | 0.5 3 % | 0.4 2 % | 0.1 1 % | 0.3 2 % | 0.1 1 % | | 0.1 0 | 19 |
| 7: KVL >12000 (KM) (%) | 27.4 47 % | 11.9 21 % | 7.5 13 % | 4.3 7 % | 2.8 5 % | 1.5 3 % | 0.6 1 % | 0.6 1 % | 0.6 1 % | 0.6 1 % | 0.2 0 % | | 58 |
| Yht (KM) (%) | 71 39 % | 31 17 % | 24 13 % | 17 9 % | 12 6 % | 8 5 % | 6 3 % | 4 2 % | 5 3 % | 2 1 % | 2 1 % | 2 1 % | 184 |
| KARVO | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 2.5 | 2.8 | 3.2 | 3.7 | 5.2 | |

Taulukko 8B. IRI 3-5 vuotta uuden tien rakentamisen jälkeen.

| KVL | Uusin IRI-arvo | | | | | | |
|---------------|----------------|------|--------|---------|----------|------------|------------|
| | Hav. Lkm | Ka | Minimi | Maksimi | Mediaani | 75 %-piste | 90 %-piste |
| 1: 1-200 | 155 | 1.69 | 0.00 | 5.21 | 1.42 | 1.83 | 2.87 |
| 2: 201-350 | 49 | 2.10 | 0.00 | 7.98 | 1.81 | 2.37 | 3.10 |
| 3: 351-1500 | 418 | 1.79 | 0.00 | 5.82 | 1.66 | 2.10 | 2.62 |
| 4: 1501-3000 | 38 | 1.94 | 1.03 | 5.48 | 1.82 | 2.15 | 2.54 |
| 5: 3001-6000 | 411 | 1.42 | 0.58 | 9.47 | 1.22 | 1.58 | 2.20 |
| 6: 6001-12000 | 189 | 1.29 | 0.70 | 4.20 | 1.16 | 1.50 | 1.84 |
| 7: >12000 | 580 | 1.34 | 0.72 | 3.54 | 1.22 | 1.52 | 1.87 |

Työmenetelmän vaikutus IRI-arvoon

Taulukossa 9 on esitetty IRI:n keskiarvot 3-5 vuotta toimenpiteen jälkeen liikennemääräluokittain sekä toimenpidettä edeltävä IRI:n ja vauriosumman keskiarvo. Taulukosta 9 voidaan havaita, että lähes aina IRI:n arvoa on onnistuttu parantamaan, mutta näyttää siltä, että toiset menetelmät soveltuvat paremmin alempiluokkaiselle tiestölle kuin korkeampiluokkaiselle.

Nämä taulukot 9 ja 10 koskevat kaikki teknisiä toimenpiteitä - eriteltynä niihin liittyvät päällystystyömenetelmät.

Taulukko 9. IRI:n keskiarvot 3-5 vuotta toimenpiteen jälkeen liikennemäärä- ja päällystysmenetelmäluokittain.

| Työmenetelmä | Toimenpidettä edeltävä vauriosumman keskiarvo | Toimenpidettä edeltävä IRI:n keskiarvo | <=200 | 200-350 | 351-1500 | 1501-3000 | 3001-6000 | 6001-12000 | >12000 | Kaikki yhteensä |
|--------------|---|--|-------|---------|----------|-----------|-----------|------------|--------|-----------------|
| KAR | 61.98 | 2.82 | 3.02 | 1.63 | 2.58 | | | | | 2.41 |
| LTA | 55.28 | 2.33 | 1.90 | 1.80 | 1.71 | 1.80 | 1.34 | 1.81 | 1.35 | 1.67 |
| MP | 62.11 | 2.68 | 2.88 | 1.79 | 1.92 | 2.03 | 2.52 | | 0.84 | 2.00 |
| MPK | 87.31 | 2.16 | | 2.13 | 1.62 | 1.81 | 1.61 | | | 1.79 |
| MPKJ | 0.00 | 1.29 | | | | 1.03 | 1.11 | 1.54 | | 1.23 |
| REM | 26.58 | 2.16 | | | 1.31 | 1.13 | | | | 1.22 |
| SIP | 23.65 | 3.47 | 3.77 | 3.86 | 3.36 | | | | | 3.66 |
| (tyhjä) | 101.80 | 2.90 | 2.02 | 2.00 | 1.69 | | | | | 1.90 |

Taulukossa 10 on esitetty myös toimenpidettä edeltävän IRI:n keskiarvo liikennemääräluokittain. Taulukon 10 perusteella voidaan tehdä samat päätelmät kuin taulukosta 9.

Taulukko 10. Uusimman ja toimenpidettä edeltäneen IRI:n keskiarvot 3 – 5 vuotta toimenpiteen jälkeen liikennemäärä- ja päällystysmenetelmäluokittain.

| Työmenetelmä | Uusin/toimenpidettä edeltänyt IRI | Toimenpidettä edeltänyt VS _n keskiarvo | <=200 | 200-350 | 351-1500 | 1501-3000 | 3001-6000 | 6001-12000 | >12000 | Keskiarvo |
|--------------|-----------------------------------|---|-------|---------|----------|-----------|-----------|------------|--------|-----------|
| ART | uusin IRI | | | | | | | 1.01 | | 1.01 |
| | edell IRI | | | | | | | 1.45 | | 1.45 |
| HJYR | uusin IRI | | | | | | | 0.75 | | 0.75 |
| | edell IRI | | | | | | | 1.18 | | 1.18 |
| KAR | uusin IRI | | 3.66 | 2.73 | 1.76 | 2.93 | 2.04 | | | 2.58 |
| | edell IRI | | | | 2.48 | 3.03 | 2.04 | | | 2.59 |
| LTA | uusin IRI | 46.68 | 2.03 | 1.85 | 1.83 | 1.56 | 1.56 | 1.54 | 1.88 | 1.84 |
| | edell IRI | 46.68 | 4.26 | 3.30 | 3.01 | 1.99 | 1.71 | 1.39 | 1.45 | 2.69 |
| MP | uusin IRI | 19.98 | 2.53 | 1.94 | 1.82 | 1.99 | 1.63 | 1.65 | 1.45 | 1.79 |
| | edell IRI | 19.98 | | 2.13 | 2.74 | 2.06 | 1.69 | 1.76 | 1.50 | 2.06 |
| MPK | uusin IRI | | | | 1.94 | 2.40 | | | | 1.62 |
| | edell IRI | | | | 2.65 | 2.46 | | 1.31 | | 1.90 |
| REM | uusin IRI | 13.89 | | | | | 1.37 | 1.46 | | 1.38 |
| | edell IRI | 13.89 | | | | | 1.49 | 0.95 | | 1.34 |
| SIP | uusin IRI | 27.50 | 3.83 | | 1.30 | | | | | 3.77 |
| | edell IRI | 27.50 | 5.62 | | | | | | | 5.62 |
| UREM | uusin IRI | | | | | | 2.54 | | | 2.54 |
| | edell IRI | | | | | | 3.05 | | | 3.05 |

2.2.3 Sivukaltevuus

2.2.3.1 Sivukaltevuuspoikkeamat

Palvelutasomittauksilla (PTM) tuotetaan regressiosivukaltevuutta ja kaarteisuuden parametreja sekä mittausaineiston la-serantureiden poikkileikkauskohtaisia mittausarvoja.

Sivukaltevuuden tavoitealgoritmin määrittelyssä on sovellettu nykyisiä tien geometrian suunnitteluohjeita sekä valmisteilla olevia geometrisen suunnittelun ohjeita (Tiehallinto, suuntauksen suunnittelu, Luonnos 2.6.2003).

Aineistoille on määriteltävä lisäkritterit ja säännöt, joiden avulla voidaan rajata se osa aineistosta, jota on mahdollista ja perusteltua luokitaa sivukaltevuudelle asetettujen tavoiterajojen mukaisesti.

Sivukaltevuustarkasteluissa tarvittaessa erilleen rajattavaksi osaksi mittausaineistoa määritettiin vaakageometrian muutoskohdat, joissa tien sivukaltevuus muuttuu joko kaksipuolisesta yksipuoliseksi tai päinvastoin tai yksipuolisesta yksipuoliseksi siten, että sivukaltevuuden etumerkki muuttuu. Näiden "muutoskohtien" sijainniksi vaakageometrian muutoskohdassa määritettiin ensimmäinen kaaren puoleinen tulostusväli.

Mittausaineistolle tehdyn suodatuksen ja kaarteisuustiedon kaarielementtien kynnyksarvon määrittämisperusteet on esitetty vaakageometrian loogisuustarkastelujen yhteydessä luvussa 3.4 (Tiehallinnon julkaisuja 40/2005). Kaarresäteen arvona tarkasteluissa on käytetty kolmen peräkkäisen 50 tieosuuden liukuvaa keskiarvoa

Sivukaltevuustarkasteluja varten vaakageometrian muutoskohdille määritettiin lisäksi säännöt yksittäistä muutoskohtaa laajemmille muutosalueille. Muutosalueet muodostettiin määrittämällä vaakageometrian muutoskohdan molemmin puolin tarvittava määrä tulostusvälejä muutoskohdiksi kunnes haluttu muutosalueen pituus saavutettiin. Muutoskohtien sijainti vaakageometrian muutoskohdassa määritettiin siten, että muutoskohtia lisättäessä parillinen muutoskohta lisättiin aina suora-elementin ja pariton muutoskohta aina kaari-elementin puolelle vaakageometrian muutoskohdasta katsoen.

Sivukaltevuuden tavoitealueen arvot on esitetty tien nopeusrajoituksen sekä tien vaakageometrialle tehdyn luokituksen mukaisesti taulukossa 11.

Taulukko 11. Sivukaltevuuden tavoitealgoritmin mukaiset tiukemmat sivukaltevuuden tavoitealueet.

| | | | R>0 | R<0 | R<0 |
|------------------|----------|------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | v (km/h) | R (m) | Sisäkaarre | Ulkokaarre | Ulkokaarre |
| | 50-70 | 1-179 | - 7 ... - 5 | + 5 ... + 7 | . |
| | 50-70 | 180-189 | - 6 ... - 4 | + 4 ... + 6 | . |
| | 50-70 | 190-199 | - 5 ... - 3 | + 3 ... + 5 | . |
| | 50-70 | 200-649 | - 4.5 ... - 2.5 | + 2.5 ... + 4.5 | . |
| | 50-70 | 650-10000 | - 4 ... - 2 | + 1.5 ... + 4 | - 4 ... - 1.5 |
| Suoran tien arvo | 50-70 | >10000 | - 4 ... - 2 | - 4 ... - 2 | - 4 ... - 2 |
| | 80 | 1-359 | - 7 ... - 5 | + 5 ... + 7 | . |
| | 80 | 360-389 | - 6 ... - 4 | + 4 ... + 6 | . |
| | 80 | 390-419 | - 5 ... - 3 | + 3 ... + 5 | . |
| | 80 | 420-1399 | - 4.5 ... - 2.5 | + 2.5 ... + 4.5 | . |
| | 80 | 1400-10000 | - 4 ... - 2 | + 1.5 ... + 4 | - 4 ... - 1.5 |
| Suoran tien arvo | 80 | >10000 | - 4 ... - 2 | - 4 ... - 2 | - 4 ... - 2 |
| | 100-120 | 1-649 | - 7 ... - 5 | + 5 ... + 7 | . |
| | 100-120 | 650-719 | - 6 ... - 4 | + 4 ... + 6 | . |
| | 100-120 | 720-799 | - 5 ... - 3 | + 3 ... + 5 | . |
| | 100-120 | 800-2599 | - 4.5 ... - 2.5 | + 2.5 ... + 4.5 | . |
| | 100-120 | 2600-10000 | - 4 ... - 2 | + 1.5 ... + 4 | - 4 ... - 1.5 |
| Suoran tien arvo | 100-120 | >10000 | - 4 ... - 2 | - 4 ... - 2 | - 4 ... - 2 |

Sivukaltevuuspoikkeamalla tarkoitetaan mitatun, suodatetun ja sivukaltevuuden tavoitealueen keskiluvun erotusta, mikäli regressiosivukaltevuus ylittää tai alittaa tavoitealueen keskiluvun (kts. yllä oleva taulukko). Muutosalueella (kaarteessa, suoralla, tms.) sallitaan mikä tahansa regressiosivukaltevuuden arvo ja siinä poikkeamaksi on merkitty aina 0.

2.2.3.2 Sivukaltevuuspoikkeama KVL- ja geometrialuokittain

Seuraavaksi esitetään tulostaulukko sivukaltevuuden poikkeamista tavoitealueen keskilukuun nähden. Tässä taulukossa on kaikki 4 teknistä toimenpidettä yhdessä.

Liitteessä 5 on esitetty vilkasliikenteisten teiden sivukaltevuuden poikkeamat erikseen suoralta osuudelta ja erilaisista kaarteista.

Taulukko 12. Tilastolliset tunnusluvut sivukaltevuuden poikkeamista eri KVL-luokissa (laskettu poikkeamien itseisarvoista).

| Tiepituus sivukaltevuuspoikkeamille Kaikki yhteensä | | Poikkeama tavoitealueen keskiluvusta | | | | | | | | | Yhteensä (ei muutoskohtia) | Muutosalueen pituus KM |
|---|----|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | | > 2 % yksikköä liian pieni | 1-2 % yksikköä liian pieni | 0.7 - 1 % yksikköä liian pieni | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian pieni | tavoitearvo +/- 0.5% yksikköä | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian suuri | 0.7 - 1 % yksikköä liian suuri | 1-2 % yksikköä liian suuri | > 2 % yksikköä liian suuri | | |
| KVLluokka | | | | | | | | | | | | |
| 1: <=200 | KM | 6.85 | 5.6 | 3.5 | 2.9 | 17 | 1.9 | 3.4 | 5.2 | 3.26 | 49.6 | 65.0 |
| | % | 13.8 % | 11.3 % | 7.1 % | 5.8 % | 34.3 % | 3.8 % | 6.9 % | 10.5 % | 6.6 % | | |
| 2: 200-350 | KM | 3.5 | 7.5 | 4.2 | 2.1 | 17.35 | 2.5 | 3.1 | 8.5 | 4.9 | 53.7 | 52.8 |
| | % | 6.5 % | 14.0 % | 7.8 % | 3.9 % | 32.3 % | 4.7 % | 5.8 % | 15.8 % | 9.1 % | | |
| 3: 351-1500 | KM | 16.69 | 22.4 | 12.37 | 12.87 | 67.46 | 9.07 | 8.22 | 10.5 | 6.7 | 166.3 | 163.6 |
| | % | 10.0 % | 13.5 % | 7.4 % | 7.7 % | 40.6 % | 5.5 % | 4.9 % | 6.3 % | 4.0 % | | |
| 4: 1501-3000 | KM | 2 | 4.49 | 3.9 | 2.5 | 42.53 | 5 | 6 | 8.18 | 2.38 | 77.0 | 44.3 |
| | % | 2.6 % | 5.8 % | 5.1 % | 3.2 % | 55.2 % | 6.5 % | 7.8 % | 10.6 % | 3.1 % | | |
| 5: 3001- 6000 | KM | 2.71 | 7.81 | 7.58 | 8.82 | 81.26 | 16.82 | 19.6 | 17.98 | 3.15 | 165.7 | 70.8 |
| | % | 1.6 % | 4.7 % | 4.6 % | 5.3 % | 49.0 % | 10.1 % | 11.8 % | 10.8 % | 1.9 % | | |
| 6: 6001-12000 | KM | 3.11 | 7.79 | 4.3 | 4.42 | 33.07 | 5.3 | 4.26 | 4.3 | 1.7 | 68.3 | 29.1 |
| | % | 4.6 % | 11.4 % | 6.3 % | 6.5 % | 48.5 % | 7.8 % | 6.2 % | 6.3 % | 2.5 % | | |
| 7: >12000 | KM | | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 17.97 | 5.78 | 5.04 | 4.4 | 6.1 | 40.2 | 13.6 |
| | % | | 0.5 % | 1.0 % | 0.7 % | 44.7 % | 14.4 % | 12.5 % | 10.9 % | 15.2 % | | |
| Yhteensä | KM | 34.86 | 55.79 | 36.25 | 33.91 | 276.64 | 46.37 | 49.62 | 59.06 | 28.19 | 620.7 | 439.3 |
| Yhteensä | % | 5.6 % | 9.0 % | 5.8 % | 5.5 % | 44.6 % | 7.5 % | 8.0 % | 9.5 % | 4.5 % | | |

Yllä olevasta taulukosta 12 nähdään, että kun KVL<=350, niin yhden prosenttiyksikön sisällä sivukaltevuuden poikkeamista tavoitealueen keskiluvusta on n. 50 – 57 prosenttia. Kun KVL kasvaa, yhden prosenttiyksikön poikkeaman sisällä tavoitealueen keskiluvusta on jo n. 66 – 80 %. Tulos on merkittävä.

Kevyt parantaminen

Taulukossa 13 esitetään sivukaltevuuden poikkeamien pituus ja prosentuaalinen osuus poikkeamaluokittain tavoitealueen keskilukuun verrattuna. Kun KVL on alle 350 niin yhden prosenttiyksikön sisällä sivukaltevuuden poikkeamista tavoitealueen keskiluvusta, on n. 55 – 60 prosenttia. Ylemmällä verkolla prosenttiosuudet yhden sivukaltevuuden keskiluvun poikkeamista kasvavat n. 70 – 80 prosentin välille.

Liitteen 5 mukaan tämän suppean otoksen vilkasliikenteisillä teillä sivukaltevuuden virheitä on eniten loivissa ulkokaarteissa. Ne ovat usein liian jyrkkiä.

Taulukko 13. Sivukaltevuuden poikkeamien tilastolliset tunnusluvut eri KVL-luokissa (laskettu poikkeamien itseisarvoista).

| Tiepitäus sivukaltevuuspoikkeamille Kevyt RP | Poikkeama tavoitealueen keskiluvusta | | | | | | | | | Yhteensä (ei muutoskohtia) | Muutosalueen pituus KM | |
|--|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------|
| | > 2 % yksikköä liian pieni | 1-2 % yksikköä liian pieni | 0.7 - 1 % yksikköä liian pieni | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian pieni | tavoitearvo +/- 0.5% yksikköä | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian suuri | 0.7 - 1 % yksikköä liian suuri | 1-2 % yksikköä liian suuri | > 2 % yksikköä liian suuri | | | |
| KVLUokka | | | | | | | | | | | | |
| 1: <=200 | KM | 3.86 | 3.5 | 2.3 | 1.9 | 7.9 | 0.9 | 1.8 | 2.4 | 1.86 | | |
| | % | 14.6 % | 13.2 % | 8.7 % | 7.2 % | 29.9 % | 3.4 % | 6.8 % | 9.1 % | 7.0 % | | |
| 2: 200-350 | KM | 1.5 | 4.2 | 2.6 | 1.1 | 11.1 | 1.5 | 1.3 | 3.5 | 1.3 | | |
| | % | 5.3 % | 14.9 % | 9.3 % | 3.9 % | 39.5 % | 5.3 % | 4.6 % | 12.5 % | 4.6 % | 28.1 | 21.8 |
| 3: 351-1500 | KM | 9.66 | 13.9 | 7.97 | 8.27 | 37.23 | 4.27 | 4.09 | 5.4 | 3.79 | | |
| | % | 10.2 % | 14.7 % | 8.4 % | 8.7 % | 39.4 % | 4.5 % | 4.3 % | 5.7 % | 4.0 % | 94.6 | 92.4 |
| 4: 1501-3000 | KM | 0.1 | 1.1 | 1.3 | 0.3 | 5.2 | 0.5 | 0.7 | 0.3 | 0.8 | | |
| | % | 1.0 % | 10.7 % | 12.6 % | 2.9 % | 50.5 % | 4.9 % | 6.8 % | 2.9 % | 7.8 % | 10.3 | 5.5 |
| 5: 3001- 6000 | KM | 1 | 1.2 | 1.2 | 1 | 20.1 | 4.4 | 3.6 | 4.2 | 1.3 | | |
| | % | 2.6 % | 3.2 % | 3.2 % | 2.6 % | 52.9 % | 11.6 % | 9.5 % | 11.1 % | 3.4 % | 38.0 | 19.7 |
| 6: 6001-12000 | KM | | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | | 0.1 | | | | |
| | % | | | 20.0 % | 20.0 % | 40.0 % | | 20.0 % | | | 0.5 | 2.9 |
| 7: >12000 | KM | | | | | 0.49 | 0.59 | | | 0.5 | | |
| | % | | | | | 31.0 % | 37.3 % | | | 31.6 % | 1.6 | 0.4 |
| Yhteensä | KM | 16.12 | 23.9 | 15.47 | 12.67 | 82.22 | 12.16 | 11.59 | 15.8 | 9.55 | 199.5 | 177.8 |
| | % | 8.1 % | 12.0 % | 7.8 % | 6.4 % | 41.2 % | 6.1 % | 5.8 % | 7.9 % | 4.8 % | | |

Rakenteen parantaminen

Taulukossa 14 esitetään sivukaltevuuden poikkeamien pituus ja prosentuaalinen osuus poikkeamaluokittain tavoitealueen keskilukuun verrattuna. Kun KVL on alle 350 niin yhden prosenttiyksikön sisällä sivukaltevuuden poikkeamista tavoitealueen keskiluvusta, on n. 45 – 50 prosenttia. Ylemmällä verkolla prosenttiosuudet yhden sivukaltevuuden keskiluvun poikkeamista kasvavat n. 80 prosentin paikkeille.

Liitteen 5 mukaan tämän suppean otoksen vilkasliikenteisillä teillä sivukaltevuuden virheitä on eniten loivissa ulkokaarteissa ja jyrkissä sisäkaarteissa. Ne ovat useimmiten liian loivia.

Taulukko 14. Sivukaltevuuden poikkeamien tilastolliset tunnusluvut eri KVL-luokissa (laskettu poikkeamien itseisarvoista).

| Tiepituus sivukaltevuuspoikkeamille Raskas RP | Poikkeama tavoitealueen keskiluvusta | | | | | | | | | | Yhteensä (ei muutoskohtia) | Muutosalueen pituus KM |
|---|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|
| | > 2 % yksikköä liian pieni | 1-2 % yksikköä liian pieni | 0,7 - 1 % yksikköä liian pieni | 0,5 - 0,7 % yksikköä liian pieni | tavoitearvo +/- 0,5% yksikköä | 0,5 - 0,7 % yksikköä liian suuri | 0,7 - 1 % yksikköä liian suuri | 1-2 % yksikköä liian suuri | > 2 % yksikköä liian suuri | | | |
| KVLluokka | | | | | | | | | | | | |
| 1: <=200 KM | 2.7 | 1.3 | 0.8 | 0.4 | 3.5 | 0.6 | 0.3 | 1.5 | 0.8 | | 11.9 | 16.4 |
| % | 22.7 % | 10.9 % | 6.7 % | 3.4 % | 29.4 % | 5.0 % | 2.5 % | 12.6 % | 6.7 % | | | |
| 2: 200-350 KM | 1.4 | 2.9 | 1.6 | 1 | 5.95 | 1 | 1.4 | 4.6 | 2.1 | | 22.0 | 25.5 |
| % | 6.4 % | 13.2 % | 7.3 % | 4.6 % | 27.1 % | 4.6 % | 6.4 % | 21.0 % | 9.6 % | | | |
| 3: 351-1500 KM | 2.1 | 3.2 | 3 | 3.3 | 25.39 | 3.4 | 3 | 3 | 1.81 | | 48.2 | 36.1 |
| % | 4.4 % | 6.6 % | 6.2 % | 6.8 % | 52.7 % | 7.1 % | 6.2 % | 6.2 % | 3.8 % | | | |
| 4: 1501-3000 KM | 0.9 | 2.39 | 1.8 | 1.5 | 34.99 | 4 | 4.8 | 6.2 | 1.18 | | 57.8 | 32.8 |
| % | 1.6 % | 4.1 % | 3.1 % | 2.6 % | 60.6 % | 6.9 % | 8.3 % | 10.7 % | 2.0 % | | | |
| 5: 3001- 6000 KM | 0.95 | 5.51 | 5 | 4.86 | 33.73 | 5.22 | 7 | 6.9 | 1.25 | | 70.4 | 28.6 |
| % | 1.3 % | 7.8 % | 7.1 % | 6.9 % | 47.9 % | 7.4 % | 9.9 % | 9.8 % | 1.8 % | | | |
| 6: 6001-12000 KM | 2.61 | 4.26 | 1.7 | 2.02 | 17.06 | 2.1 | 2.16 | 2.8 | 0.9 | | 35.6 | 12.6 |
| % | 7.3 % | 12.0 % | 4.8 % | 5.7 % | 47.9 % | 5.9 % | 6.1 % | 7.9 % | 2.5 % | | | |
| 7: >12000 KM | | | | | 0.57 | 0.3 | 0.07 | 0.1 | | | 1.0 | 0.9 |
| % | | | | | 54.8 % | 28.8 % | 6.7 % | 9.6 % | | | | |
| Yhteensä KM | 10.66 | 19.56 | 13.9 | 13.08 | 121.19 | 16.62 | 18.73 | 25.1 | 8.04 | | 246.9 | 152.8 |
| Yhteensä % | 4.3 % | 7.9 % | 5.6 % | 5.3 % | 49.1 % | 6.7 % | 7.6 % | 10.2 % | 3.3 % | | | |

Suuntauksen parantaminen

Taulukossa 15 esitetään sivukaltevuuden poikkeamien pituus ja prosentuaalinen osuus poikkeamaluokittain tavoitealueen keskilukuun verrattuna. Kun KVL on alle 3000 niin yhden prosenttiyksikön sisällä sivukaltevuuden poikkeamista tavoitealueen keskiluvusta, on n. 40 prosenttia. Ylemmällä verkolla prosentiosuudet yhden sivukaltevuuden keskiluvun poikkeamista kasvavat n. 90 prosentin paikkeille.

Taulukko 15. Sivukaltevuuden poikkeamien tilastolliset tunnusluvut eri KVL-luokissa (laskettu poikkeamien itseisarvoista).

| Tiepituus sivukaltevuuspoikkeamille Suuntauksen parantaminen | Poikkeama tavoitealueen keskiluvusta | | | | | | | | | Yhteensä (ei muutoskohtia) | Muutosalueen pituus KM |
|--|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | > 2 % yksikköä liian pieni | 1-2 % yksikköä liian pieni | 0,7 - 1 % yksikköä liian pieni | 0,5 - 0,7 % yksikköä liian pieni | tavoitearvo +/- 0,5% yksikköä | 0,5 - 0,7 % yksikköä liian suuri | 0,7 - 1 % yksikköä liian suuri | 1-2 % yksikköä liian suuri | > 2 % yksikköä liian suuri | | |
| KVLluokka | | | | | | | | | | | |
| 1: <=200 KM | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 2.3 | 8.5 |
| % | 13.0 % | 26.1 % | 8.7 % | 4.3 % | 21.7 % | | 4.3 % | 8.7 % | 13.0 % | | |
| 2: 200-350 KM | 0.4 | 0.3 | | | | | | | 1.4 | 2.1 | 2.9 |
| % | 19.0 % | 14.3 % | | | | | | | 66.7 % | | |
| 3: 351-1500 KM | 1.03 | 1.4 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.1 | 0.53 | 0.6 | 0.1 | 5.4 | 6.9 |
| % | 19.2 % | 26.1 % | 11.2 % | 7.5 % | 11.2 % | 1.9 % | 9.9 % | 11.2 % | 1.9 % | | |
| 4: 1501-3000 KM | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 1.34 | 0.3 | | 0.58 | 0.4 | 4.9 | 2.4 |
| % | 14.2 % | 10.2 % | 12.2 % | 10.2 % | 27.2 % | 6.1 % | | 11.8 % | 8.1 % | | |
| 5: 3001 - 6000 KM | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 1.6 | 8.4 | 0.5 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | 12.3 | 3.9 |
| % | 1.6 % | 1.6 % | 1.6 % | 13.0 % | 68.3 % | 4.1 % | 5.7 % | 3.3 % | 0.8 % | | |
| 6: 6001-12000 KM | | | 0.1 | 0.3 | 4.3 | 1.5 | 1.2 | 0.2 | 0.1 | 7.7 | 3.0 |
| % | | | 1.3 % | 3.9 % | 55.8 % | 19.5 % | 15.6 % | 2.6 % | 1.3 % | | |
| 7: >12000 KM | | | | | 0.1 | 0.1 | | | | 0.2 | 0.6 |
| % | | | | | 50.0 % | 50.0 % | | | | | |
| Yhteensä KM | 2.63 | 3 | 1.7 | 2.9 | 15.24 | 2.5 | 2.53 | 1.98 | 2.4 | 34.9 | 28.2 |
| Yhteensä % | 7.5 % | 8.6 % | 4.9 % | 8.3 % | 43.7 % | 7.2 % | 7.3 % | 5.7 % | 6.9 % | | |

Uuden tien rakentaminen

Taulukossa 16 esitetään sivukaltevuuden poikkeamien pituus ja prosentuaalinen osuus poikkeamaluokittain tavoitealueen keskilukuun verrattuna. Kun KVL on alle 3000 niin yhden prosenttiyksikön sisällä sivukaltevuuden poikkeamista tavoitealueen keskiluvusta, on n. 50 prosenttia. Ylemmällä verkolla prosenttiosuudet yhden sivukaltevuuden keskiluvun poikkeamista kasvavat n. 80 prosentin paikkeille.

Liitteen 5 mukaan tämän suppean otoksen vilkasliikenteisillä teillä sivukaltevuuden virheitä on eniten loivissa ja jyrkissä ulkokaarteissa. Ne ovat usein liian jyrkkiä.

Taulukko 16. Sivukaltevuuden poikkeamien tilastolliset tunnusluvut eri KVL-luokissa (laskettu poikkeamien itseisarvoista).

| Tiepituus sivukaltevuuspoikkeamille Uusi tie | Poikkeama tavoitealueen keskiluvusta | | | | | | | | | Yhteensä (ei muutoskohtia) | Muutosalueen pituus KM |
|--|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | > 2 % yksikköä liian pieni | 1-2 % yksikköä liian pieni | 0.7 - 1 % yksikköä liian pieni | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian pieni | tavoitearvo +/- 0.5 % yksikköä | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian suuri | 0.7 - 1 % yksikköä liian suuri | 1-2 % yksikköä liian suuri | > 2 % yksikköä liian suuri | | |
| KVLUokka | | | | | | | | | | | |
| 1: <=200 KM | | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 5.1 | 0.4 | 1.2 | 1.1 | 0.3 | 9.0 | 4.9 |
| % | | 2.2 % | 2.2 % | 5.6 % | 56.7 % | 4.4 % | 13.3 % | 12.2 % | 3.3 % | | |
| 2: 200-350 KM | 0.2 | 0.1 | | | 0.3 | | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 1.5 | 2.7 |
| % | 13.3 % | 6.7 % | | | 20.0 % | | 26.7 % | 26.7 % | 6.7 % | | |
| 3: 351-1500 KM | 3.9 | 3.9 | 0.8 | 0.9 | 4.24 | 1.3 | 0.6 | 1.5 | 1 | 18.1 | 28.3 |
| % | 21.5 % | 21.5 % | 4.4 % | 5.0 % | 23.4 % | 7.2 % | 3.3 % | 8.3 % | 5.5 % | | |
| 4: 1501-3000 KM | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 1 | 0.2 | 0.5 | 1.1 | | 4.0 | 3.6 |
| % | 7.5 % | 12.5 % | 5.0 % | 5.0 % | 25.0 % | 5.0 % | 12.5 % | 27.5 % | | | |
| 5: 3001- 6000 KM | 0.56 | 0.9 | 1.19 | 1.36 | 19.03 | 6.7 | 8.3 | 6.48 | 0.5 | 45.0 | 18.6 |
| % | 1.2 % | 2.0 % | 2.6 % | 3.0 % | 42.3 % | 14.9 % | 18.4 % | 14.4 % | 1.1 % | | |
| 6: 6001-12000 KM | 0.5 | 3.53 | 2.4 | 2 | 11.52 | 1.7 | 0.8 | 1.3 | 0.7 | 24.5 | 10.7 |
| % | 2.0 % | 14.4 % | 9.8 % | 8.2 % | 47.1 % | 7.0 % | 3.3 % | 5.3 % | 2.9 % | | |
| 7: >12000 KM | | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 16.82 | 4.8 | 4.97 | 4.3 | 5.6 | 37.4 | 11.7 |
| % | | 0.5 % | 1.1 % | 0.8 % | 45.0 % | 12.8 % | 13.3 % | 11.5 % | 15.0 % | | |
| Yhteensä KM | 5.46 | 9.33 | 5.19 | 5.26 | 58.01 | 15.1 | 16.77 | 16.18 | 8.2 | 139.5 | 80.5 |
| Yhteensä % | 3.9 % | 6.7 % | 3.7 % | 3.8 % | 41.6 % | 10.8 % | 12.0 % | 11.6 % | 5.9 % | | |

Sivukaltevuuspoikkeamille sivukaltevuuden tavoitevälin keskiluvusta on tuotettu taulukkosarja liitteessä 5. Siellä riviluokittelijana on geometria: suora, loiva kaarre ja jyrkkä kaarre. Poikkeamat luokitellaan kuten edellisessä luvussa 2.2.3.1.

3 LAADUN VAIHTELU HANKKEEN SISÄLLÄ

3.1 Graafinen tarkastelu

Graafisessa tarkastelussa hankkeiden IRI-, URA- ja sivukaltevuus- arvot esitetään koordinaatistossa, jossa x- akselilla on hankkeen pituus hankkeen alusta ja y- akselilla kyseisen muuttujan arvo. Muuttujan selittäjiin lisätään selitteeksi toimenpiteen työmenetelmä. Lisäksi esitetään toimenpidettä edeltävä muuttujan arvo omana kuvaajanaan. Kuvassa näkyy enintään 2 km tie- rekisteriin merkityn teknisen toimenpiteen alusta.

Kuvista nähdään, miten peräkkäisten 100-metrinen keskimääräinen laatu vaihtelee. Aineistossa ei ole 10-metrinen laatua.

Sivukaltevuustarkastelussa esitetään myös sivukaltevuuden raja-arvot, joiden määrittäminen on kuvattu kohdassa 2.2..

3.2 Graafisen tarkastelun tulokset

3.2.1 URA ja IRI

Ura- ja IRI- arvoja tarkasteltiin 100 metrin aineistolla graafisina kuvaajina eriteltynä hankkeisiin. Molemmat tarkastelut tehtiin erikseen ikäluokittain mittausiän perusteella jaoteltuna 3, 4 ja 5 vuotiaisiin hankkeisiin.

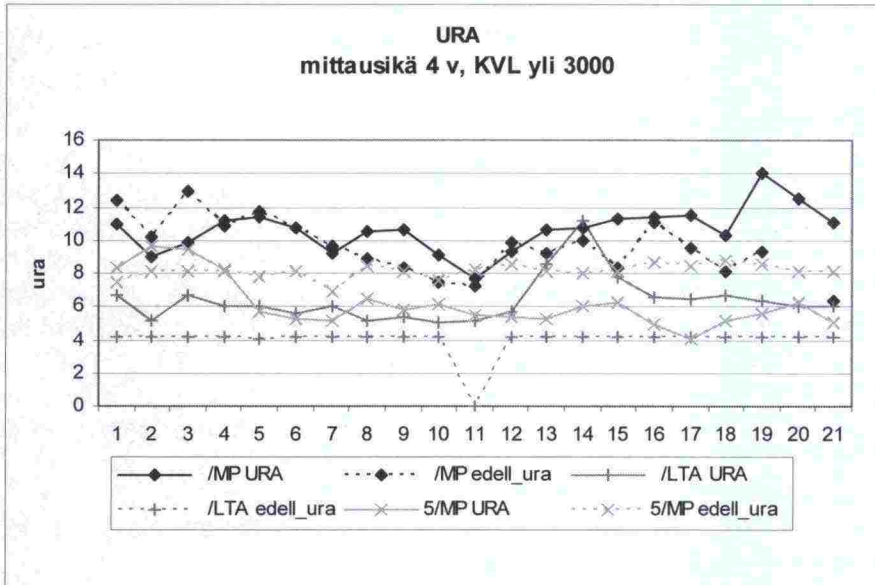
Kuvaajiin on piirretty toimenpiteen jälkeinen ura- tai IRI-arvo, toimenpidettä edeltävä vastaava arvo ja hankkeen selitteeseen lisättiin vauriosumman keskiarvo sekä päällystysmenetelmä, jos kyseiset tiedot löytyivät. x- akselilla on esitetty 100-metrinen etäisyys hankkeen alusta (yksikkö on x*100m).

Kuvassa 1 ja 2 on esitetty ura- arvot ennen ja jälkeen rakenteen raskaan parantamisen. Toimenpidettä edeltänyt ura-arvo on esitetty samalla värillä kuin toimenpiteen jälkeinen ura, mutta katkoviivalla. Selityksissä on käytetty samaa hankenumeroa, joka ei ole sama kuin tiennumero. LTA tarkoittaa, että edellinen päällystystoimenpide on laatta.

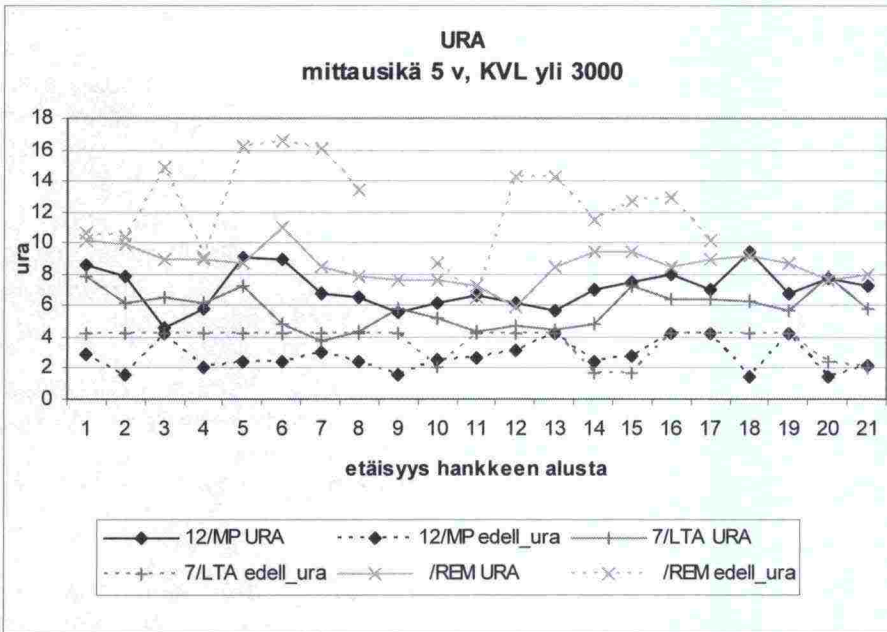
Parantamisen jälkeen urasyvyys on pienempi, mikä johtuu ainakin osittain siitä, että ennen parantamista mitattu ura on seurausta pitkäaikaisemmasta liikenne-rasituksesta. Parantamisen jälkeen uraisin kohta ei ole välttämättä sama kuin ennen parantamista.

Lisää kuvia on liitteessä 1.

Uran syvyys ennen toimenpidettä on keskimäärin 8 mm ja toimenpiteen jälkeen välillä 2-4 mm kolme vuotta vanhoilla hankkeilla. Viisi vuotta vanhoilla hankkeilla uran syvyys toimenpiteen jälkeen vaihtelee enemmän välillä 2-8 mm ja toimenpidettä ennen välillä 8-12 mm.

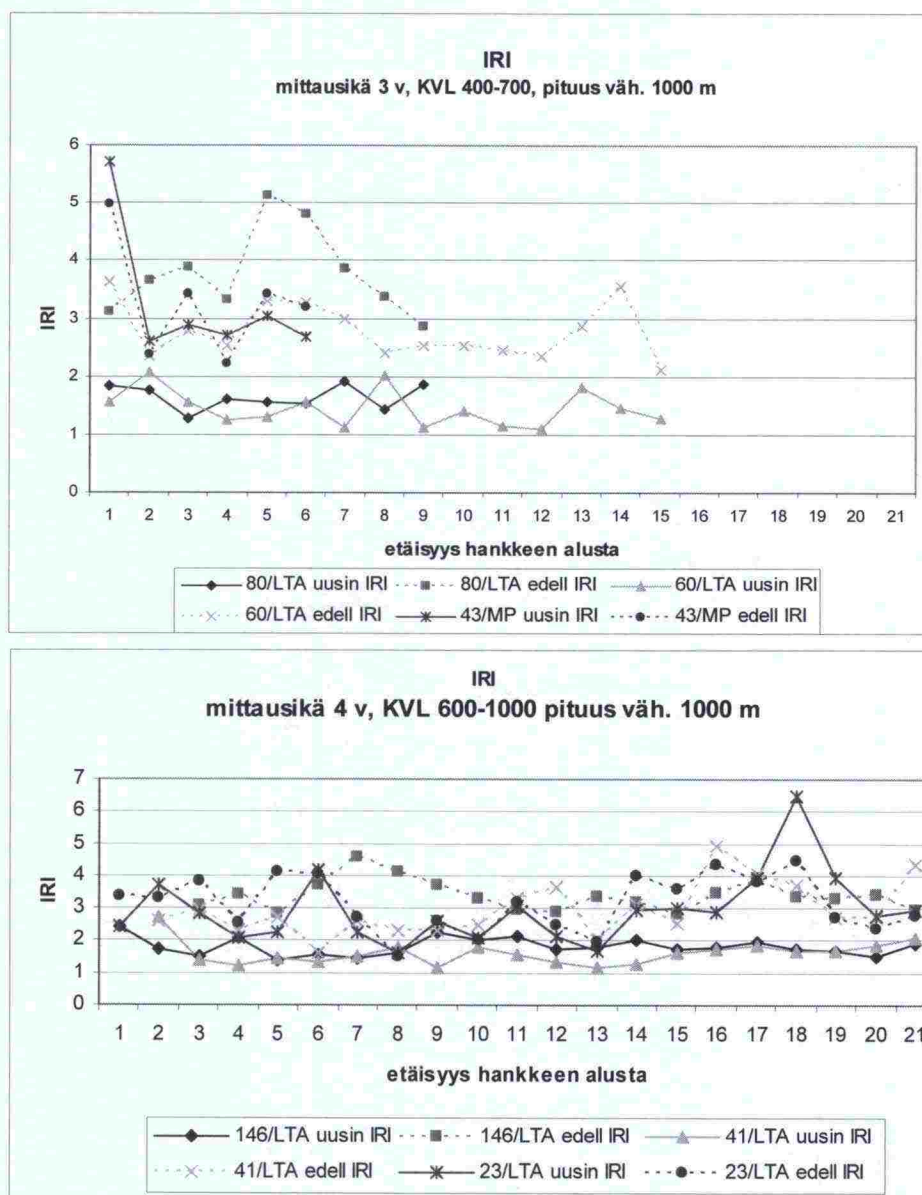


Kuva 1. Urasyvyyden keskiarvo peräkkäisillä 100-metrisillä esimerkkikohteissa 4 vuotta rakenteen raskaan parantamisen jälkeen.



Kuva 2. Urasyvyyden keskiarvo peräkkäisillä 100-metrisillä esimerkkikohteissa 5 vuotta rakenteen raskaan parantamisen jälkeen, sekä katkoviivalla ennen parantamista.

Kuvassa 3 on esitetty hankkeiden IRI- arvot ennen ja jälkeen rakenteen ras- kaan parantamisen. Ennen toimenpidettä IRI- arvot vaihtelevat pääosin välil- lä 2-4 mm/m ja toimenpiteen jälkeen 1-2 mm/m. Toisin sanoen toimenpiteellä on voitu parantaa pituussuuntaista epätasaisuutta IRI:ä.



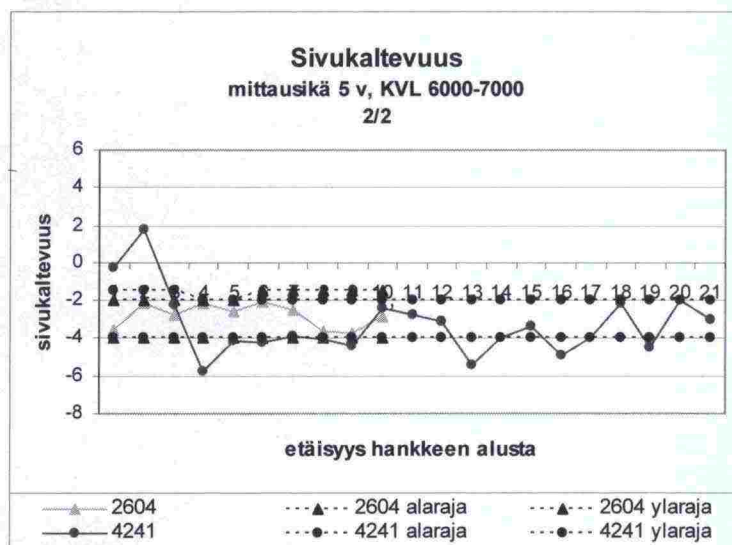
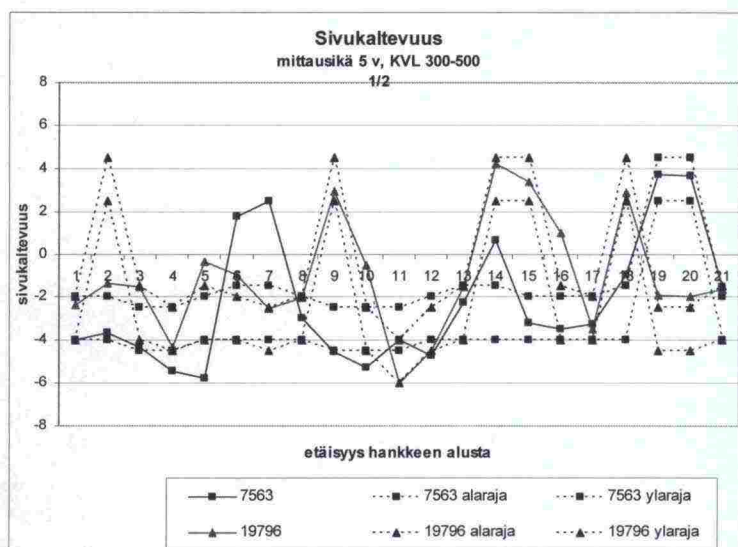
Kuva 3. IRI:n keskiarvo peräkkäisillä 100-metrisillä esimerkki-kohteissa 3-4 vuotta rakenteen parantamisen jälkeen, sekä katkoviivalla ennen rakenteen parantamista.

Kuvista nähdään, että rakenteen parantamisen tai uudelleen-päällystyksen jälkeen huonoin 100-metrinen on usein sama kuin ennen toimenpidettä. Keskimääräinen IRI paranee toimenpiteen ansiosta. Osa paranemisesta joh- tuu siitä, että en-nen parantamista mitattu IRI voi olla seurausta pitkäaikai- semmasta liikenneerasituksesta ennen mittausta.

Liitteissä 5-6 on esitetty lisää uuden tien rakentamista ja suuntauksen parantamista koskevia kuvia, joista nähdään, että hankkeiden sisällä ura- arvot kasvavat noin 2 mm mittausiän kasvaessa 3:sta 5:een vuotta. Vastaava havainto voidaan tehdä myös rakenteen parantamisen ja kevyen rakenteen parantamisen kuvista.

3.2.2 Sivukaltevuus

Kuvassa 4 on esitetty sivukaltevuuden mitatut arvot ja vastaavat raja-arvot. Raja-arvot on laskettu Tiehallinnon julkaisussa 40/2005 määritellyillä algoritmeilla. Kuvasta havaitaan, että mitattu sivukaltevuus pysyy pääosin lasketujen raja-arvojen sisällä.



Kuva 4. Sivukaltevuuspoikkeama peräkkäisillä 100-metrisillä esimerkkikohteissa 5 vuotta rakenteen raskaan parantamisen jälkeen, sekä katkoviivalla tavoitealue (tavoitearvo + 1 %-yksikkö).

Muut sivukaltevuuskuvaajat on esitetty liitteessä 1-4. Osa poikkeamista johtuu siitä, että tavoitesivukaltevuuden laskenta-algoritmi ei noudata tarkasti suunnitteluohjetta, vaan tie on jaettu keinotekoisesti 50 m osuuksiin. Oikeasti tavoitearvona pitäisi olla suunnitelmaan merkitty sivukaltevuus, mutta sitä ei ollut tässä käytettävissä.

Taulukossa 17 on esitetty graafisessa tarkastelussa käytetyn sivukaltevuusaineiston poikkeamien määrät tieluokittain.

Taulukko 17. Sivukaltevuuden poikkeamien määrät eri KVL-luokissa (laskettu poikkeamien itseisarvoista).

| Tieluokka V | TEKN_TP | Mittausikä | | | Kaikki yhteensä |
|-----------------|---------|------------|-------|------|-----------------|
| | | 3 | 4 | 5 | |
| V1 | 1 | 0.3 | 0.85 | 2.6 | 3.75 |
| | 2 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 |
| | 3 | | 0.5 | 1 | 1.5 |
| V2 | 1 | 7.55 | 16.15 | 1.1 | 24.8 |
| | 2 | 0.05 | 0.9 | 0.35 | 1.3 |
| | 3 | 4.6 | 3.8 | 4.75 | 13.15 |
| | 4 | 4.3 | 0.7 | 3.6 | 8.6 |
| V3 | 1 | 0.25 | 0.6 | 0.95 | 1.8 |
| | 2 | 0.2 | 0.05 | 2.5 | 2.75 |
| | 3 | 0.25 | 1.2 | 1.3 | 2.75 |
| | 4 | 0.2 | 1.4 | 2 | 3.6 |
| V4 | 1 | 2.3 | 0.2 | 2.6 | 5.1 |
| | 2 | 0.3 | 1.25 | 3 | 4.55 |
| | 3 | 8.6 | 3.35 | 3.6 | 15.55 |
| | 4 | 1.55 | 2.05 | 1.45 | 5.05 |
| V5 | 1 | 0.3 | 0.1 | 0 | 0.4 |
| | 2 | 1.2 | 2.75 | 0.25 | 4.2 |
| | 3 | 0.9 | 7 | 5.45 | 13.35 |
| | 4 | 0.95 | 1.95 | 4.3 | 7.2 |
| Kaikki yhteensä | | 33.8 | 45.3 | 40.8 | 119.9 |

4 TASAISUUDEN ENNUSTAMINEN KUNNOSTUKSESSA

4.1 Additiivisen mallin muodostaminen IRI:lle

Käytetty additiivinen malli eli sakkomalli (yleistetty lineaarinen malli) on erinomainen käytettävyydeltään, koska esimerkiksi selittäjien jakaumaoletuksia ei juuri ole: selittäjä voi olla jatkuva tai luokiteltu.

Mikäli selittäjä on jatkuva, sen parametria tulkitaan kuten tavallisessa lineaarisessa regressiomallissa eli selittäjän yhden mittayksikön kasvattaminen kasvattaa selitettävän muuttujan Y keskimääräistä arvoa selittäjän kertoimen verran.

Jatkuvan selittäjän eksponentit voidaan ottaa huomioon erikseen, koska jokainen selittäjä X_i on toisistaan riippumaton, jolloin yksittäisen muuttujan oma eksponentti voidaan tutkia. Tässä työssä eksponentit on haettu Newton – Gauss optimoinnilla, jossa kunkin selittäjän eksponentti haettiin yhtälöstä $X_i = a \times IKA_i^{b}$, missä parametrit a ja b ovat tuntemattomat.

Tapauksessa, jossa selittäjä on luokitettu, additiivisen mallin selittäjän tulkinta menee seuraavasti: yksi luokkatasoista asetetaan niin sanotuksi nollatasoksi (vertailuluokka) johon muita luokkatasoja verrataan. Jokaiselle eri luokkatasolle lasketaan yksikäsitteinen vaikutus selitettävän muuttujan Y keskimääräiseen tasoon.

Selittäjien eksponentit

Sovitettiin Gauss-Newton menetelmällä yhtälöt $Y = a \times X_E^b$, missä

$$X_{iE} = \text{ennen toimenpidettä mitattu selittäjä } X_i$$

$$Y = \text{IRI:n lähtötaso tai IRI:n muutos.}$$

Eri selittäjiä, joiden eksponentit tutkitaan, voivat olla

- 0-4 vuotta ennen toimenpidettä mitattu IRI
- toimenpidettä edeltävän mittauksen ikä
- 0-4 vuotta ennen toimenpidettä lämpötilakorjattu D0-taipuma
- 0-4 vuotta ennen toimenpidettä mitattu vauriosumma.

Em. kaavoja on sovellettu sekä IRI:n lähtötaso että muutosmalleissa.

4.2 IRI muutosmallit 100-metrisille

Tässä pyritään ennustamaan, paljonko 100 m osuuden IRI paranee uudelleenpäällystyksen tai rakenteen parantamisen ansiosta, kun kyseisen 100 m osuuden aikaisempi tasaisuus ja toimenpiteen rankkuus tunnetaan. Saatujen mallien selitysaste on melko hyvä: 66-82 %. Tarkasteluissa kokeiltiin myös malleja, joissa oli mukana muitakin muuttujia: toimenpidettä edeltänyt taipuma, vauriosumma ja ikä, mutta ne eivät parantaneet selitysastetta merkittävästi.

$$\text{IRImuutos} = (IRI_J - IRI_E) \quad \text{kaava 2}$$

, missä IRI_J = 2 ... 5 vuotta toimenpiteen jälkeen mitattu IRI

IRI_E = 0 ... 4 vuotta ennen toimenpidettä mitattu IRI.

$IKÄ_E$ = RP-toimenpidettä edeltävän IRI-mittauksen ikä (edellisestä toimenpiteestä)

VS_E = vauriosumma, joka mitattu 0 ... 4 vuotta ennen RP-toimenpidettä

DO_E = taipuma DO, joka mitattu 0 ... 4 vuotta ennen RP-toimenpidettä.

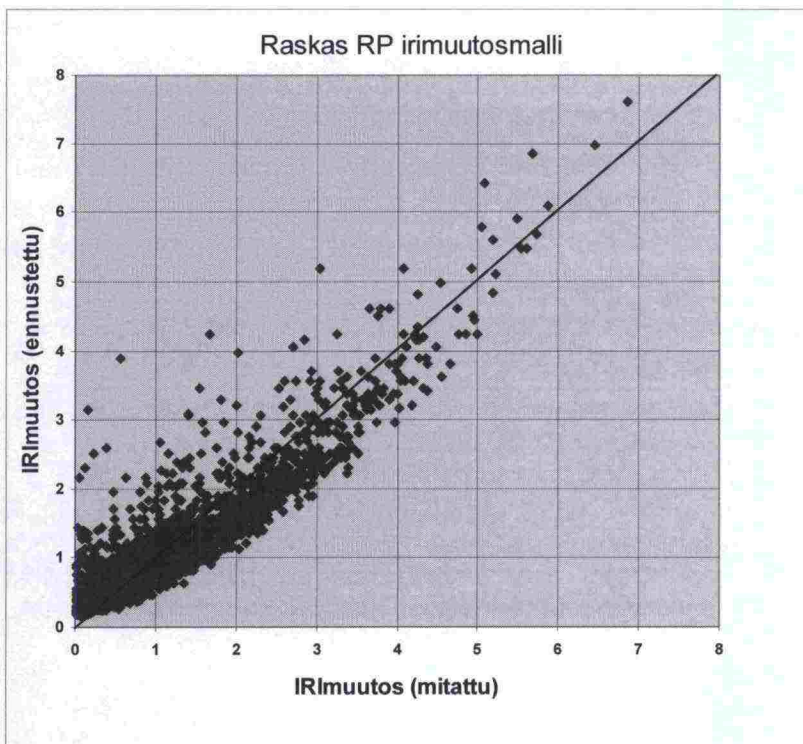
TPJMEN = PL-toimenpiteen työmenetelmä (LTA, MP, MPK, MPKJ, KAR, SIP,...).

Malleja laskettaessa käytettiin alun perin lähes kaikkia muuttujia, mutta lopullisessa mallissa on vain ne muuttujat, jotka selvästi paransivat selitysastetta. Lisäksi asetetaan ehdoksi, että toimenpidettä edeltänyt mittausikä on vähintään 3 vuotta eikä ennen mittausta ole tehty toimenpidettä kolmeen vuoteen.

Raskas RP muutosmalli 100-metrille

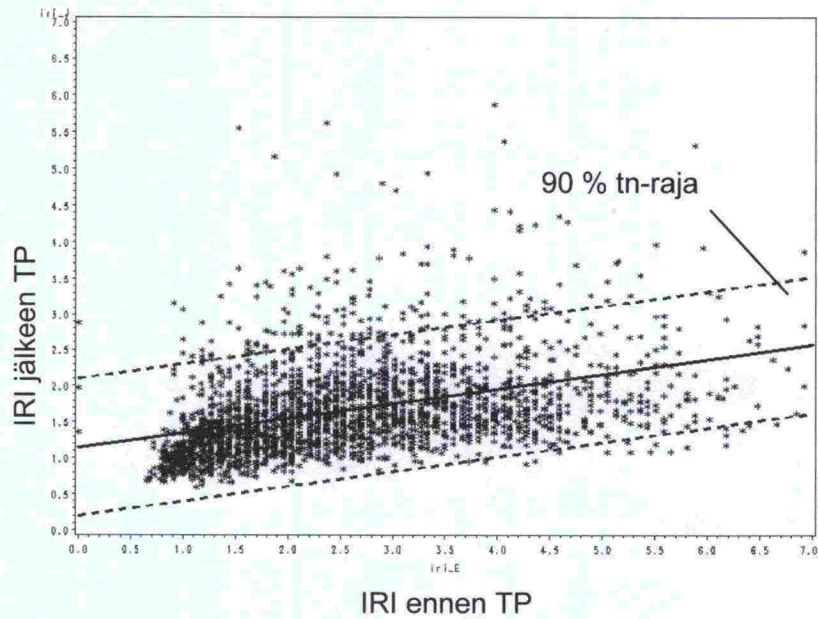
$$IRI_{muutos} = 0.073 + 0.157 \times IRI_E^{1.8}$$

Kuvasta 5 havaitaan, että raskaan toimenpiteen muutosmallilla voidaan kohtuullisen luotettavasti ennustaa IRI:n muutosta. Mallilla ennustettujen ja todellisten arvojen välinen korrelaatiokerroin on $R=0,91$. Havaintojen määrä on 2374 kpl 100-metrin mittauksia.



Kuva 5. Raskaan rakenteen parantamisen muutosmallilla ennustetun ja mitatun IRI:n riippuvuus.

Raskas RP ennen / jälkeen



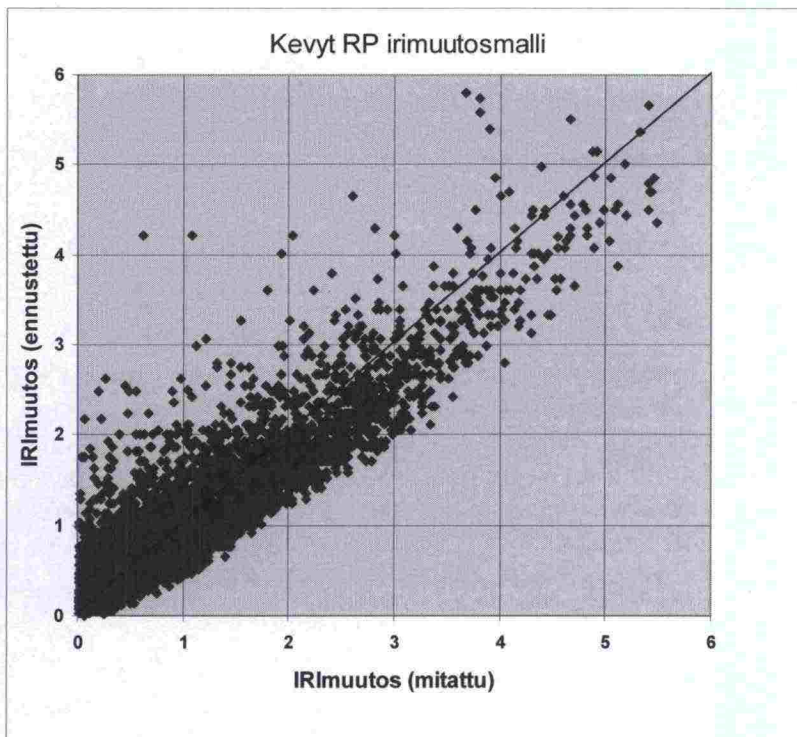
Kuva 6. Raskaan rakenteen parantamisen ennen ja jälkeen mitatut IRI-arvot.

Kuvan 6 mukaan IRI muuttuu toimenpiteen ansiosta kohtalaisen paljon. Mallin sovellusalue on välillä 1 – 6 mm/m. Kuvassa on esitetty myös regressiosuoran 90 % todennäköisyysrajat.

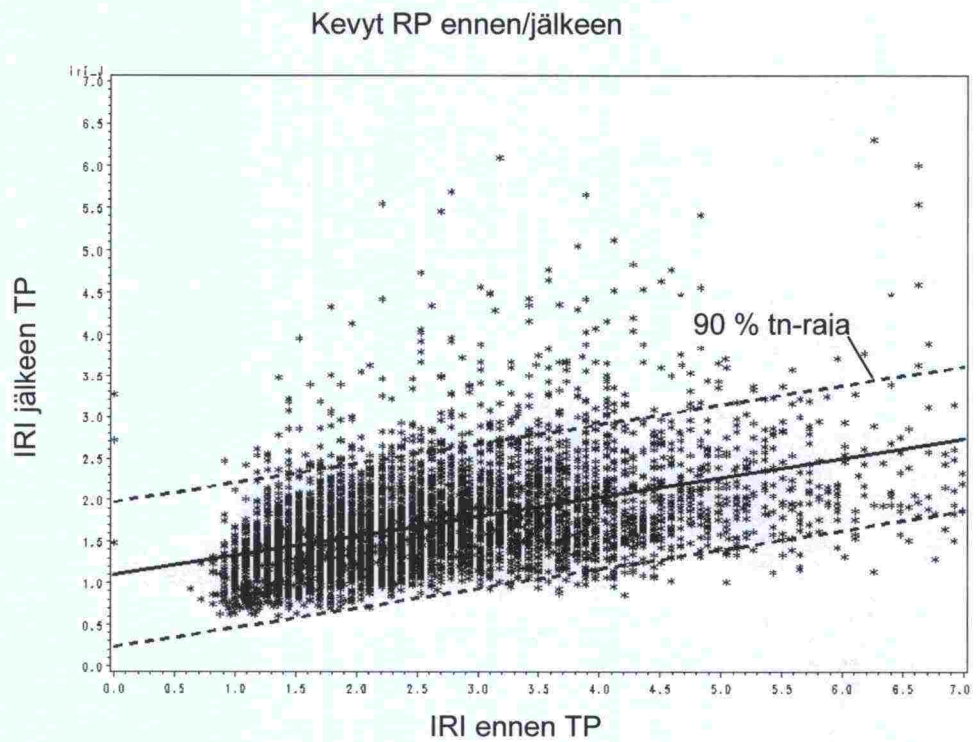
Kevyt RP muutosmalli 100-metrisille

IRI_ muutoksen malli on muotoa: $IRI_{muutos} = -0.243 + 0.316 \times IRI_E^{1.4}$

Kuvasta 7 havaitaan, että kevyen rakenteen parantamisen muutosmallilla ennustaminen on lähes yhtä luotettavaa kuin raskaan rakenteen parantamisen vastaavalla mallilla. Mallilla ennustettujen ja todellisten arvojen välinen korrelaatiokerroin on $R=0,89$. Havaintojen määrä on 5182 kpl 100-metrin mittauksia.



Kuva 7. Kevyen rakenteen parantamisen muutosmallilla ennustetun ja mitatun IRI:n riippuvuus.



Kuva 8. Kevyen rakenteen parantamisen ennen ja jälkeen mitatut IRI-arvot.

Kuvan 8 mukaan IRI muuttuu toimenpiteen ansiosta kohtalaisen paljon. Mallin sovellusalue on välillä 1 – 6 mm/m.

AB päällyste muutosmalli 100-metrisille

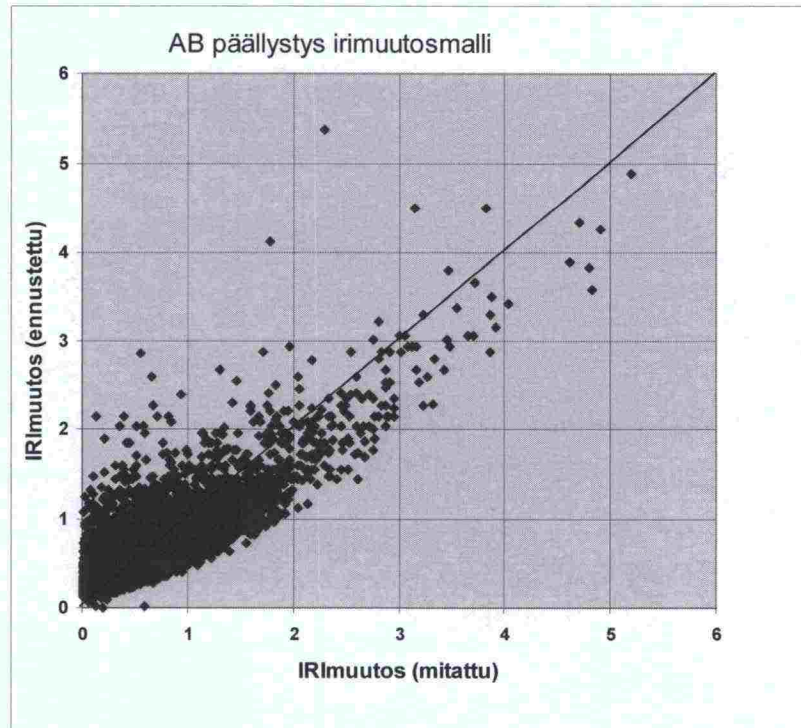
Päällystystoimenpiteen (AB-päällyste) muutosmallin kaava on muotoa:
IRImuutos(AB)

$$= -3.053 + 0.218 \times IRI_E^{1.59} + \begin{cases} 3.140, \text{ kun } ART \\ 3.000, \text{ kun } Hjyr / LTA / MP / REM / UREM \\ 2.900, \text{ kun } UP \\ 2.455, \text{ kun } VP / SIP \\ 0.000, \text{ kun } KAR \end{cases}$$

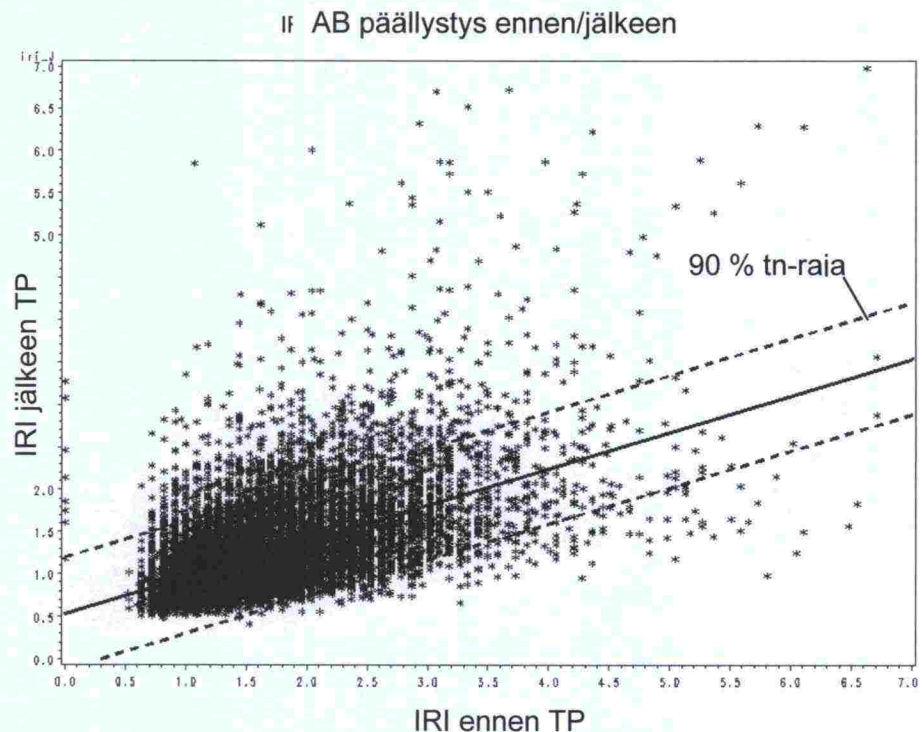
Taulukko 18. AB-päällysteen työmenetelmien jakauma.

| Päällyste | Menetelmä | N | %-osuus |
|-----------|-----------------|---------------|---------|
| AB | ART | 884 | 6.2 % |
| | HJYR | 80 | 0.6 % |
| | LTA | 2093 | 14.7 % |
| | MP | 3820 | 26.8 % |
| | MPK | 329 | 2.3 % |
| | REM | 6194 | 43.5 % |
| | REM+ | 434 | 3.0 % |
| | UREM | 367 | 2.6 % |
| | UP | 7 | 0.0 % |
| | VP | 19 | 0.1 % |
| | SIP | 23 | 0.2 % |
| | KAR | 1 | 0.0 % |
| | YHTEENSÄ | 14 251 | |

Kuvasta 9 havaitaan, että mallin ennustetarkkuus on hiukan heikempi kuin edeltävien mallien. Mallilla ennustettujen ja todellisten arvojen välinen korrelaatiokerroin on $R=0,81$. Havaintojen määrä on 14 251 kpl 100-metrin mitauksia.



Kuva 9. Päällystystoimenpiteen (AB-päällyste) muutosmallilla ennustetun ja mitatun IRI:n riippuvuus.



Kuva 10. AB-päällystämisen ennen ja jälkeen mitatut IRI-arvot.

Hajonta on kovin suurta ja suurin osa aineistoa on välillä 1 – 6 mm/m. Keskimäärin kuvan 10 mukaan IRI paranee toimenpiteen vaikutuksesta. Mallin sovellusalue on noin 0.5 – 6 mm/m.

PAB päällyste muutosmalli 100-metrisille

Päällystystoimenpiteen (PAB-päällyste) muutosmallin kaava on muotoa:

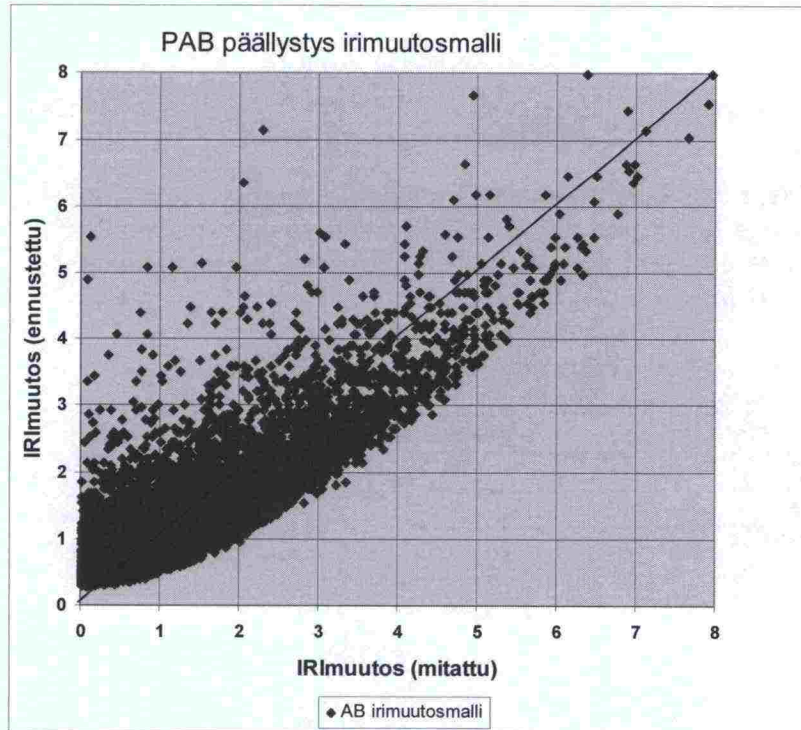
$$IRI_{\text{muutos}}(\text{PAB}) = -0.180 + 0.124 \times IRI_E^{1.83}$$

Työmenetelmästä oli tiedossa 13 602 havaintoa, joista jakauma on alla olevassa taulukossa 19.

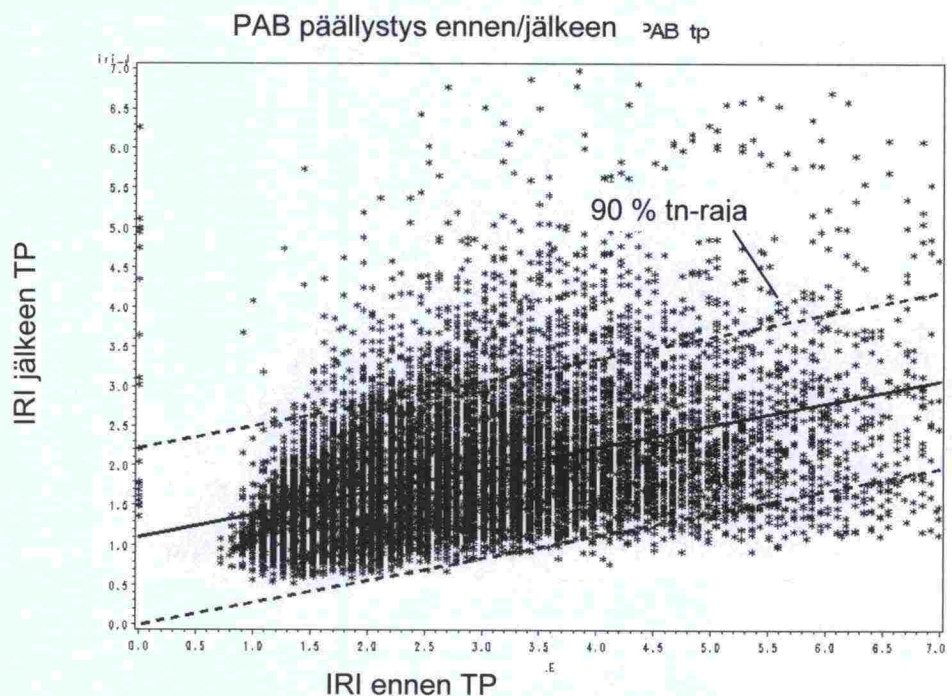
Taulukko 19. PAB-päällysteen työmenetelmien jakauma.

| Päällyste | Menetelmä | N | %-osuus |
|-----------|-----------|--------|---------|
| PAB | LTA | 7465 | 54.9 % |
| | MP | 4568 | 33.6 % |
| | MPK | 114 | 0.8 % |
| | REM | 55 | 0.4 % |
| | VP | 95 | 0.7 % |
| | SIP | 273 | 2.0 % |
| | KAR | 1032 | 7.6 % |
| | YHTEENSÄ | 13 602 | |

Kuvasta 11 voidaan havaita, että malli ennustaa IRI- arvoja paremmin kuin AB- päällysteelle tehty malli. Mallilla ennustettujen ja todellisten arvojen välinen korrelaatiokerroin on $R=0,86$. Havaintojen määrä on 15 537 kpl 100-metrin mittauksia.



Kuva 11. Päällystystoimenpiteen (PAB-päällyste) muutosmallilla ennustetun ja mitatun IRI:n riippuvuus.



Kuva 12. PAB-päällystämisen ennen ja jälkeen mitatut IRI-arvot.

Hajonta on hyvin suurta, mutta kuvasta 12 voi nähdä, että IRI pienenee toimenpiteen vaikutuksesta keskimäärin jonkin verran. Mallin sovellusalue on noin 1 – 6 mm/m.

SOP päällyste muutosmalli

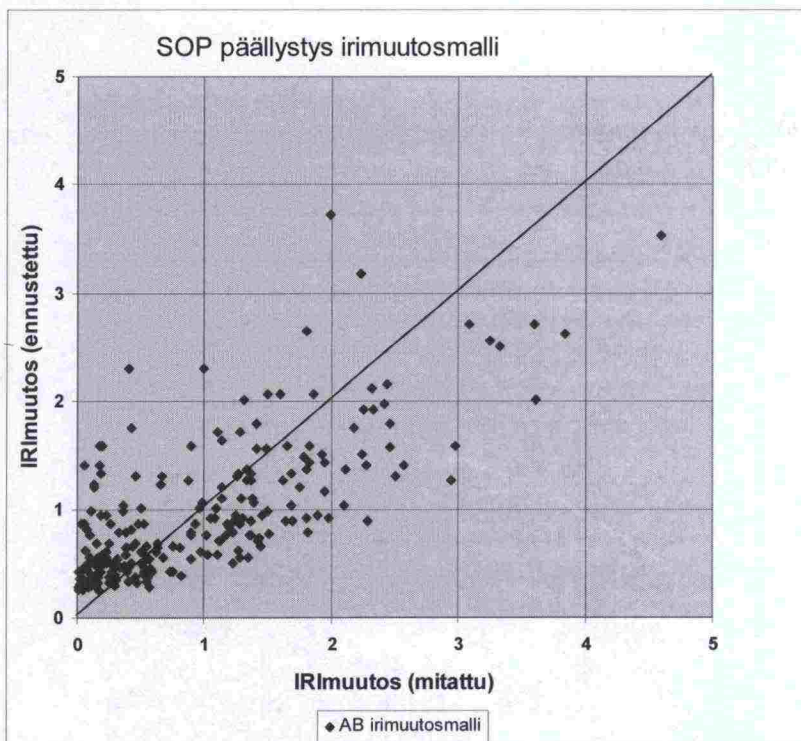
Päällystystoimenpiteen (PAB-päällyste) muutosmallin kaava on muotoa:

$$\text{IRImuutos(SOP)} = 0.18 + 0.03 \times \text{IRI}_E^{2.33}$$

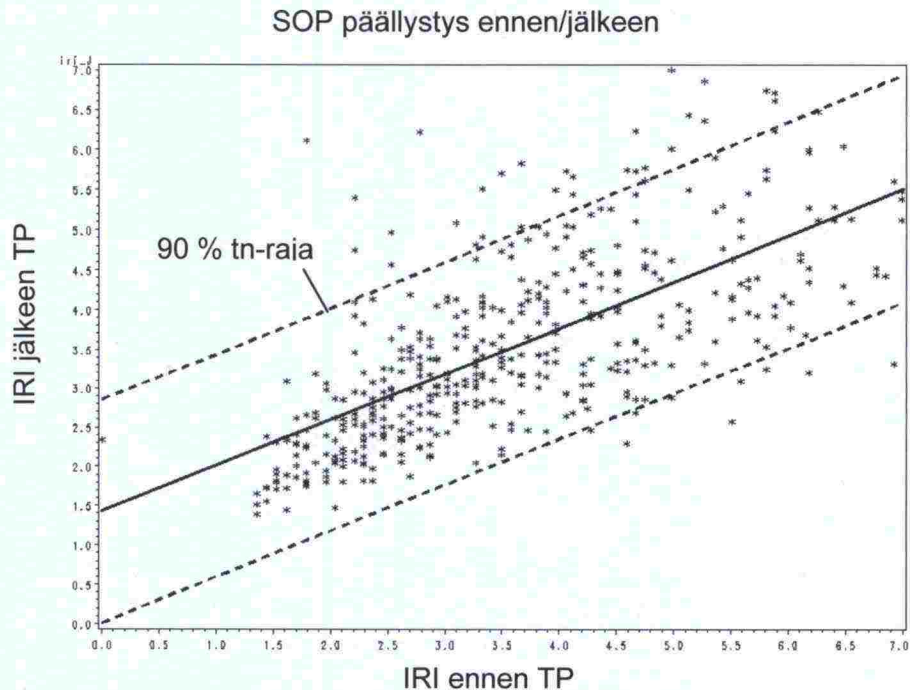
Kuvasta 13 voidaan havaita, että malli ennustaa IRI- arvoja heikohkosti. Mallilla ennustettujen ja todellisten arvojen välinen korrelaatiokerroin on $R=0,74$. Havaintojen määrä on 228 kpl 100-metrin mittauksia. Päällystysmenetelmien jakauma on seuraava:

Taulukko 20. PAB-päällysteen työmenetelmien jakauma.

| Päällyste | Menetelmä | N | %-osuus |
|-----------|-----------|-----|---------|
| SOP | MP | 3 | 1.3 % |
| | SIP | 225 | 98.7 % |
| | YHTEENSÄ | 228 | |



Kuva 13. Päällystystoimenpiteen (SOP-päällyste) muutosmallilla ennustetun ja mitatun IRI:n riippuvuus.



Kuva 14. SOP-päällystämisen ennen ja jälkeen mitatut IRI-arvot.

Kuten kuvasta 14 nähdään, SOP toimenpide ei vaikuta lähes yhtään IRI-tasoon (ennen / jälkeen). Sovellusalue on 1.5 – 7 mm/m.

4.3 Muutosmallien tulosten soveltaminen laatuvaatimuksissa

Kohdan 4.2 mallit ennustavat 100-metrisen keskimääräisen tasaisuuden paranemaa. Todellisuudessa osa 100-metrisistä paranee enemmän ja osa vähemmän kuin malli osoittaa. Siksi hankekohtaisissa laatuvaatimuksissa ei pitäisi edellyttää, että mallin osoittama paranema saavutetaan jokaisella 100-metrisellä. Eli ei pitäisi vaatia, että kaikki ovat keskiarvoa parempia. Parempi on vaatia, että lasketaan kullekin 100 metriselle mallilla ennustetun IRI-paraneman ja toteutuneen IRI-paraneman erotus. Yksittäinen erotus saa olla enintään 0.5 (tai 0.7), kun kysymyksessä on raskas RP toimenpide, enintään 0.8 (tai 1.0), kun kysymyksessä on kevyt RP tai paksuhko AB, ja enintään 1.0 (tai 1.2), kun kysymyksessä on PAB-päällystys. Edellä mainittu raja on saatu kuvista 6, 8, 10 ja 12 vertaamalla ehyttä keskiarvoviivaa ja katkoviivalla merkittyä 90 % toteumaa sekä silmämääräisesti arvioitua 70 % toteumaa. Suluissa olevat väljemmät arvot vastaavat 90 % toteumaa.

Lisäksi tulisi määritellä, että kunkin kohteen (1-5 km mittainen tieosuus) ennustetun ja toteutuman IRI-arvon erotusten keskiarvo saa olla enintään 0.2.

4.4 Hanketason IRI-paranema mediaanimalli

Mallinnetaan vähintään 400 metriä pitkän hankkeen IRI-paraneman mediaania. Selitetään ko. tunnuslukua

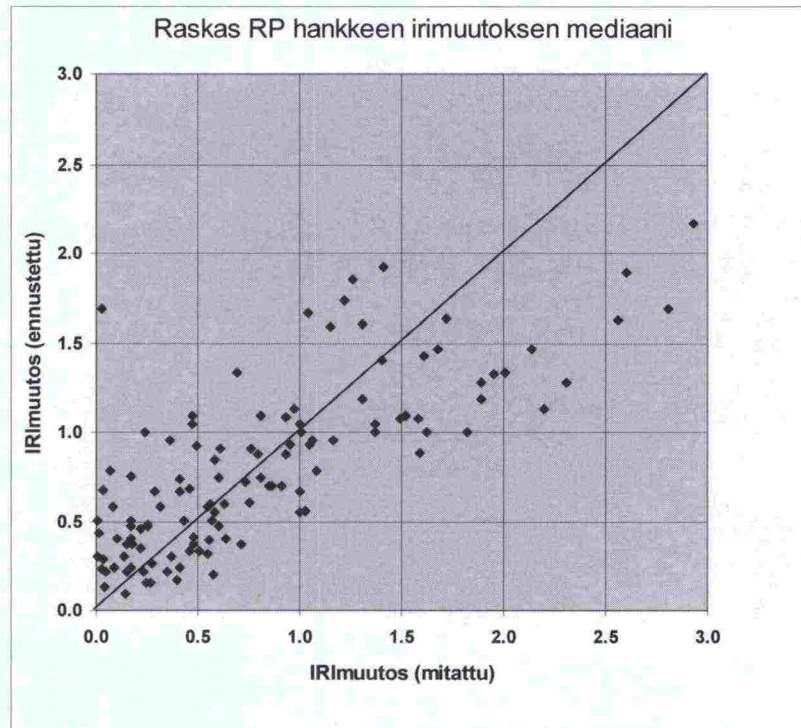
- toimenpidettä edeltävällä hankkeen IRI-mediaanilla ja sen eri potensseilla kaavan $a \times X^b$ mukaan
- toimenpidettä edeltävällä hankkeen IRI-keskihajonnalla
- toimenpidettä edeltävällä hankkeen vauriosumman mediaanilla
- toimenpidettä edeltävällä hankkeen mittauksen iän mediaanilla
- työmenetelmällä (Karhinta, laatta, MP, MPK, MPKJ, REM, REMO, SIP, VP)
- KVL-luokalla
- toiminnallisella luokalla
- D0-luokalla

Tässä ennustetaan paljonko koko kohteen IRI-paranee uudelleen päällystyksen tai rakenteen parantamisen ansiosta, kun kyseisen 100 m osuuden aikaisempi tasaisuus ja toimenpiteen rankkuus tunnetaan. Saatujen mallien selityssaste on melko hyvä: 61 – 80 %. Tarkasteluissa kokeiltiin myös malleja, joissa oli muitakin muuttujia: toimenpidettä edeltänyt taipuma, vauriosumma ja ikä. Mutta ne eivät parantaneet selityssastetta merkittävästi.

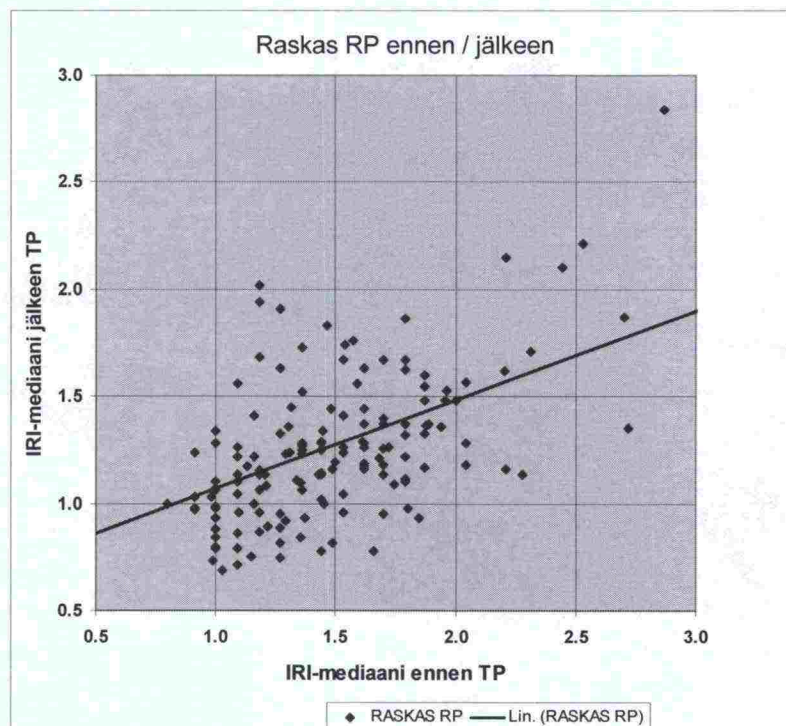
Raskas RP muutosmalli hankkeen mediaanille

$$IRI_{muutos}(med) = -0.059 + 0.165 \times [IRI_E(MED)]^{1.64}.$$

Kuvasta 15 voidaan havaita, että malli ennustaa IRI- arvoja kohtuullisesti. Mallilla ennustettujen ja todellisten arvojen välinen korrelaatiokerroin on $R=0,78$. Raskas RP-hankkeiden lukumäärä on 157 kpl.



Kuva 15. Raskaan rakenteen parantamisen muutosmallilla ennustetun ja mitatun hankekohtaisen IRI:n mediaanin riippuvuus.

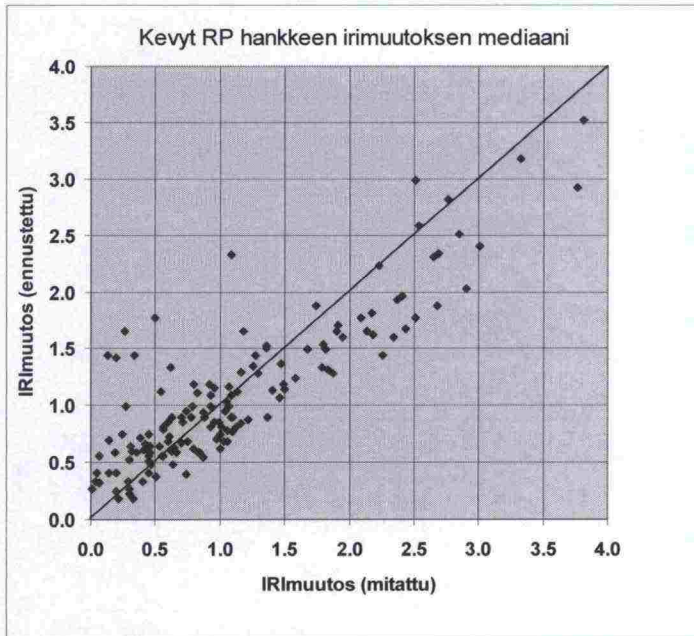


Kuva 16. Raskaan rakenteen parantamishankkeen ennen ja jälkeen mitatut IRI-arvot. Pätevyysalue on IRI:llä 1 – 3 mm/m välillä.

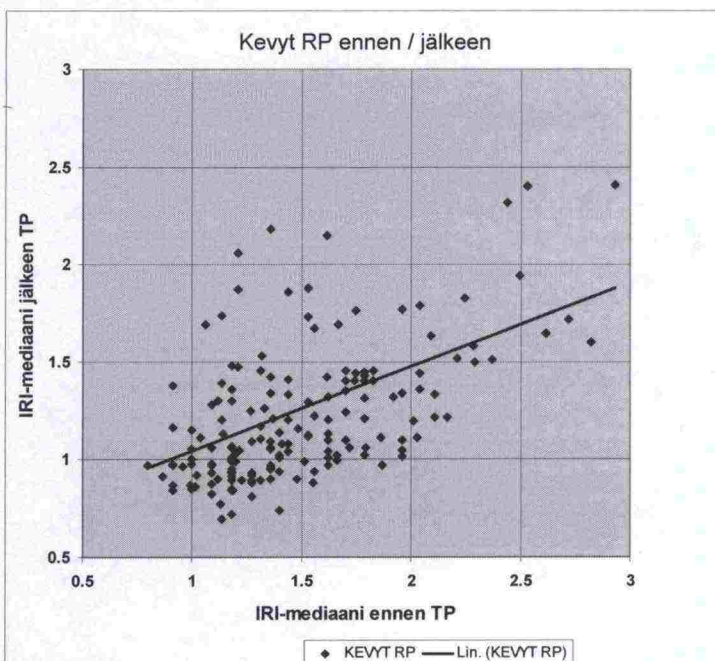
Kevyt RP muutosmalli hankkeen mediaanille

$$IRI_{muutos}(med) = -0.049 + 0.193 \times [IRI_E(MED)]^{1.60}$$

Kuvasta 17 voidaan havaita, että malli ennustaa IRI-arvoja hyvin. Mallilla ennustettujen ja todellisten arvojen välinen korrelaatiokerroin on $R=0,89$. Kevyt RP-hankkeiden lukumäärä on 170 kpl.



Kuva 17. Kevyen rakenteen parantamisen muutosmallilla ennustetun ja mitatun hankekohtaisen IRI:n mediaanin riippuvuus.



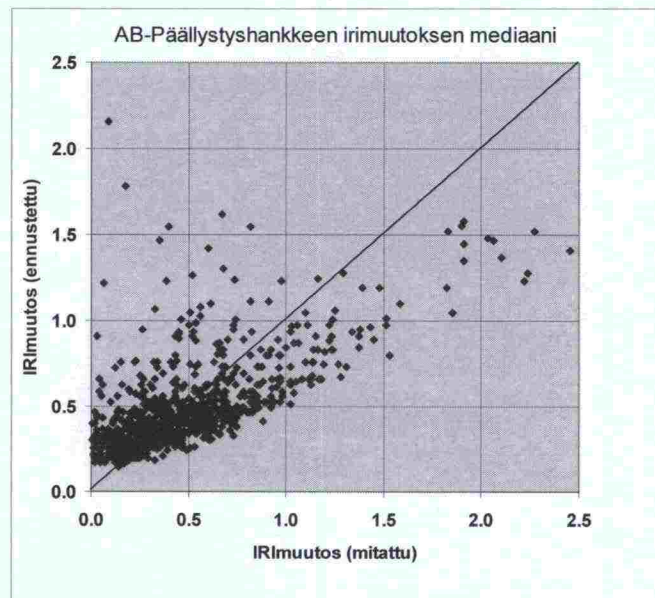
Kuva 18. Kevyen rakenteen parantamishankkeen ennen ja jälkeen mitatut IRI-arvot. Pätevyysalue IRI:llä on 1 – 3 mm/m välillä.

AB päällyste muutosmalli hankkeen mediaanille

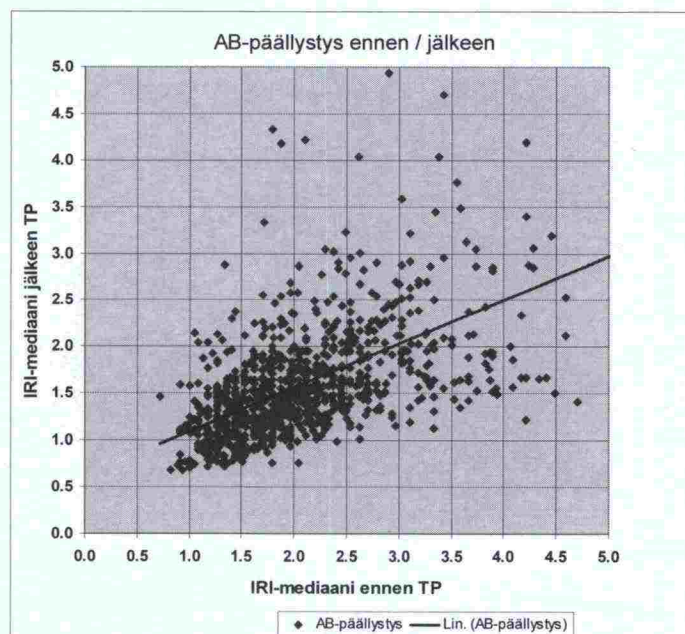
Päällystystoimenpiteen (AB-päällyste) muutosmallin kaava on muotoa:

$$IRI_{muutos}(med) = -0.019 + 0.218 \times [IRI_E(MED)]^{1.37}$$

Kuvasta 19 voidaan havaita, että malli ennustaa IRI- arvoja heikohkosti. Mallilla ennustettujen ja todellisten arvojen välinen korrelaatiokerroin on R=0,70. AB-hankkeiden lukumäärä on 972 kpl.



Kuva 19. Päällystystoimenpiteen (AB) muutosmallilla ennustetun ja mitatun hankekohtaisen IRI:n mediaanin riippuvuus.



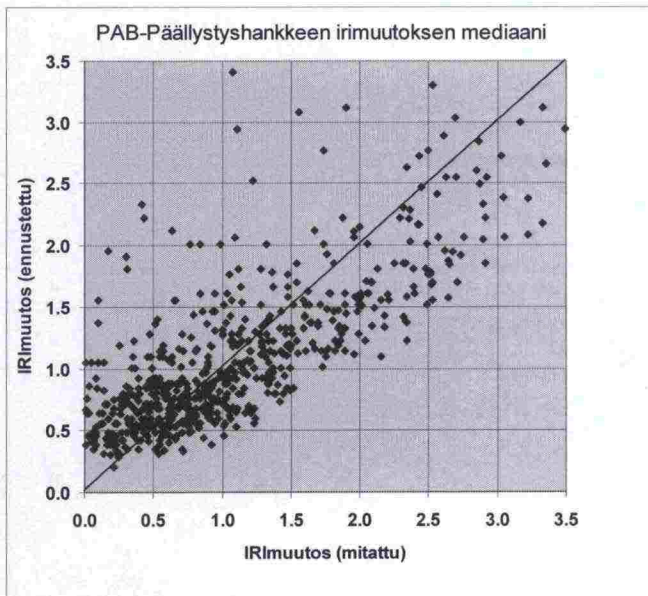
Kuva 20. AB-hankkeen ennen ja jälkeen mitatut IRI-arvot. Pätevyysalue IRI:llä on n. 1 – 5 mm/m välillä.

PAB päällyste muutosmalli hankkeen mediaanille

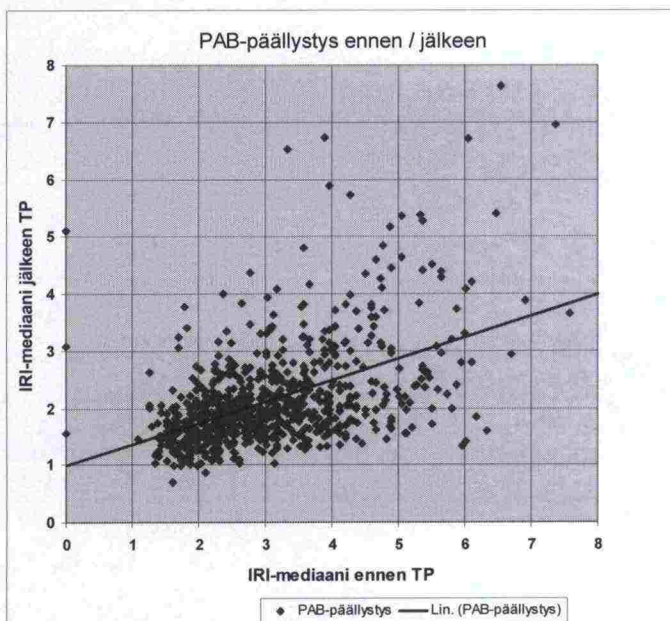
Päällystystoimenpiteen (PAB-päällyste) muutosmallin kaava on muotoa:

$$IRI_{muutos}(med) = -0.042 + 0.206 \times [IRI_E(MED)]^{1.51}.$$

Kuvasta 21 voidaan havaita, että malli ennustaa IRI- arvoja kohtuullisesti. Mallilla ennustettujen ja todellisten arvojen välinen korrelaatiokerroin on $R=0,78$. PAB-hankkeiden lukumäärä on 976 kpl.



Kuva 21. Päällystystoimenpiteen (PAB) muutosmallilla ennustetun ja mitatun hankekohtaisen IRI:n mediaanin riippuvuus.



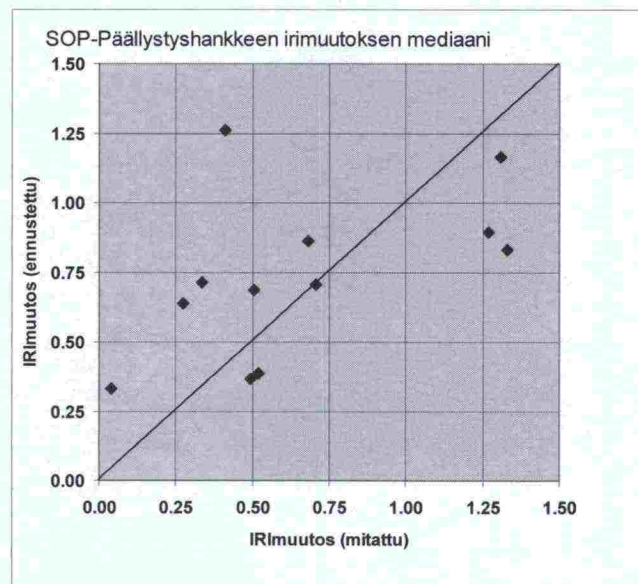
Kuva 22. PAB-hankkeen ennen ja jälkeen mitatut IRI-arvot. Pätevyysalue on IRI:n 1 – 6 mm/m välillä.

SOP päällyste muutosmalli hankkeen mediaanille

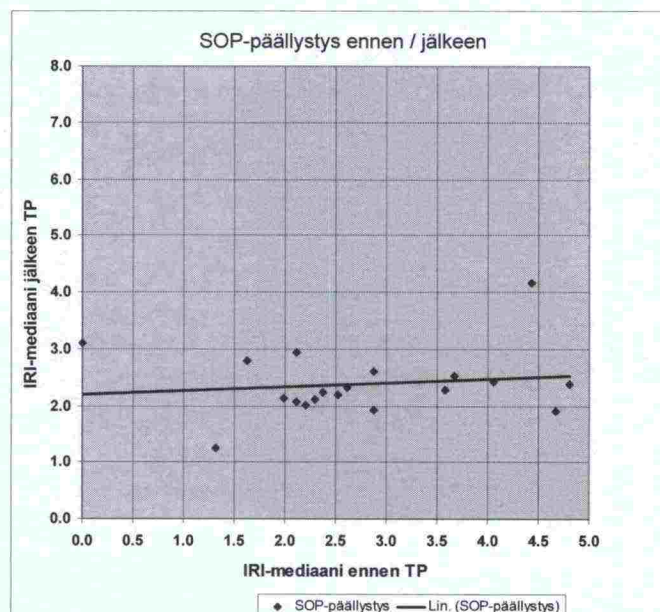
Päällystystoimenpiteen (SOP-päällyste) muutosmallin kaava on muotoa:

$$IRI_{muutos}(med) = -0.086 + 0.120 \times [IRI_E(MED)]^{1.21}.$$

Kuvasta 23 voidaan havaita, että malli ennustaa IRI- arvoja heikosti. Mallilla ennustettujen ja todellisten arvojen välinen korrelaatiokerroin on R=0,53. Pieni havaintomäärä 25 hanketta, saattaa aiheuttaa pienen korrelaatiokerroimen arvon.



Kuva 23. Päällystystoimenpiteen (SOP) muutosmallilla ennustetun ja mitatun hankekohtaisen IRI:n mediaanin riippuvuus.

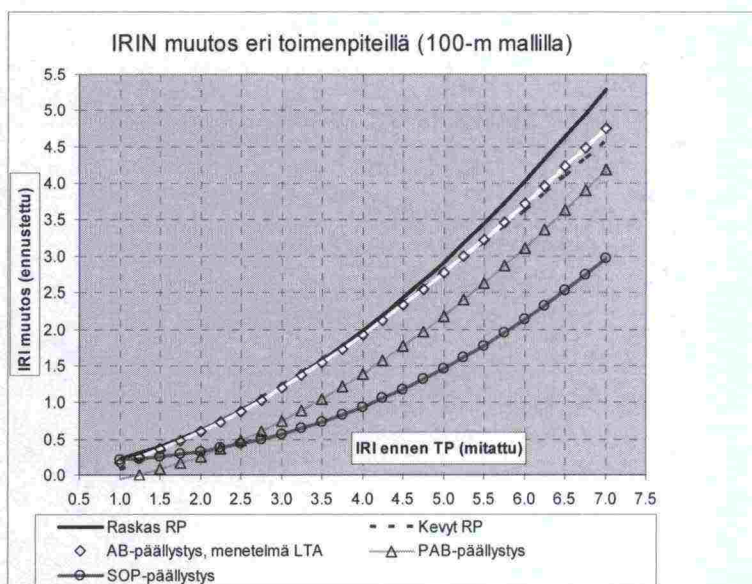


Kuva 24. SOP-hankkeen ennen ja jälkeen mitatut IRI-arvot. Varsinaista pätevyysaluetta ei voida yksilöidä.

4.5 Yhteenveto muutosmalleista eri toimenpiteille

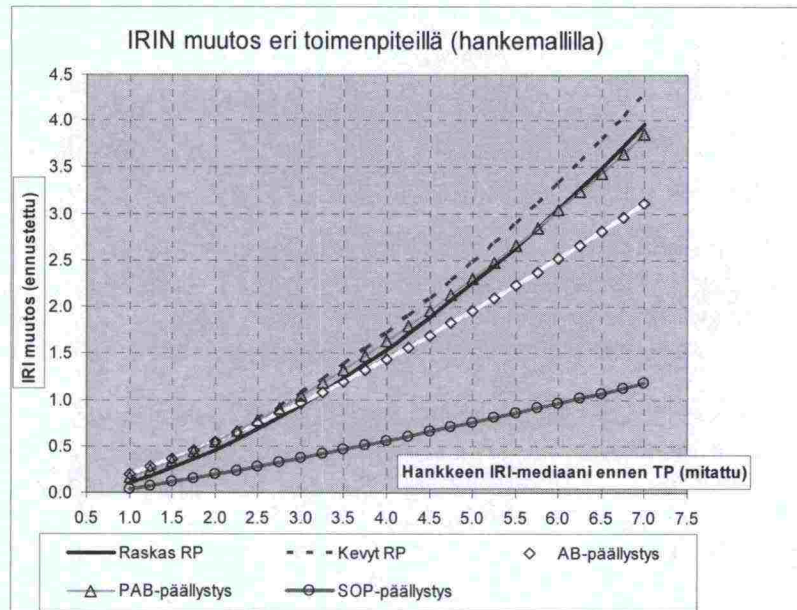
Muutosmalleilla saavutetaan lähes kaikissa päällystysmenetelmissä erittäin hyvät selitysasteet, paitsi kun päällystysmenetelmänä käytetään SOP:sta. Hanketason mallit toimivat huomommin kuin 100-m aineistolla kehitetyt mallit.

Kuvassa 25 on esitetty eri toimenpiteille ennen toimenpidettä mitattu IRI ja mallilla ennustettu toimenpiteen jälkeinen IRI. Kuvaajasta nähdään, että parhaiten IRI:ä parantaa raskas rakenteen parantaminen. Kevyt rakenteen parantaminen ja päällystäminen (AB, menetelmä LTA) ovat keskenään lähes yhtä hyviä toimenpiteitä IRI:n pienentämisessä.



Kuva 25. IRI-arvojen muutos (mitattu vs. ennuste) eri toimenpiteillä.

Kuvassa 26 on esitetty eri toimenpiteille ennen toimenpidettä mitattu hankkeen IRI-mediaani ja mallilla ennustettu toimenpiteen jälkeinen hankkeen IRI-mediaani. Toimenpiteiden paremmuusjärjestys on erilainen kuin 100-m muutosmalleissa (kuva 26). Kuvaajasta nähdään, että parhaiten hankkeen IRI-mediaania parantaa kevyt rakenteen parantaminen. Raskas rakenteen parantaminen ja päällystäminen (PAB) ovat keskenään lähes yhtä hyviä toimenpiteitä hankkeen IRI-mediaanin pienentämisessä.



Kuva 26. Hankkeen IRI- arvojen mediaanin muutos (mitattu vs. ennuste) eri toimenpiteillä.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Graafisen tarkastelun tulokset osoittivat, että

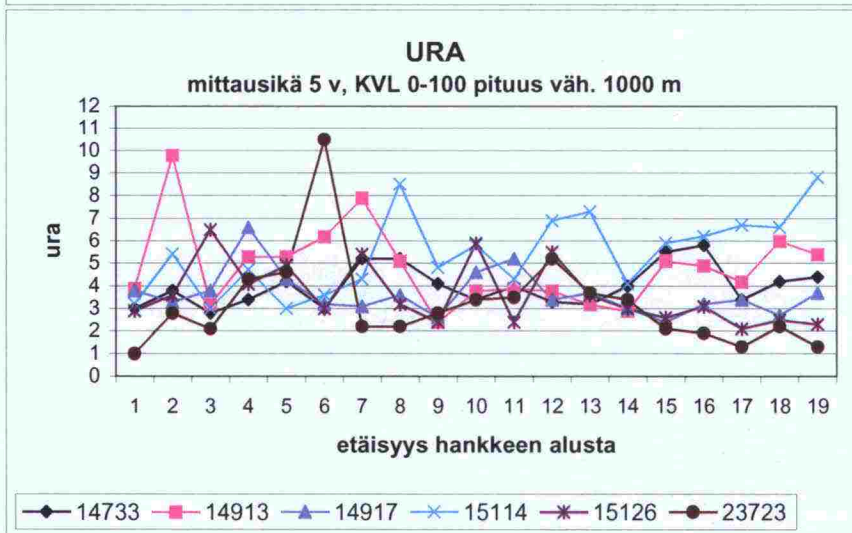
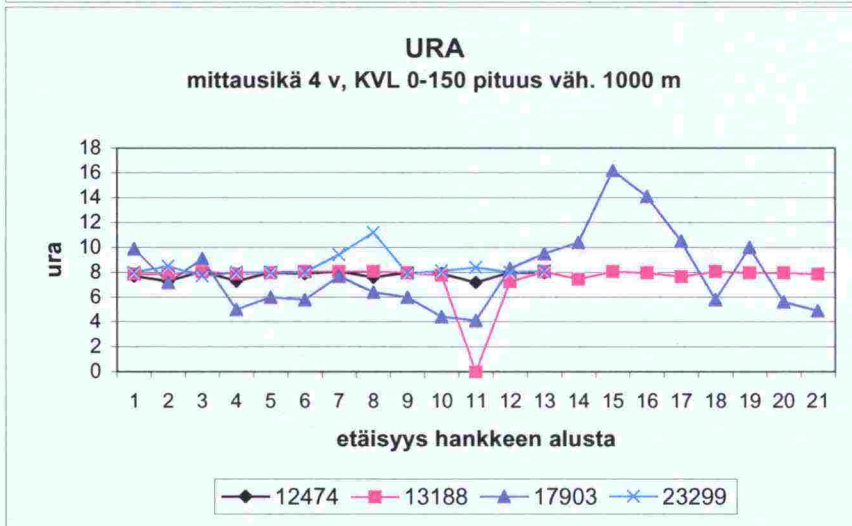
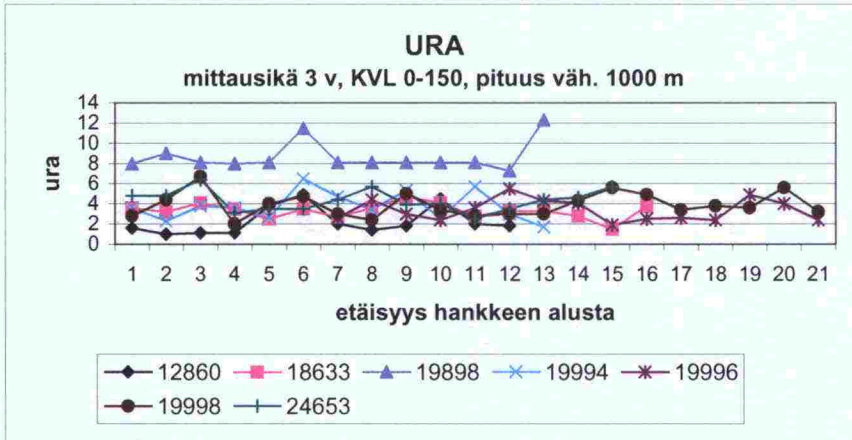
- Uran syvyys ennen toimenpidettä on yli 8 mm ja toimenpiteen jälkeen välillä 2-6 mm
- Urasyvyys kasvaa päällysteen iän kasvaessa
- IRI- arvot ennen toimenpidettä vaihtelevat välillä 3-6 mm/m liikennemäärästä riippuen ja toimenpiteen jälkeen alle 3 mm/m
- IRI- arvot eivät juuri muutu mittausiän kasvaessa
- IRI- arvot pienenevät toimenpiteen vaikutuksesta, kuten myös uran syvyys
- sivukaltevuushankkeen sisällä pysyy sivukaltevuusarvot keskimäärin erillisellä algoritmilla määritettyjen raja-arvojen sisällä.

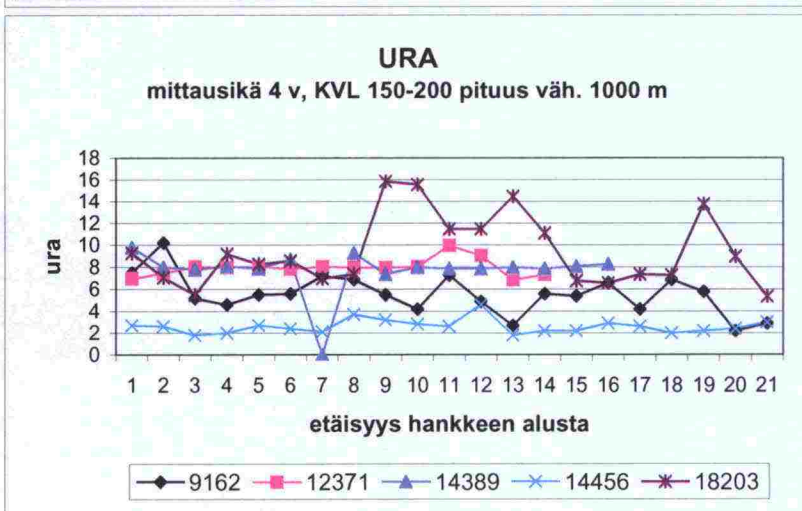
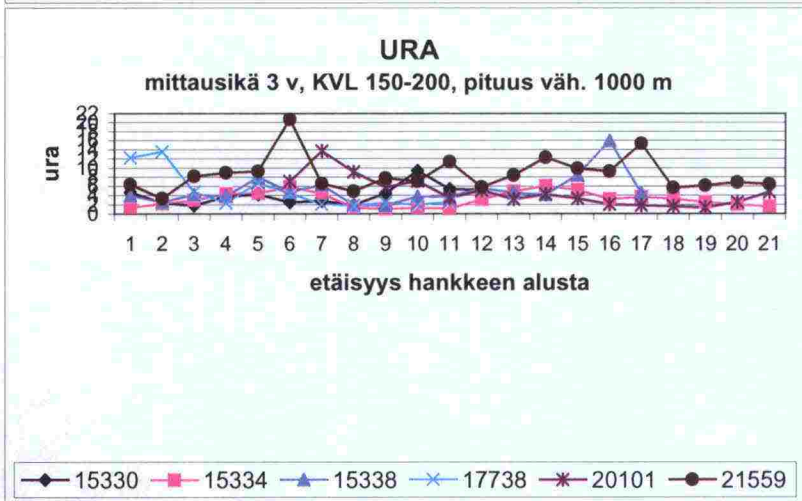
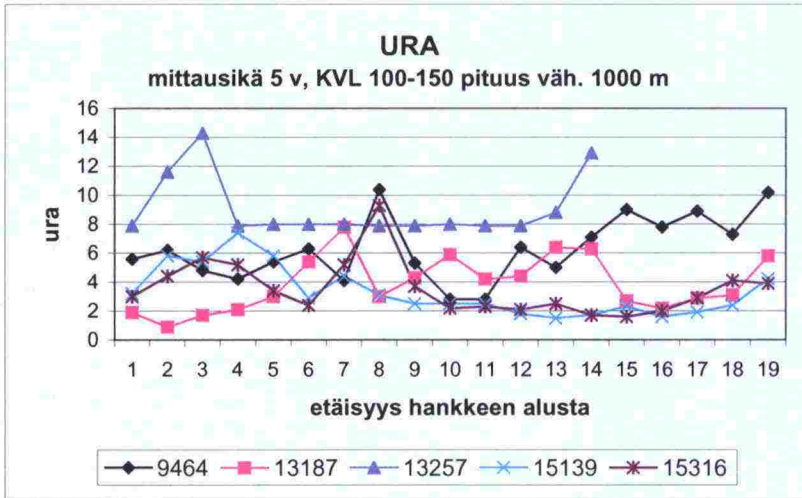
IRI- lähtötasomallit muodostettiin käyttäen havaintoina hankkeen jokaista 100- metrin havaintoa. Malleilla ennustetut IRI- arvot eivät pääsääntöisesti vastanneet mitattuja arvoja toimenpiteiden jälkeen. Selitysaste mitattujen ja ennustettujen arvojen välillä vaihteli välillä 24 - 56 % riippuen toimenpiteestä.

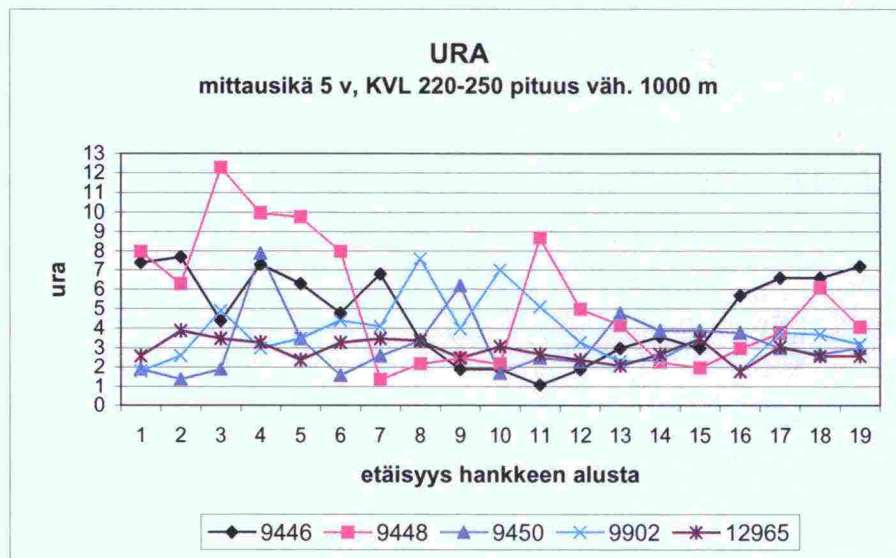
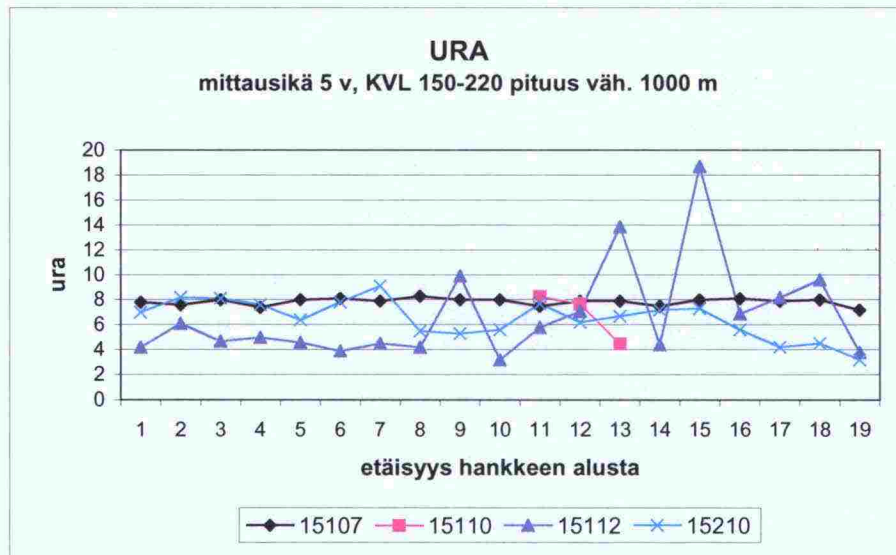
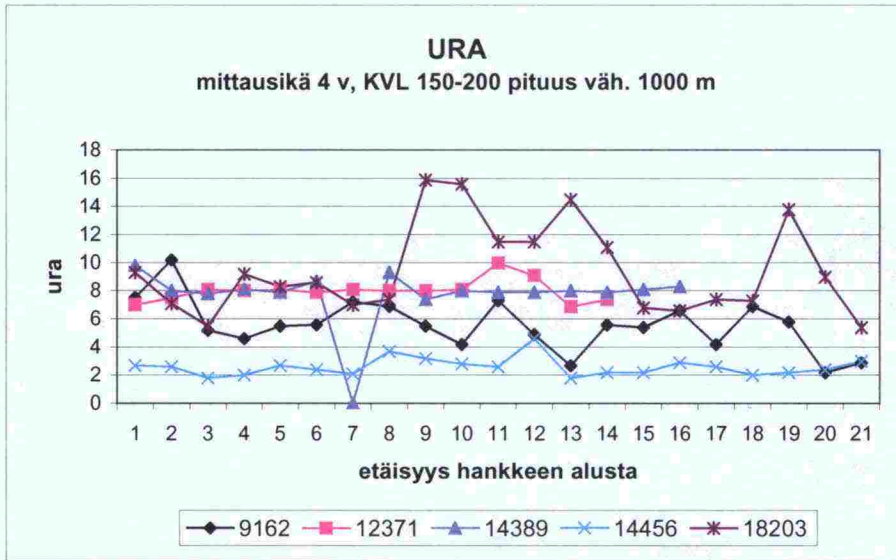
IRI- muutosmallit muodostettiin käyttäen havaintoina sekä 100- metrin IRI- arvoja että hankkeista laskettuja IRI- mediaaneja. Molemmat lähestymistavat toimivat lähes yhtä hyvin, mutta parempia selitysasteita saatiin ennustamalla 100-metrin IRI- arvoja. Selitysasteet vaihtelivat välillä 54 - 82 % 100-metrin havaintoja käytettäessä ja välillä 28 - 80 % hankkeiden IRI- mediaaneja käytettäessä.

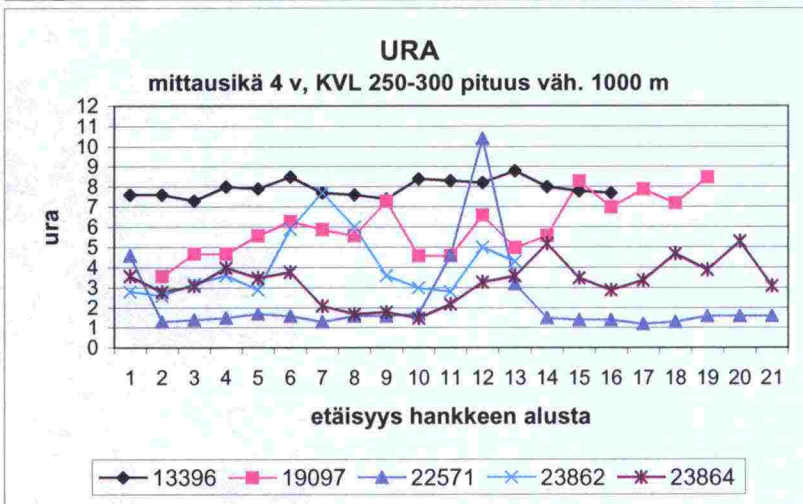
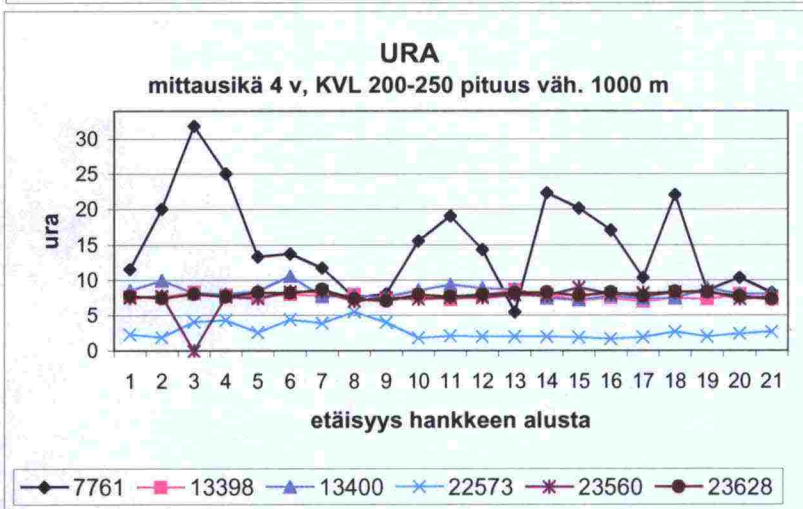
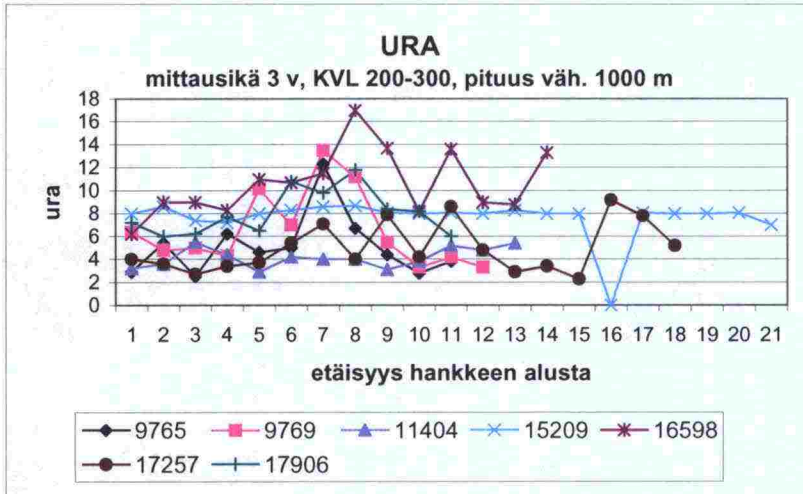
6 LIITTEET

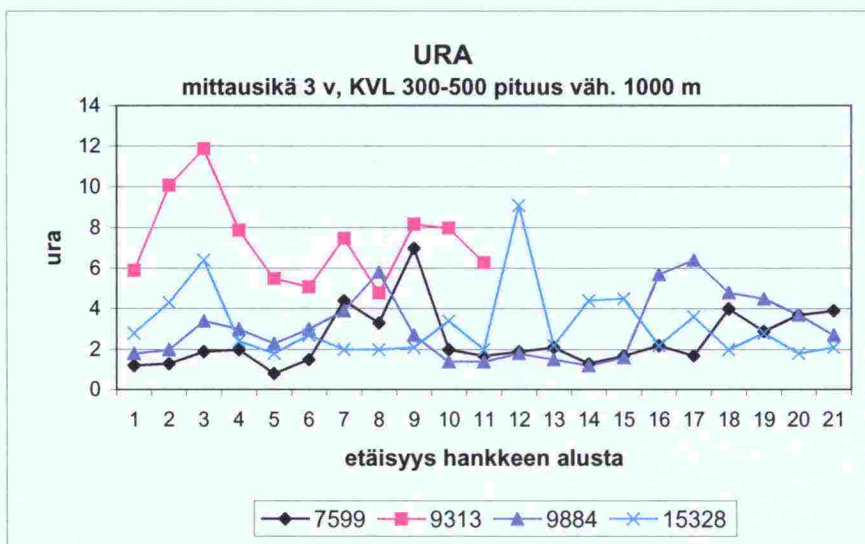
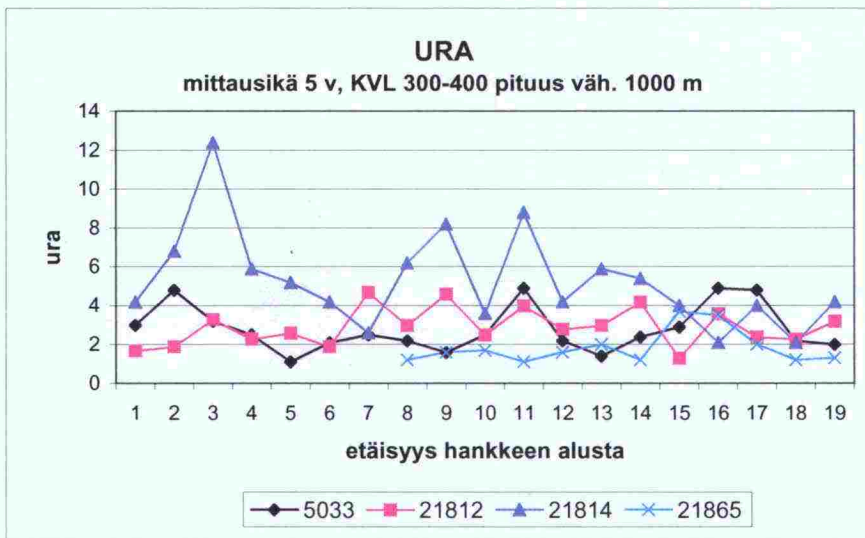
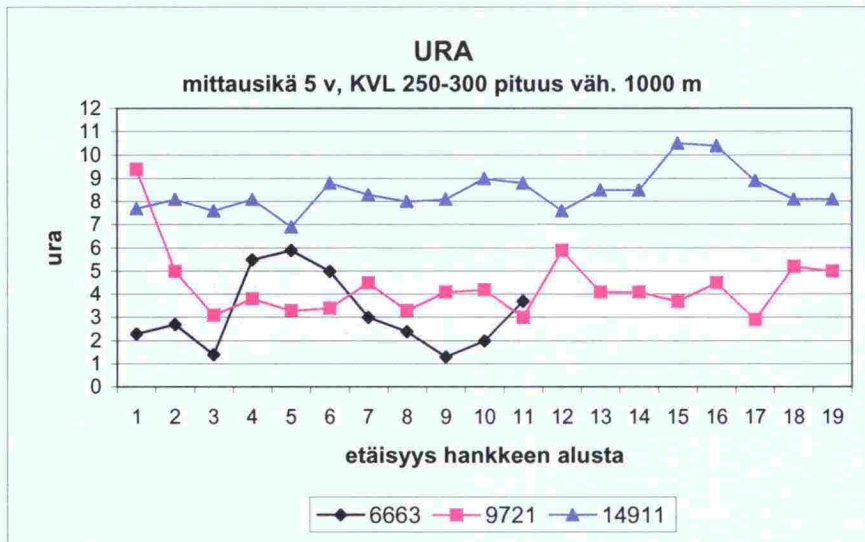
- Liite 1. Laadun vaihtelu hankkeen sisällä, kun toimenpiteenä on kevyt parantaminen.
- Liite 2. Laadun vaihtelu hankkeen sisällä, kun toimenpiteenä on rakenteen raskas parantaminen.
- Liite 3. Laadun vaihtelu hankkeen sisällä, kun toimenpiteenä on suuntauksen parantaminen.
- Liite 4. Laadun vaihtelu hankkeen sisällä, kun toimenpiteenä on uuden tien rakentaminen.
- Liite 5. Sivukaltevuuden poikkeamat tavoitevälin keskiluvusta, kun $KVL > 3000$.

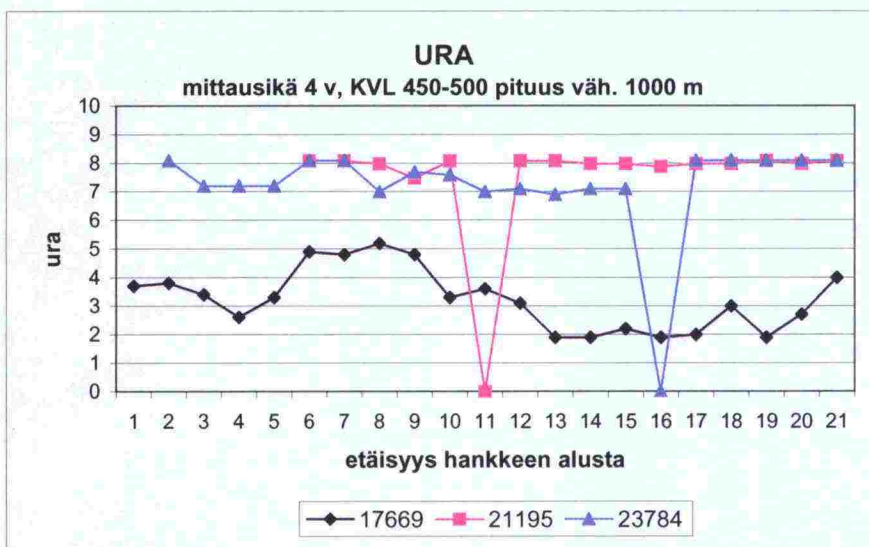
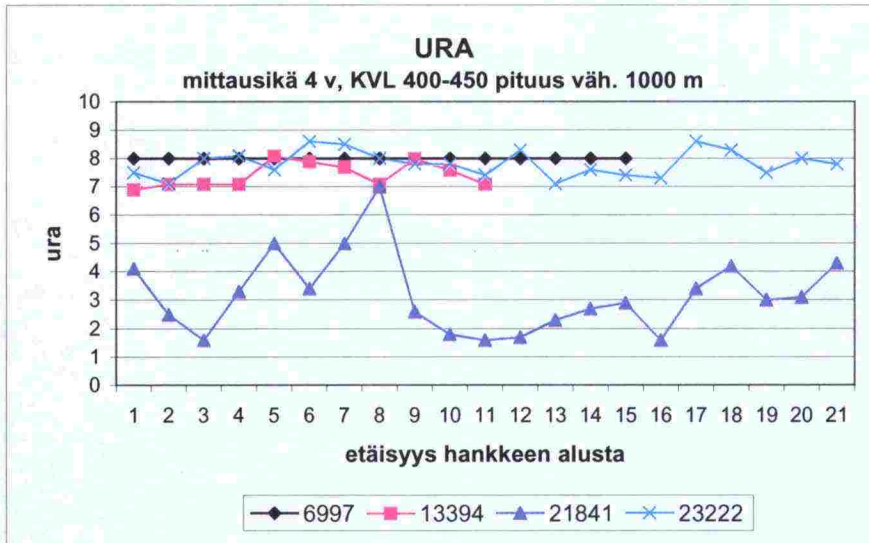
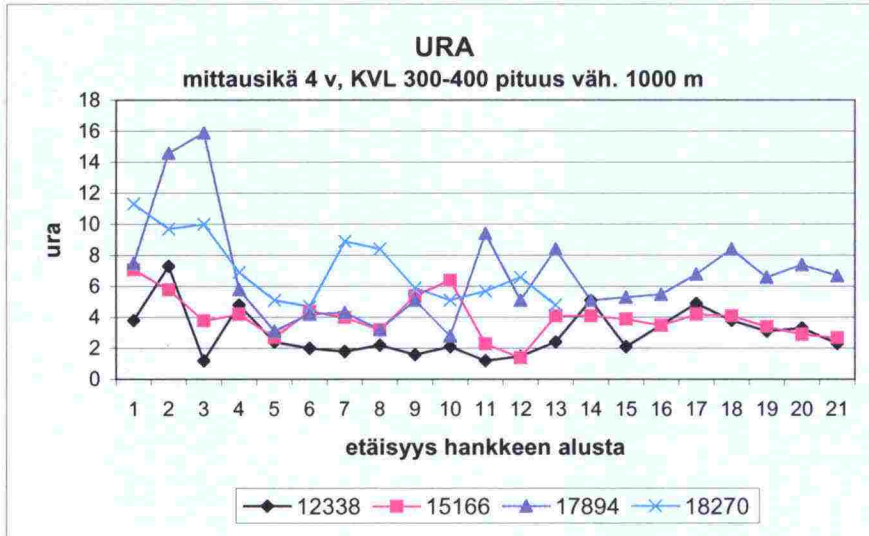


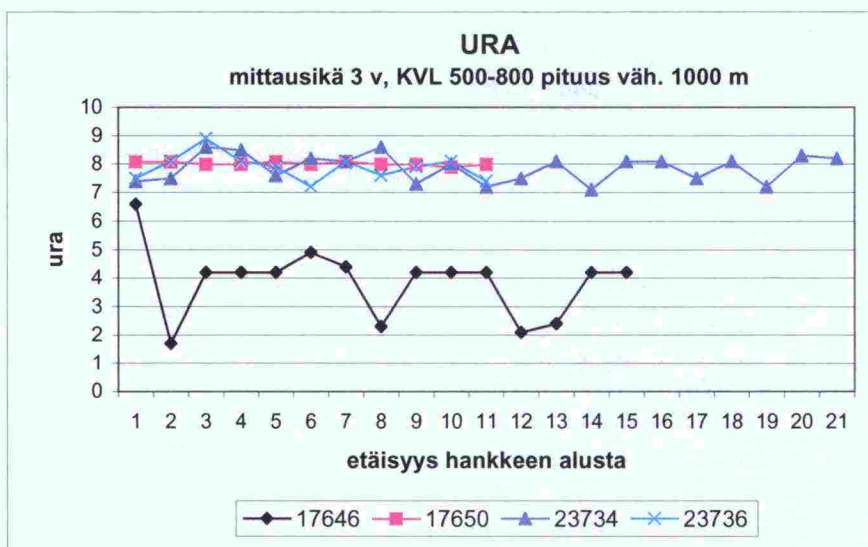
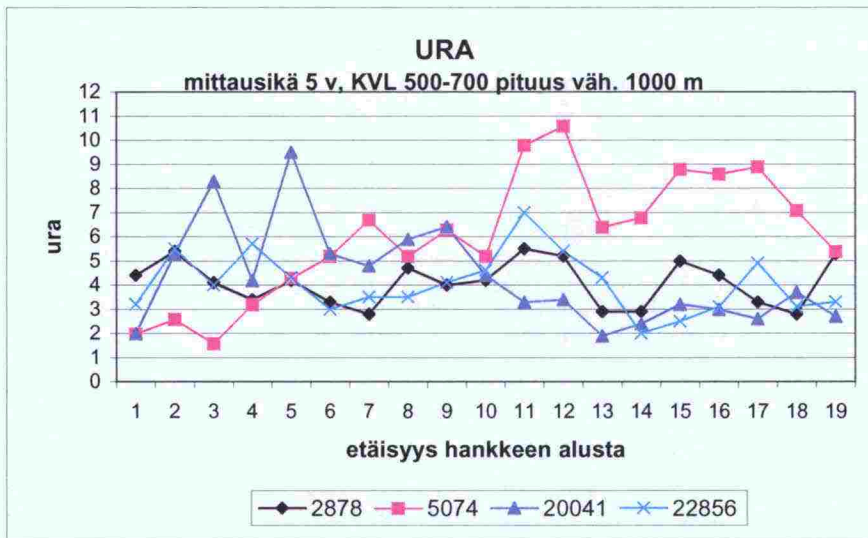
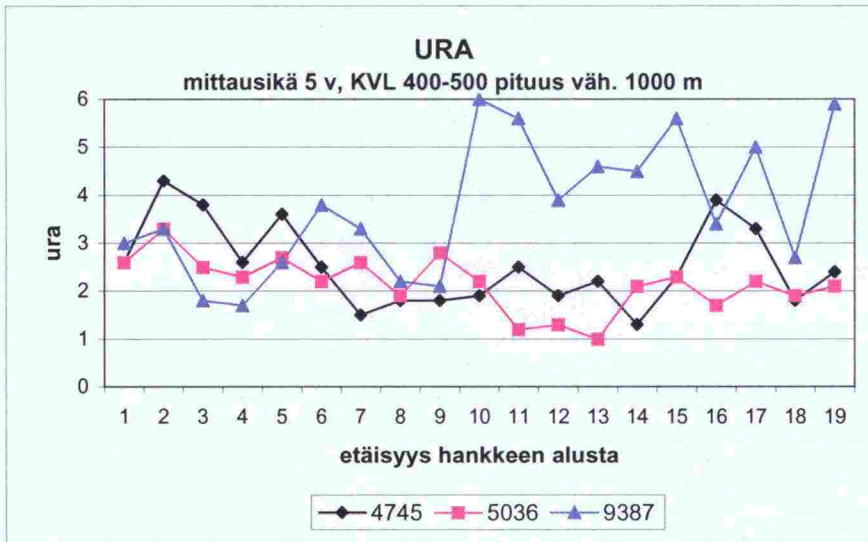


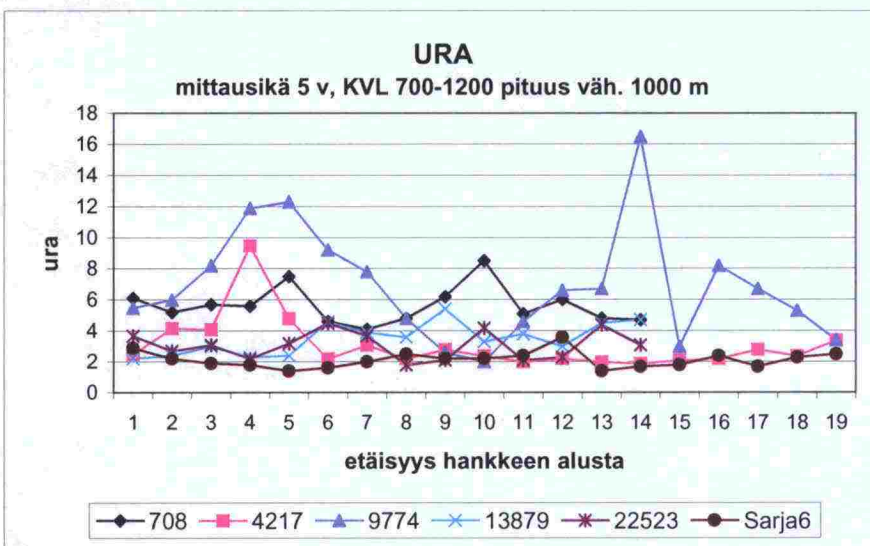
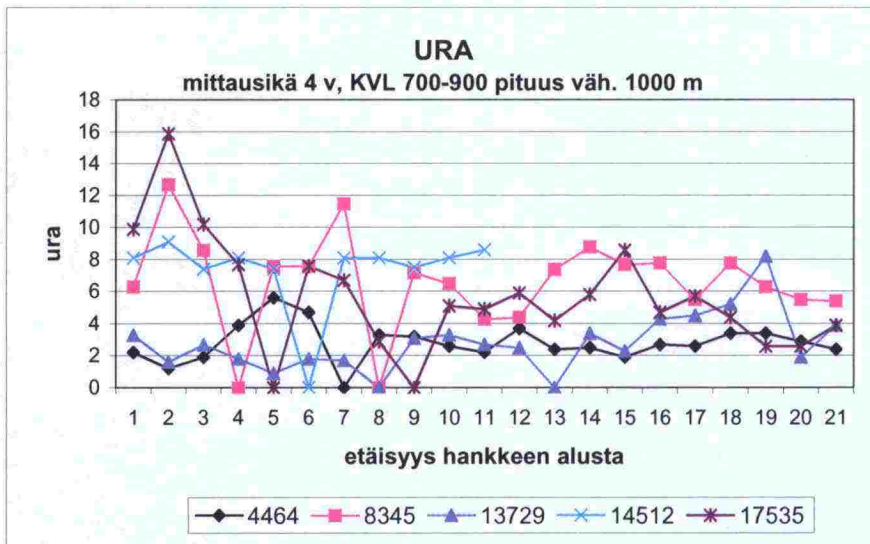
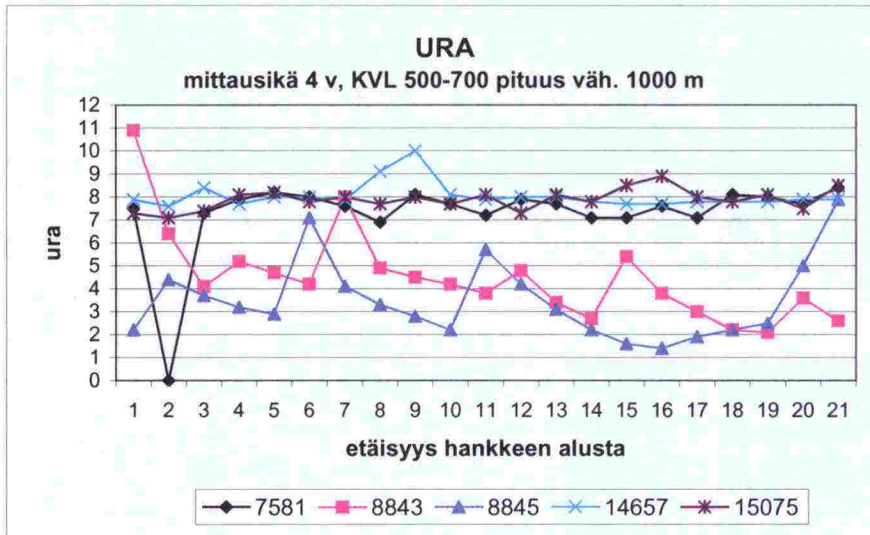


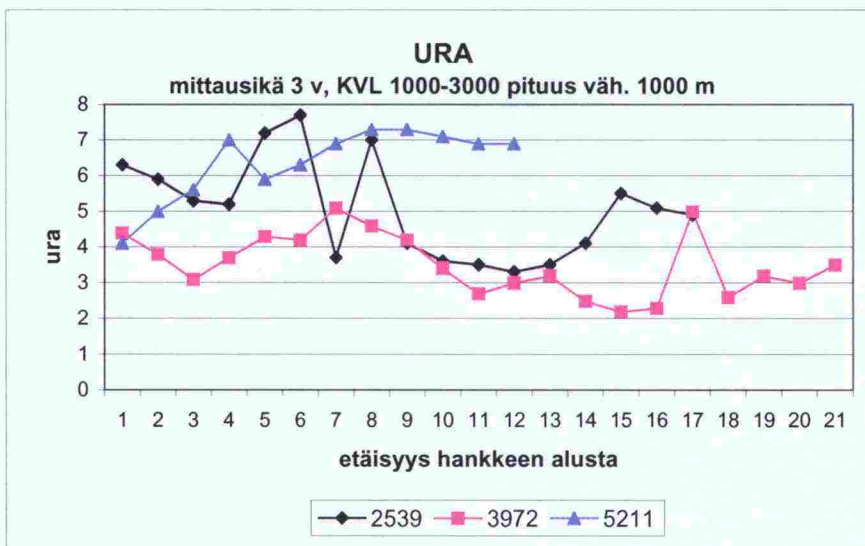
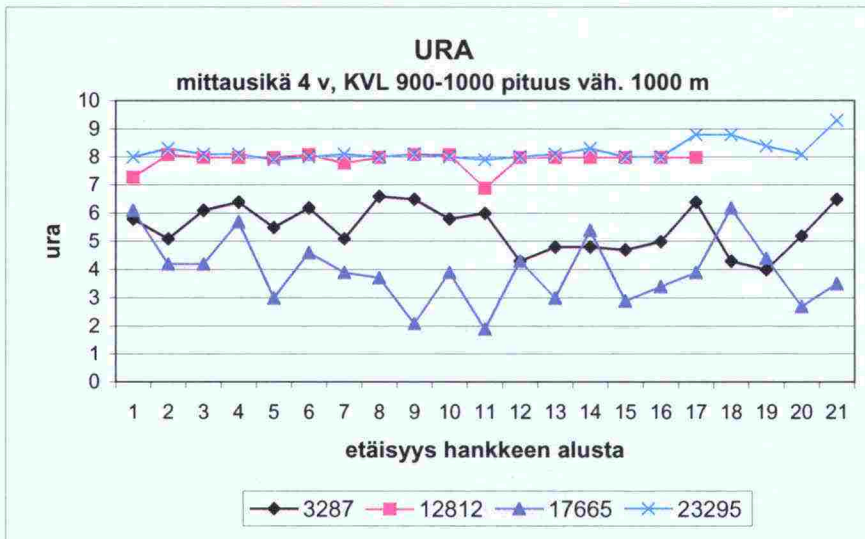
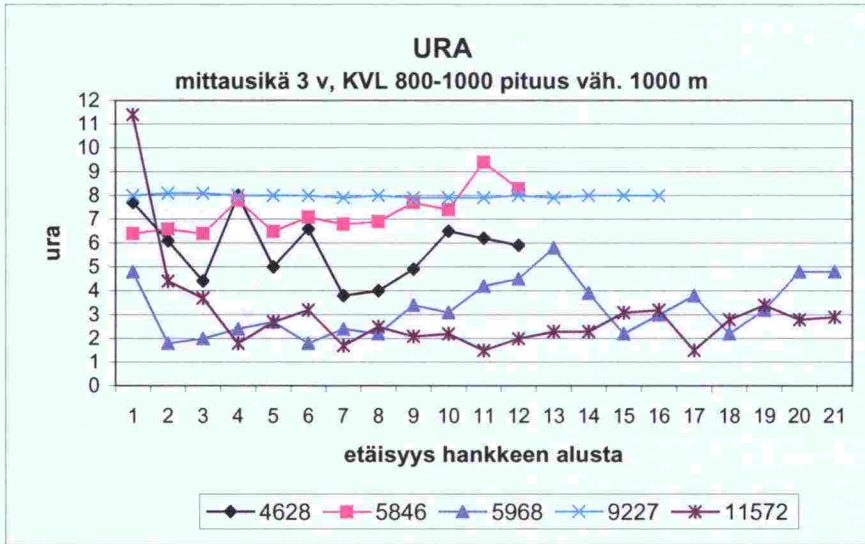


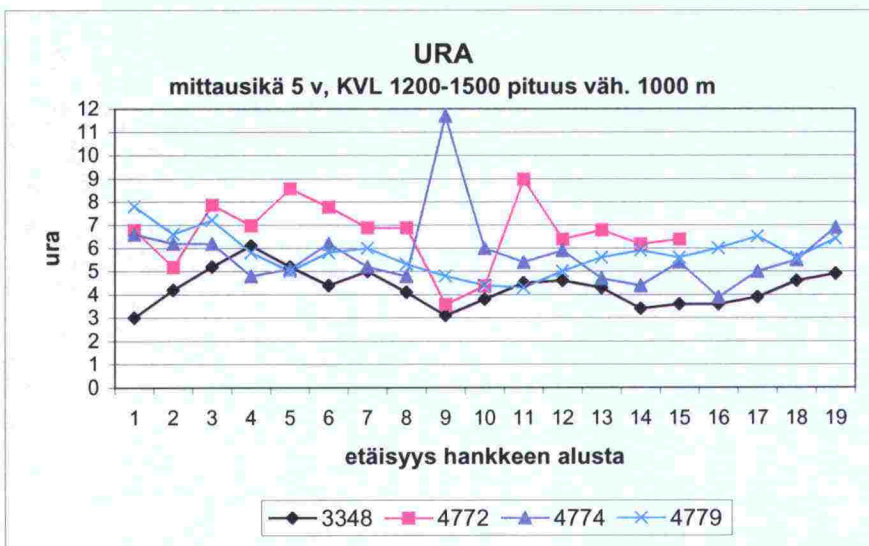
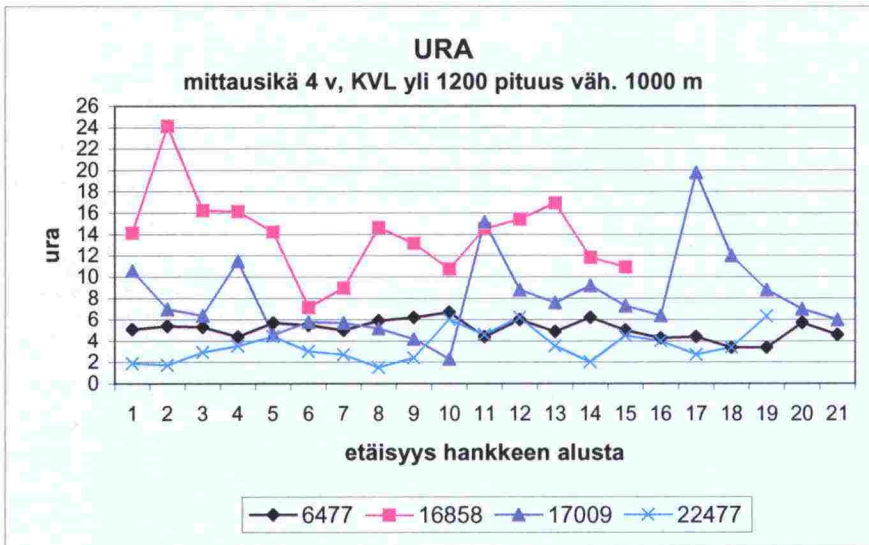
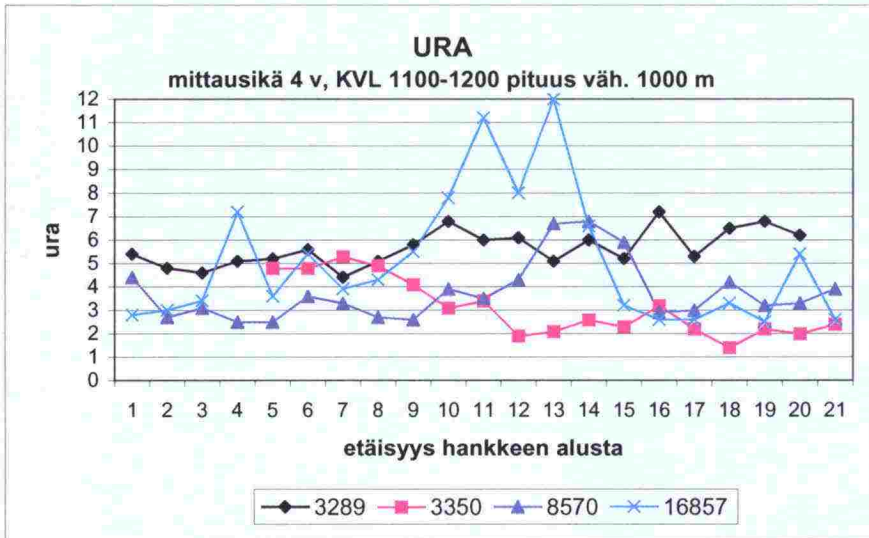


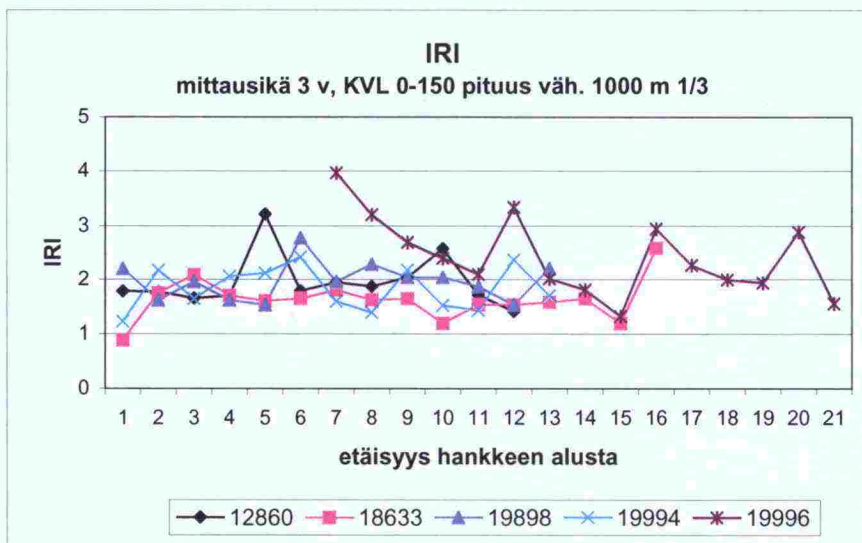
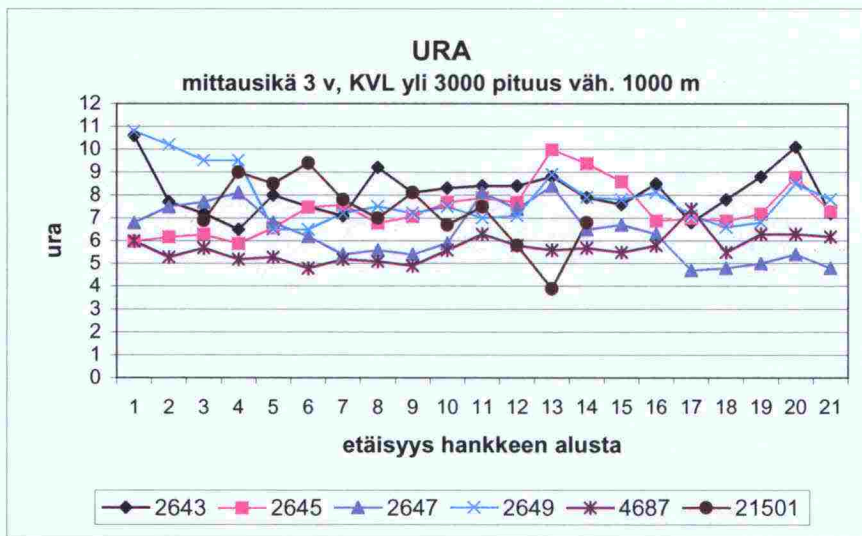
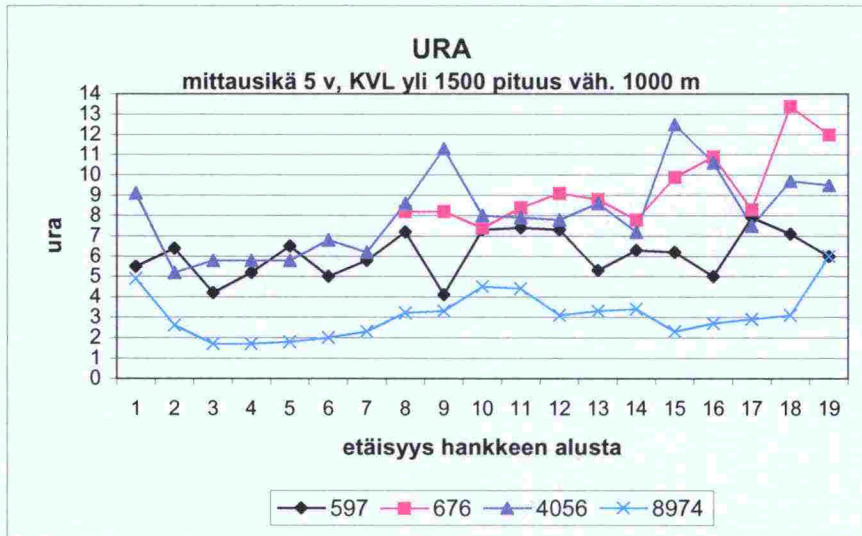


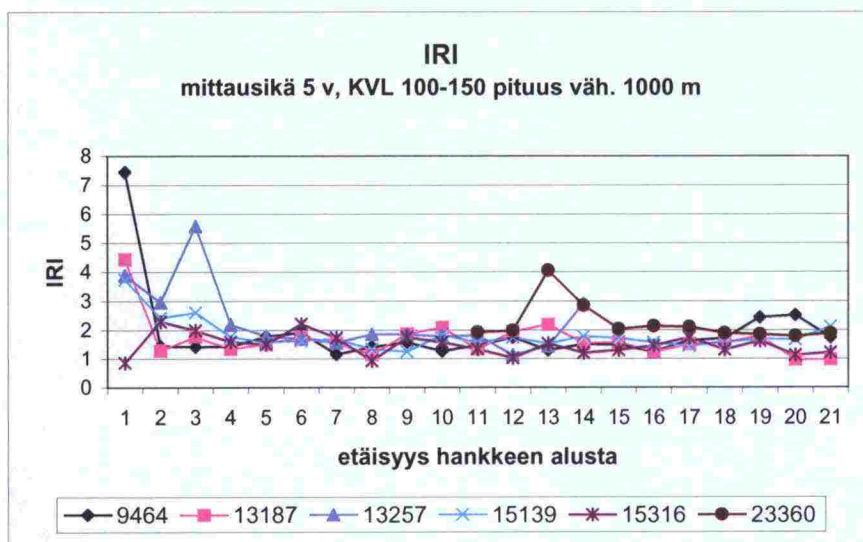
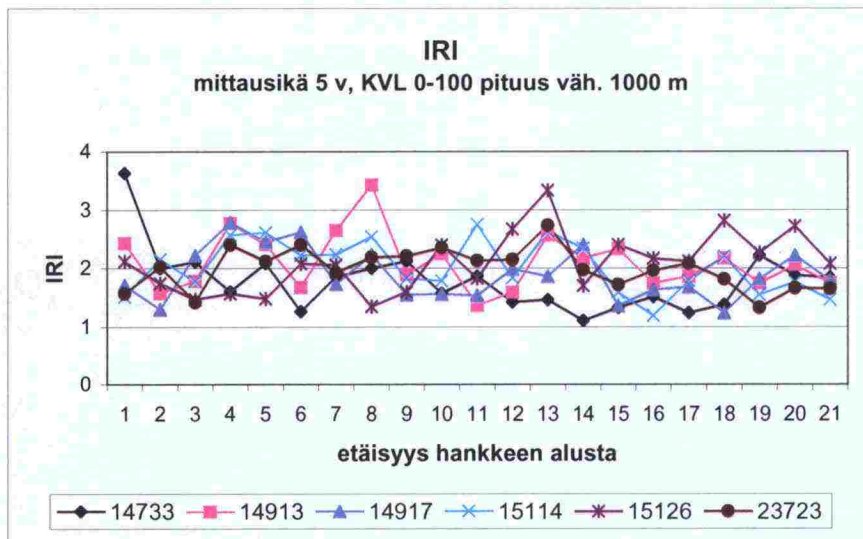
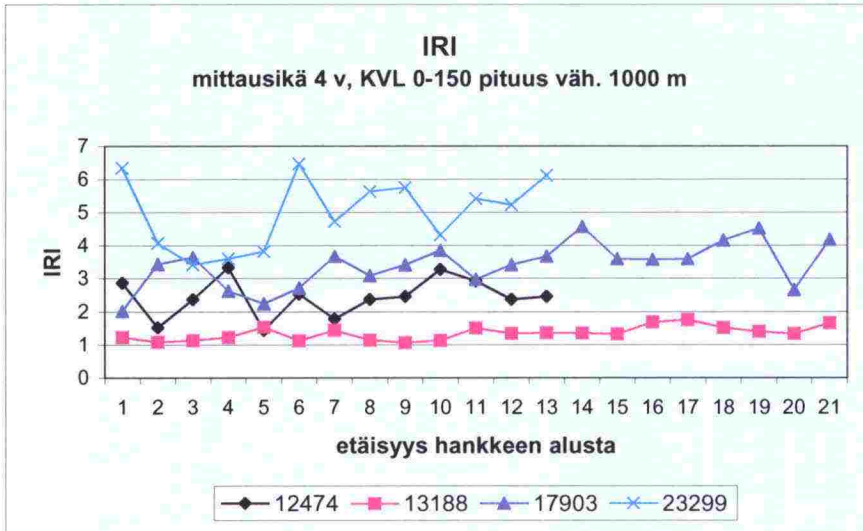


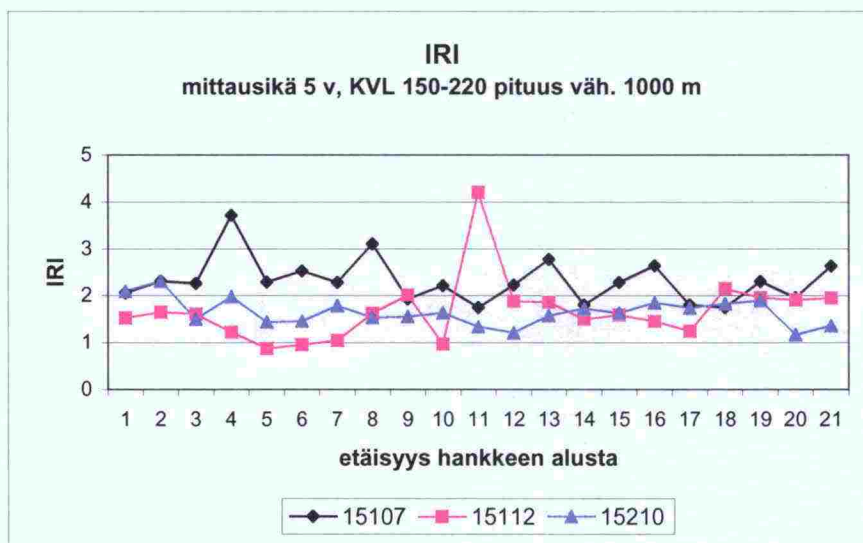
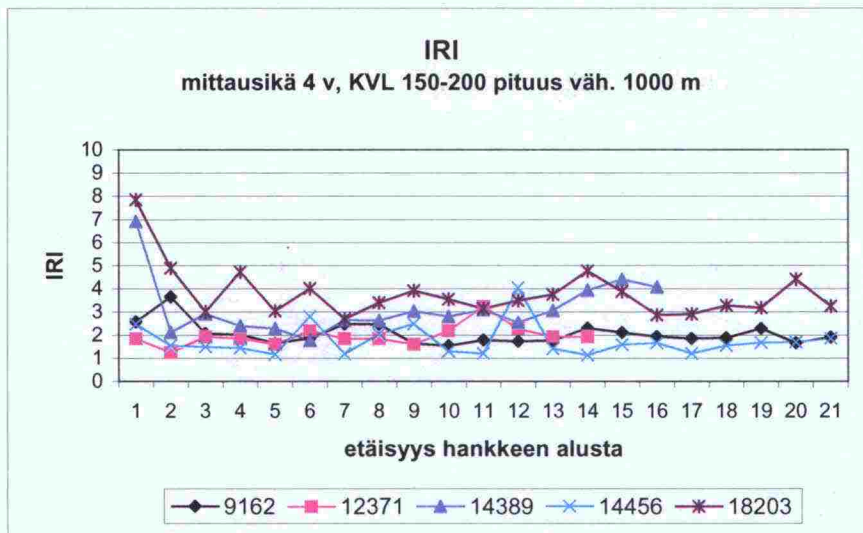
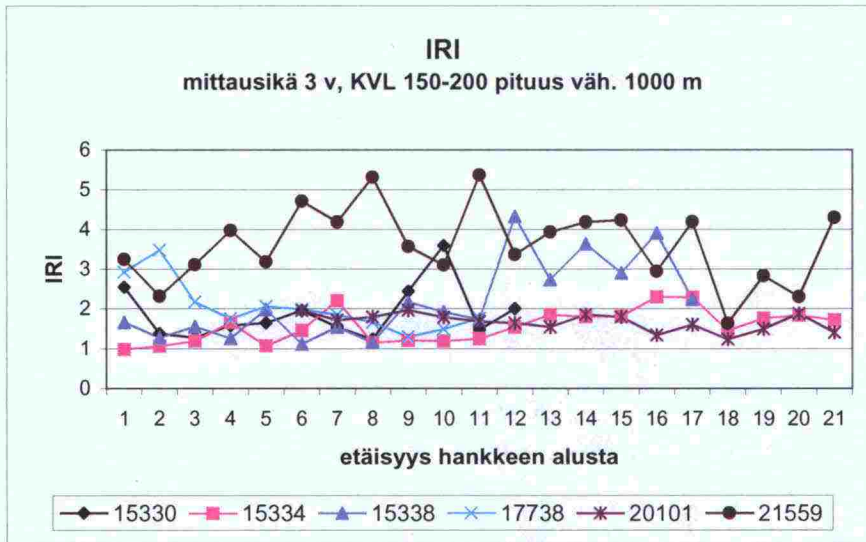


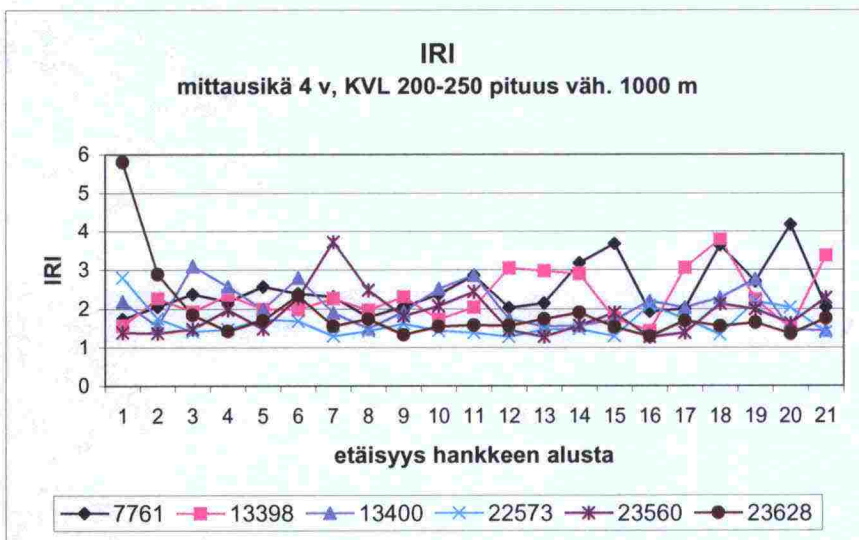
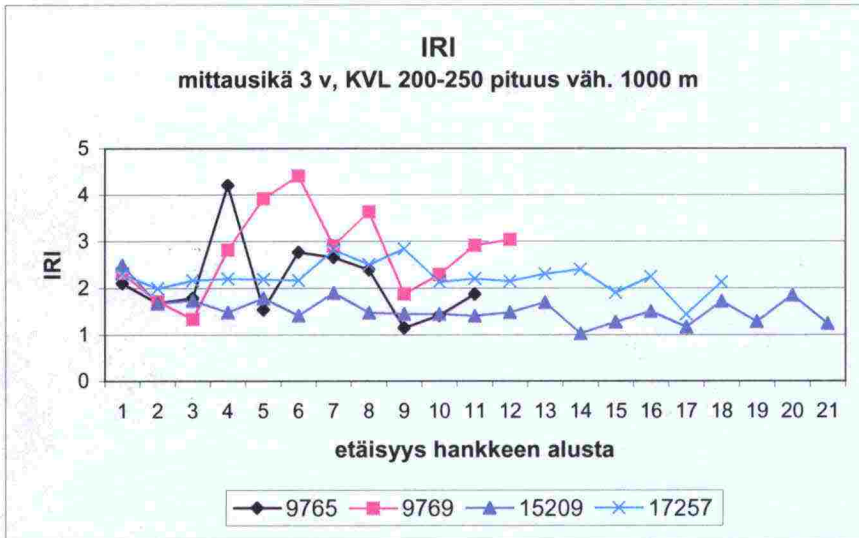
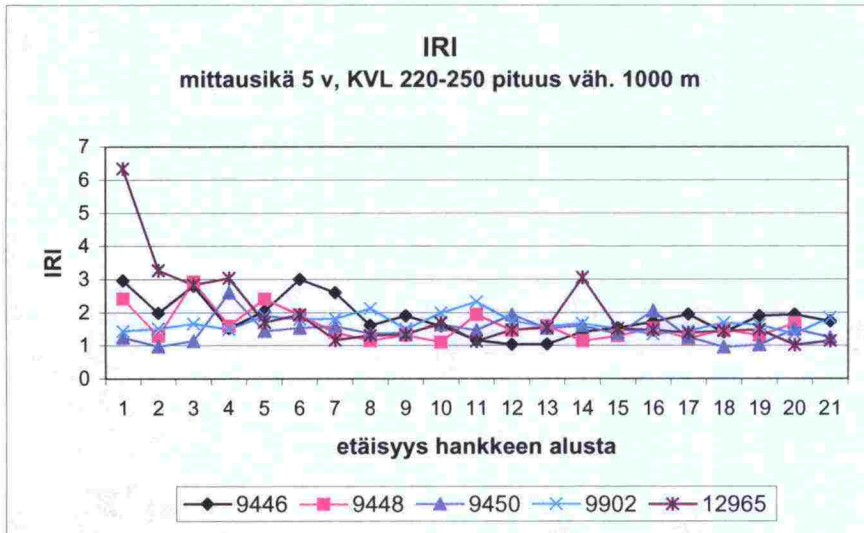


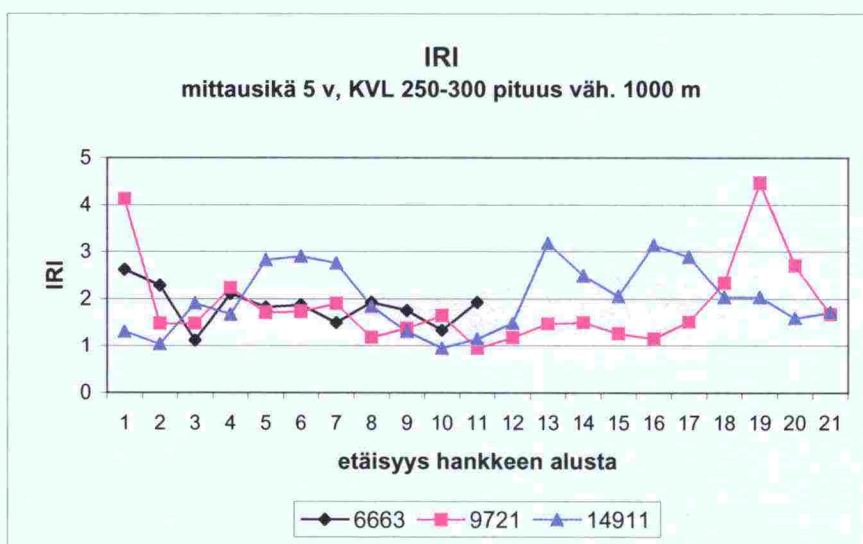
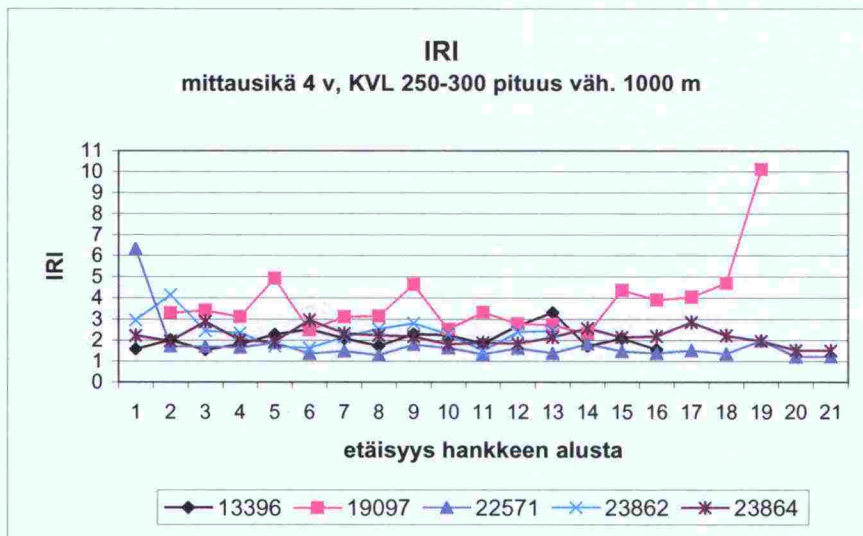
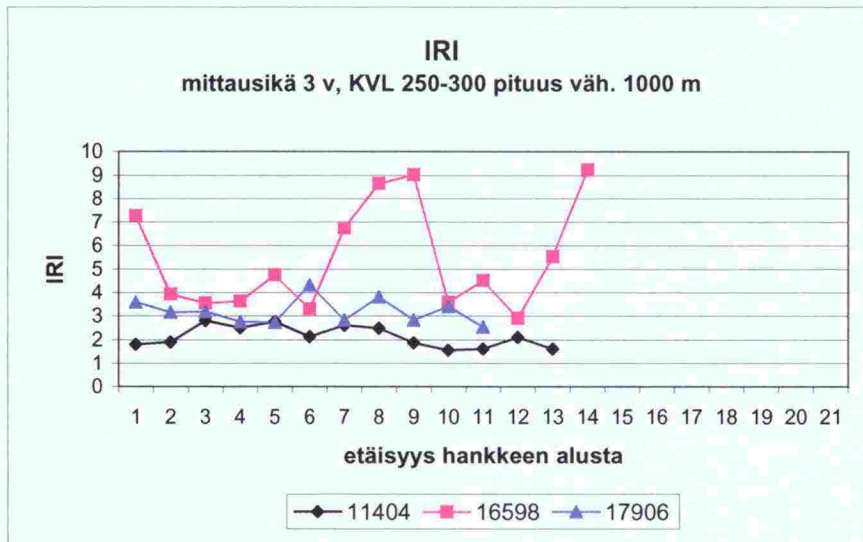


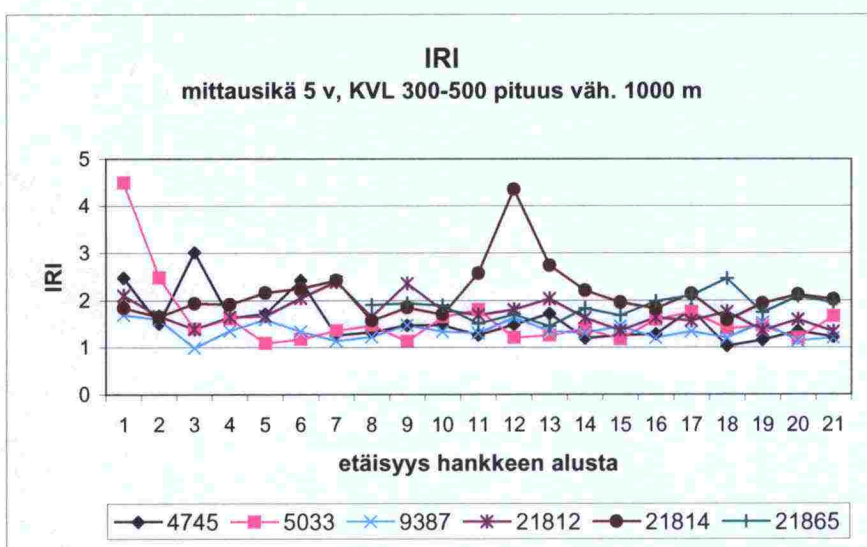
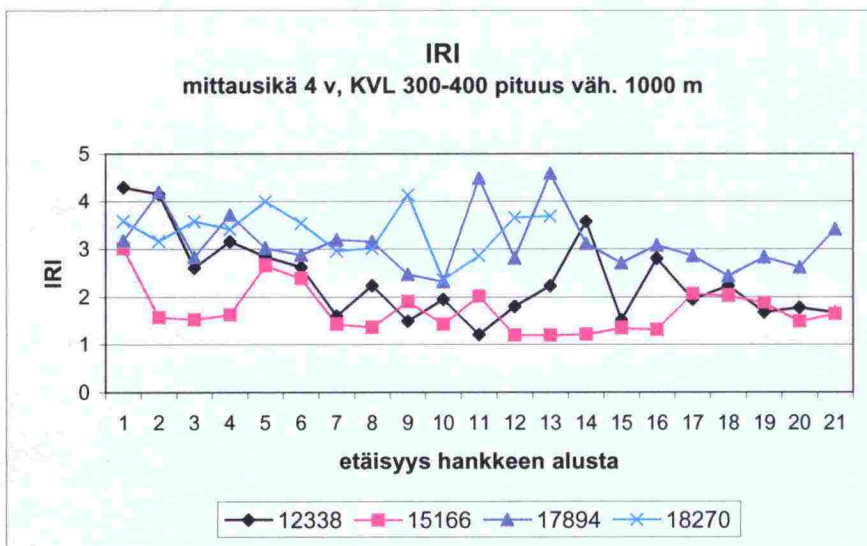
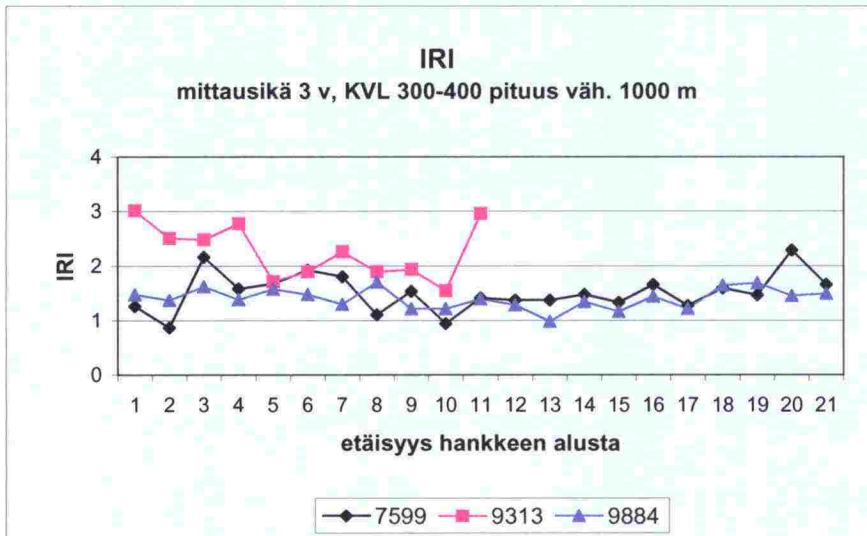


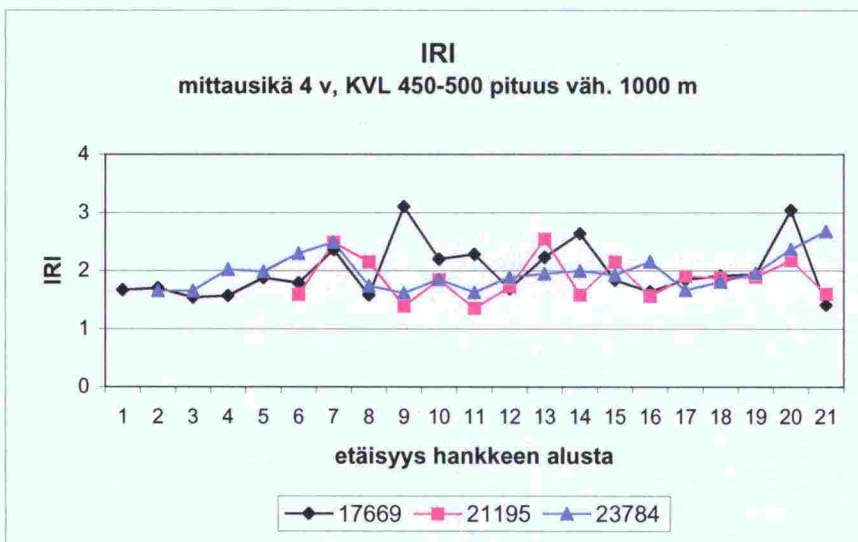
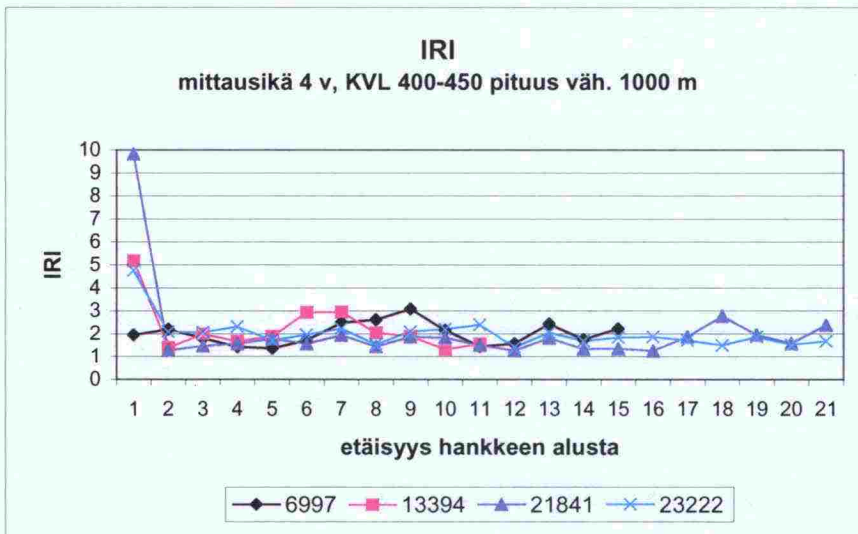
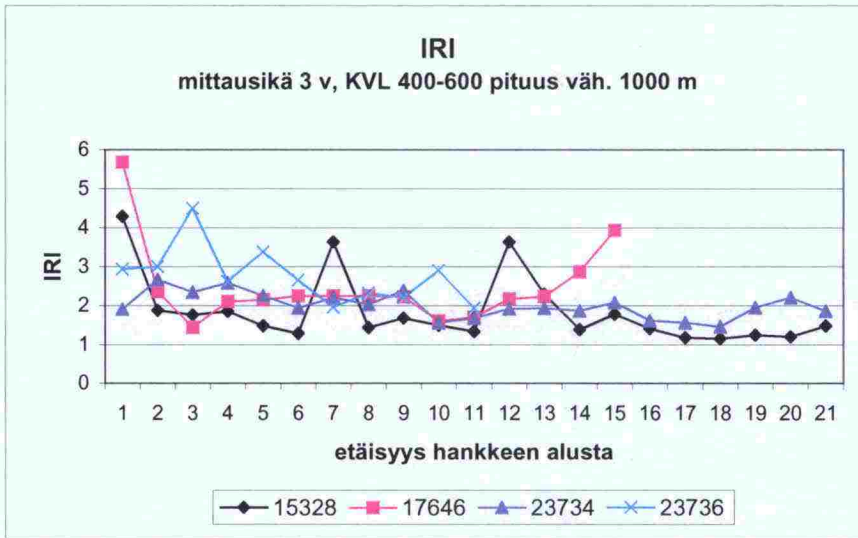


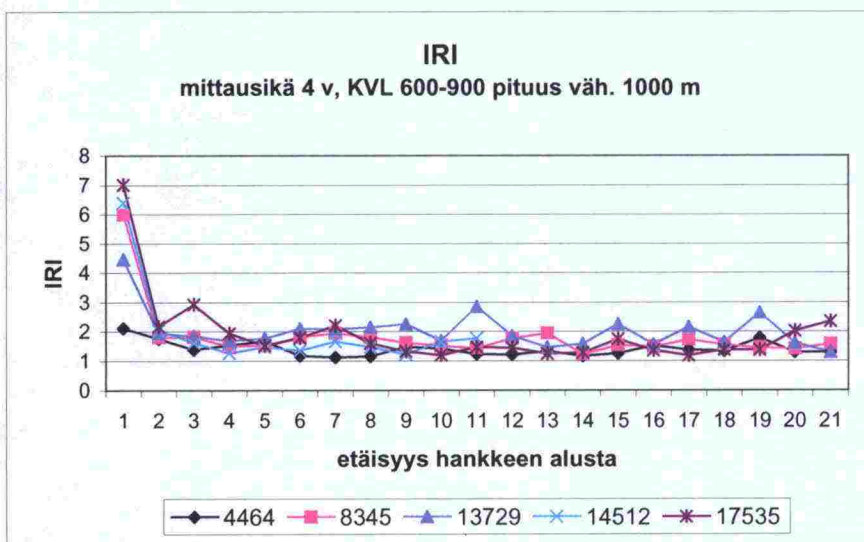
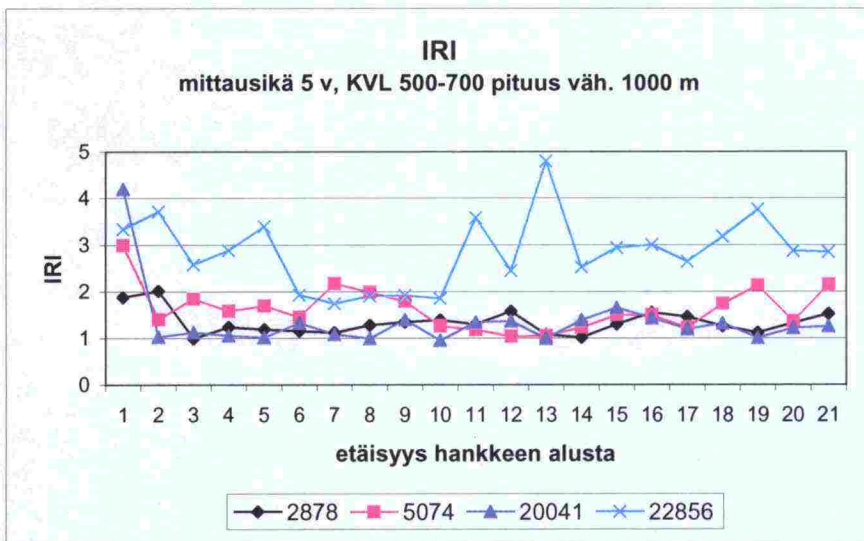
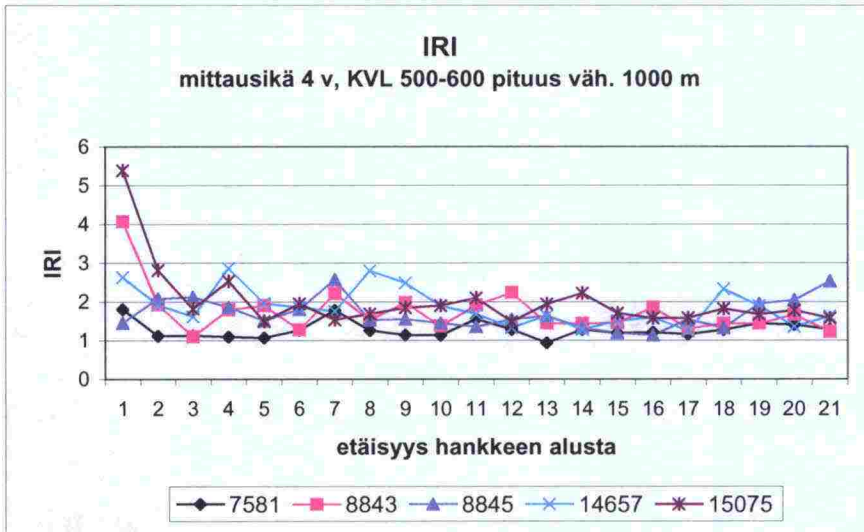


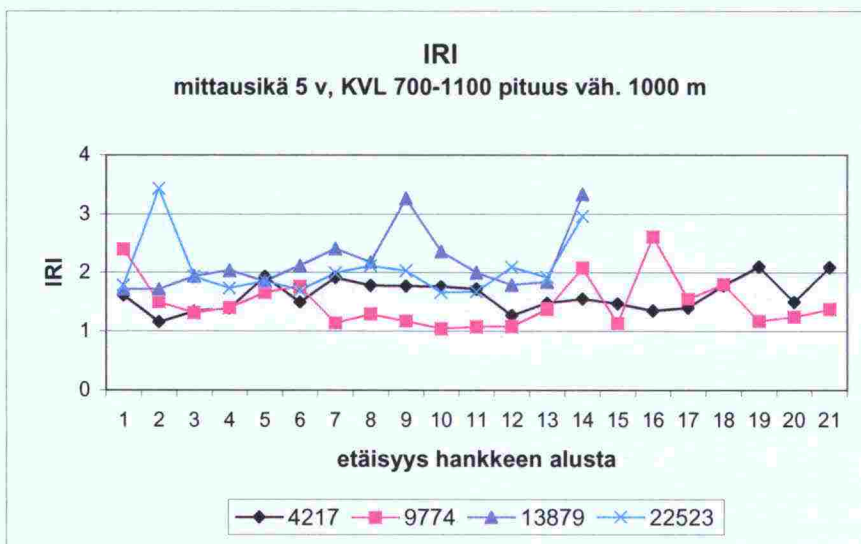
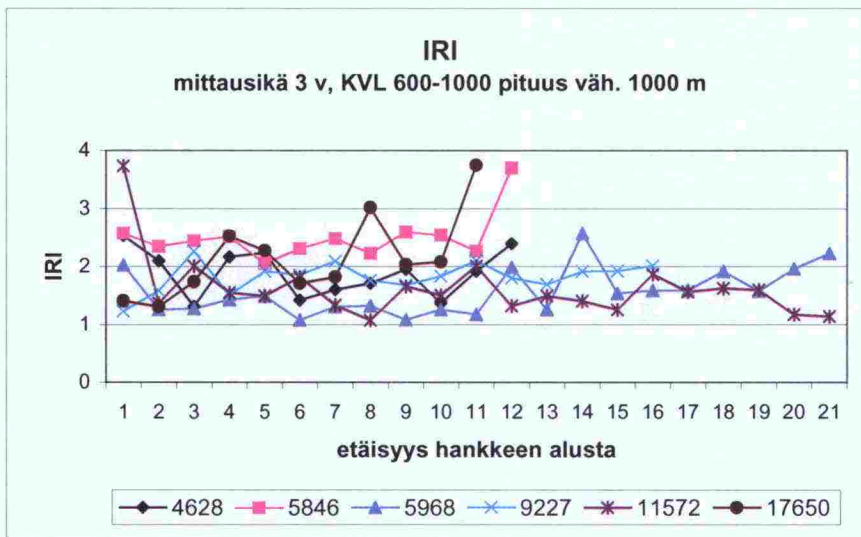
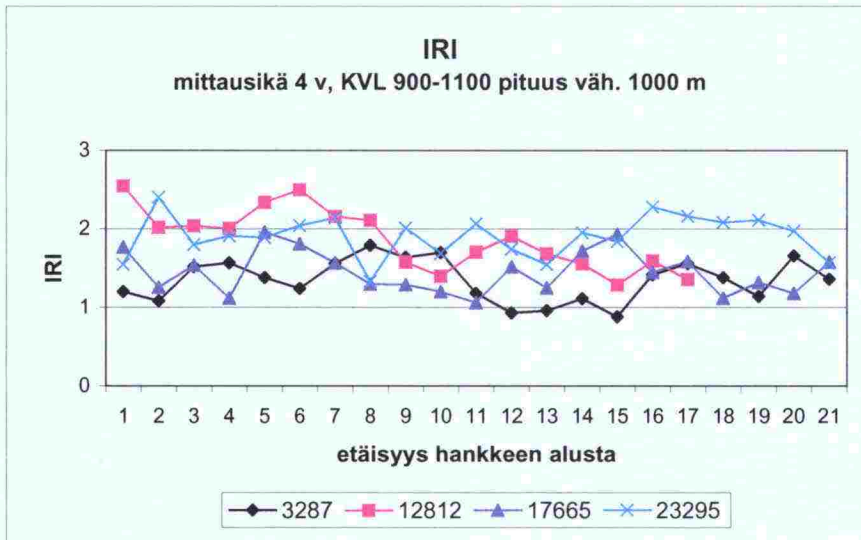


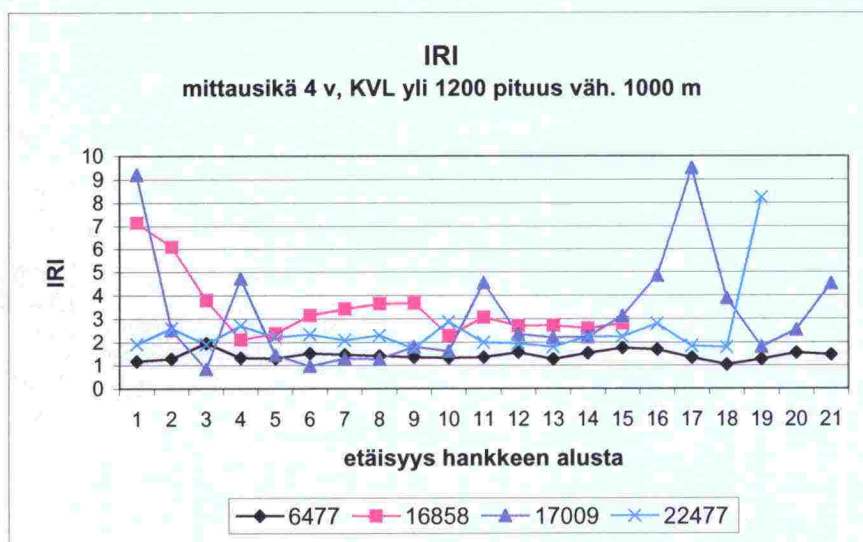
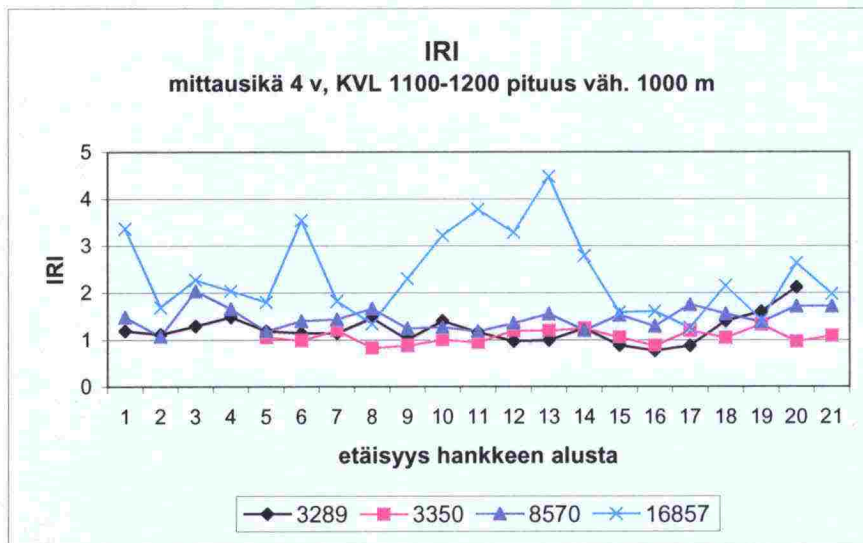
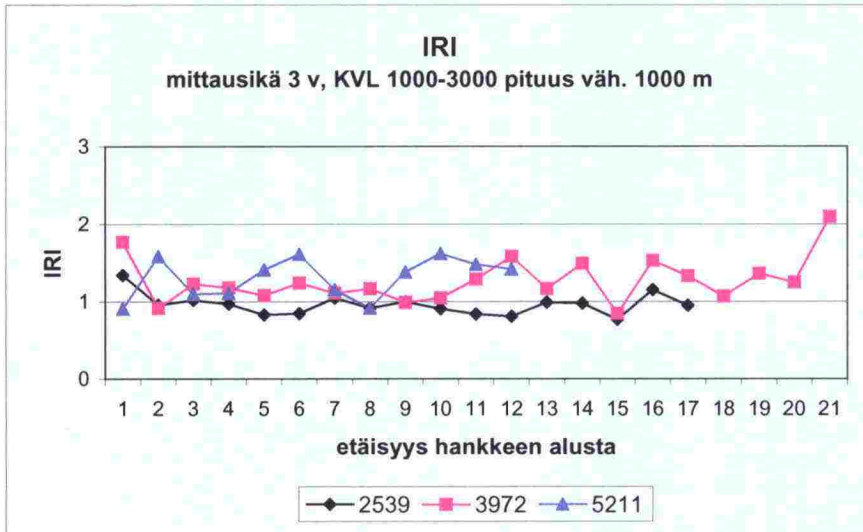


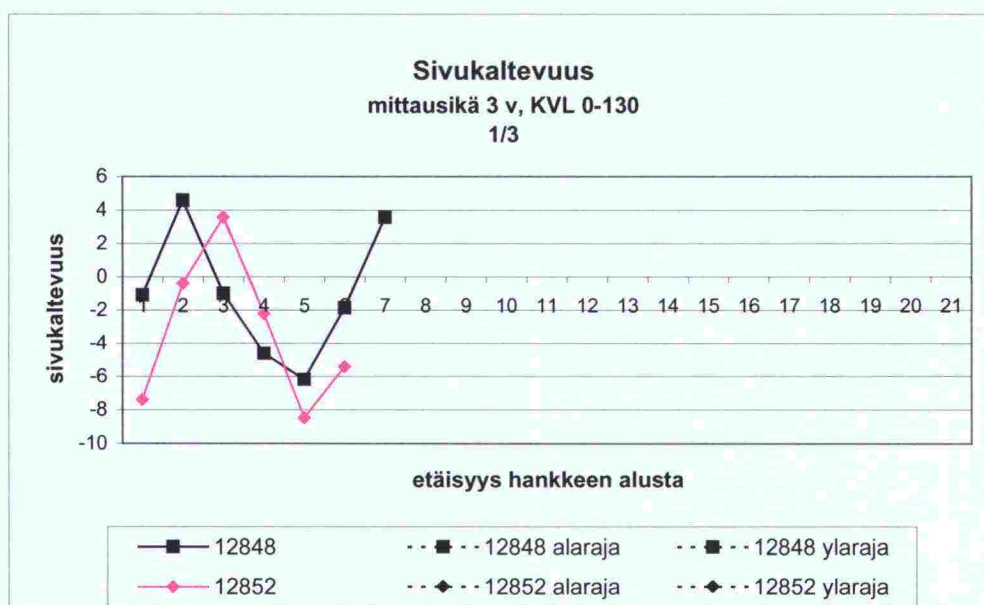
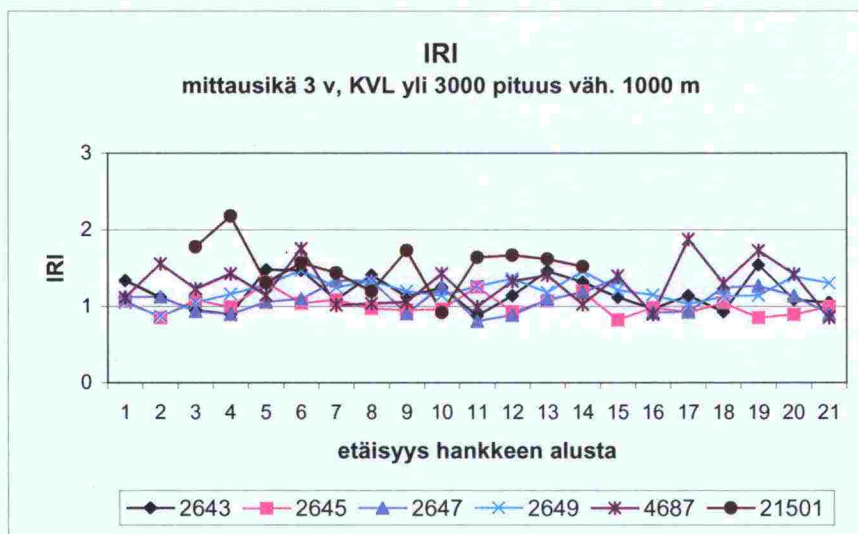
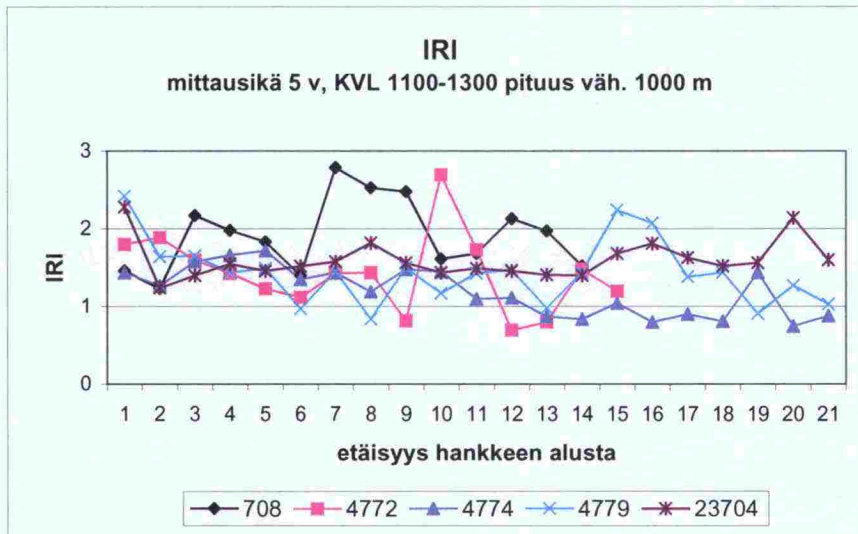


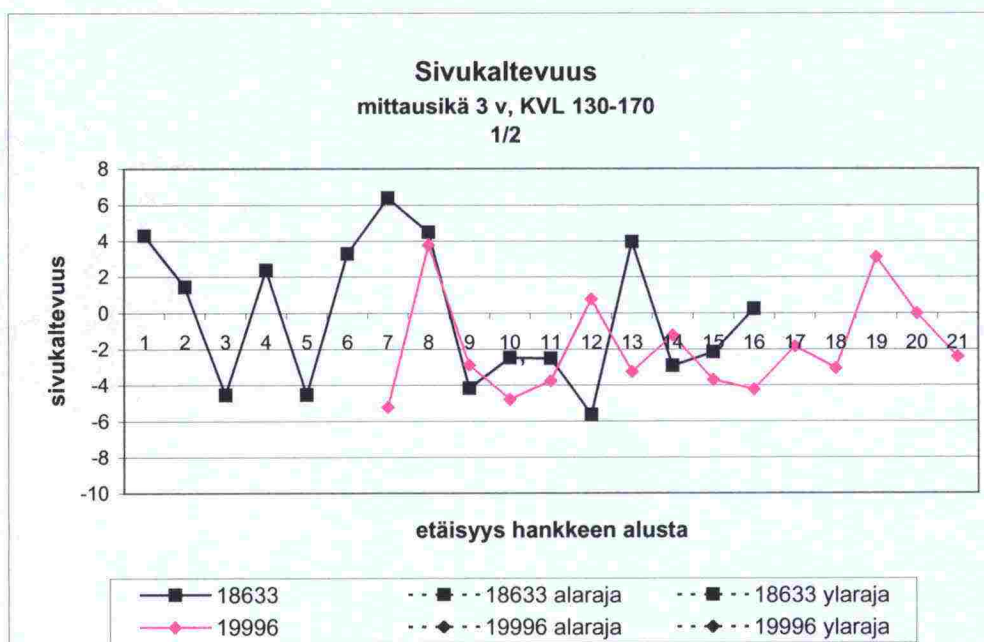
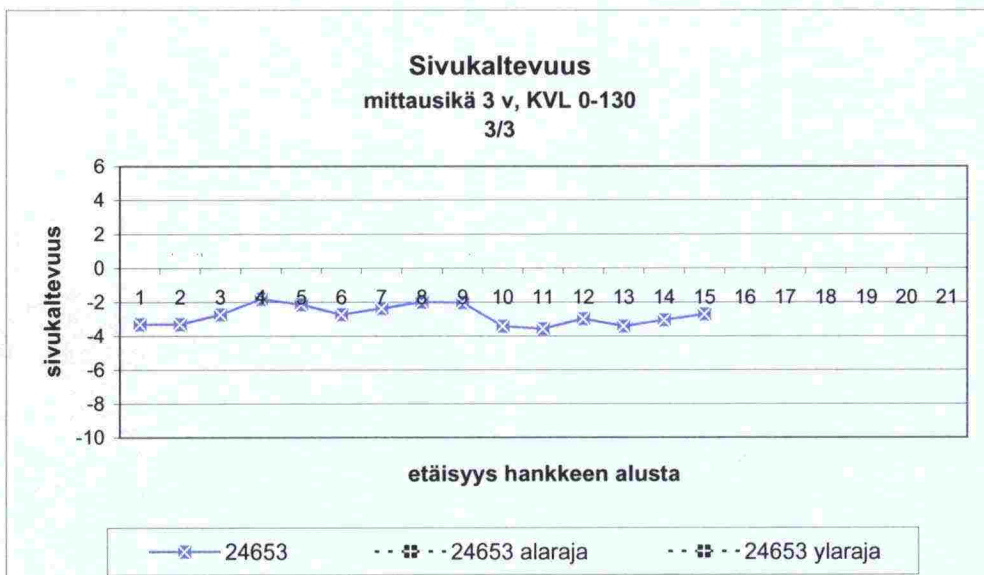
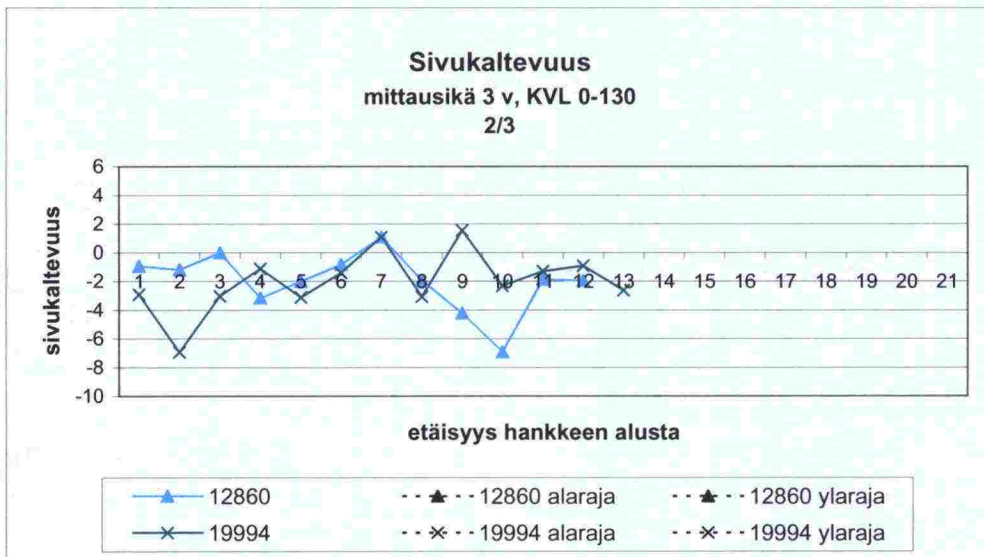


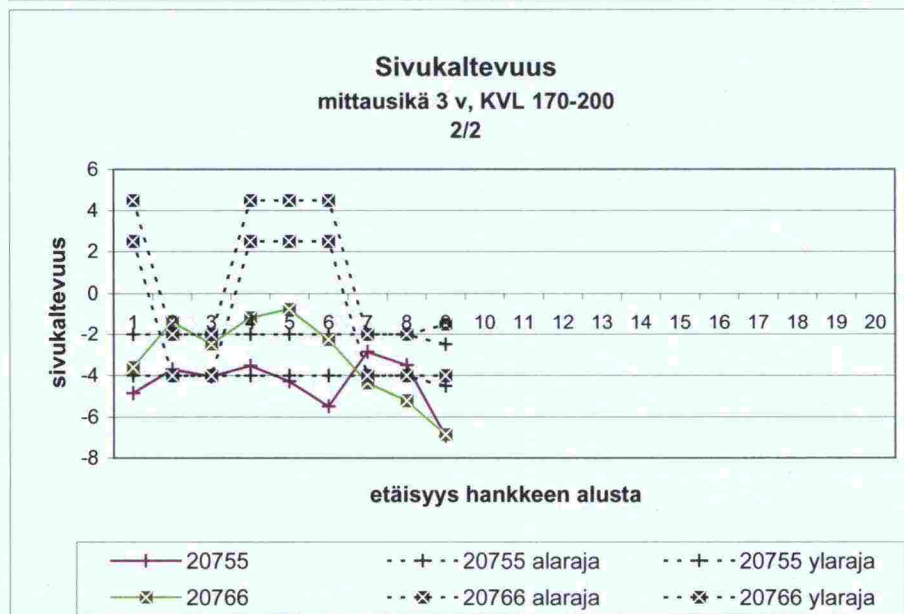
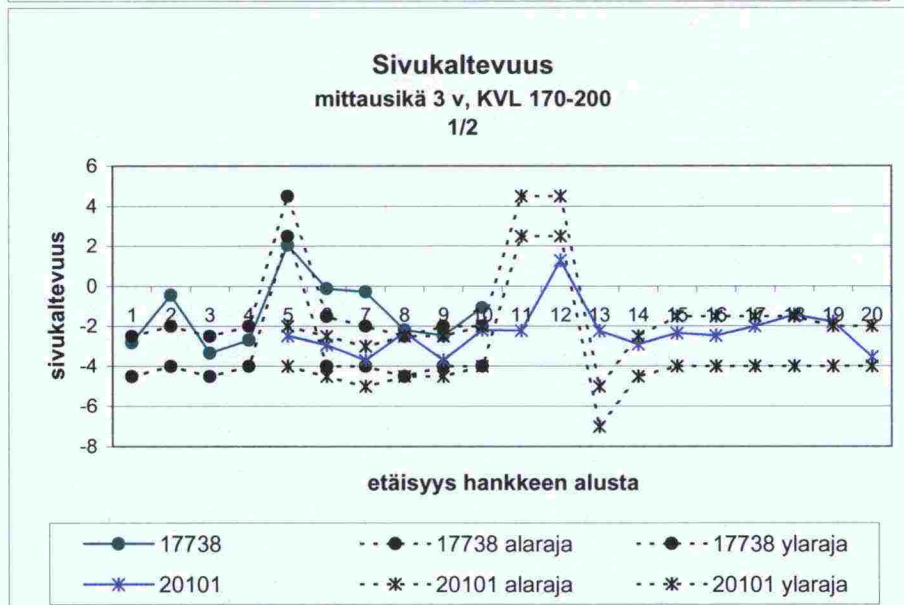
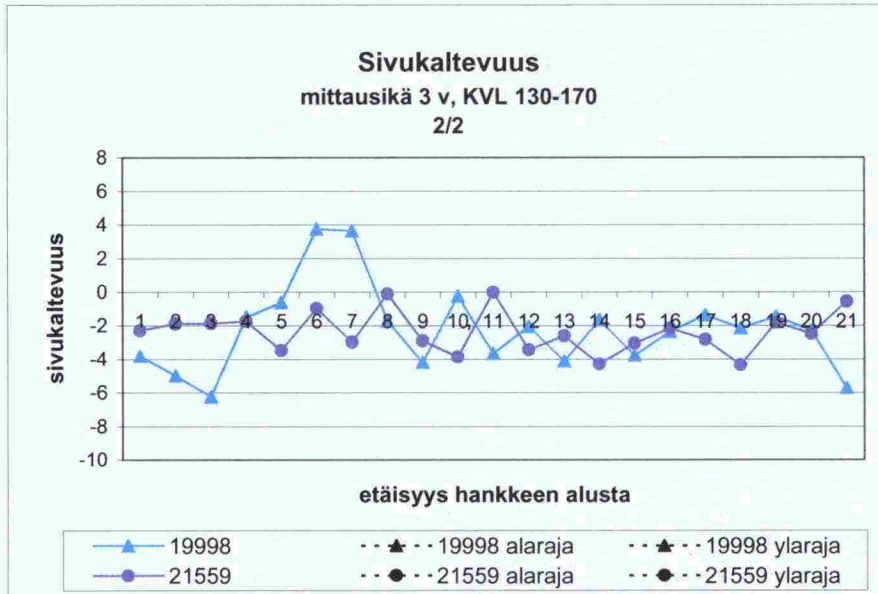


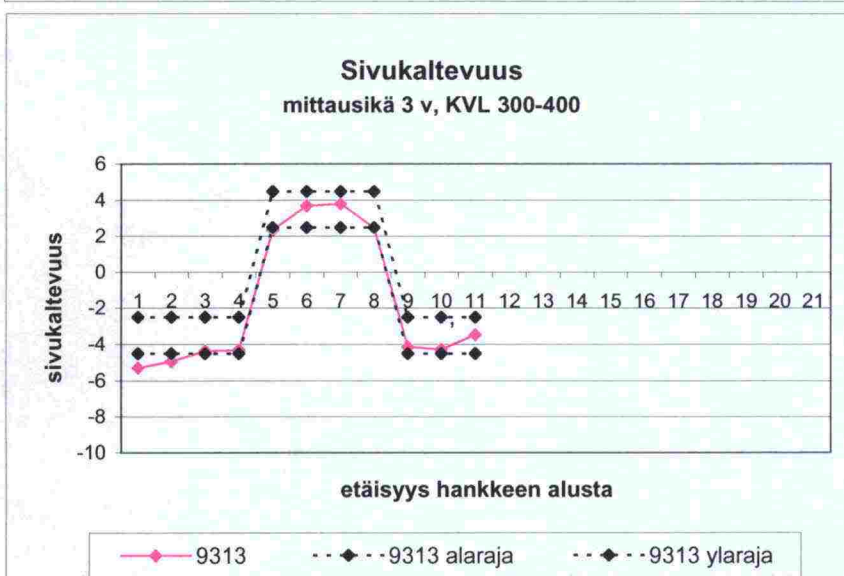
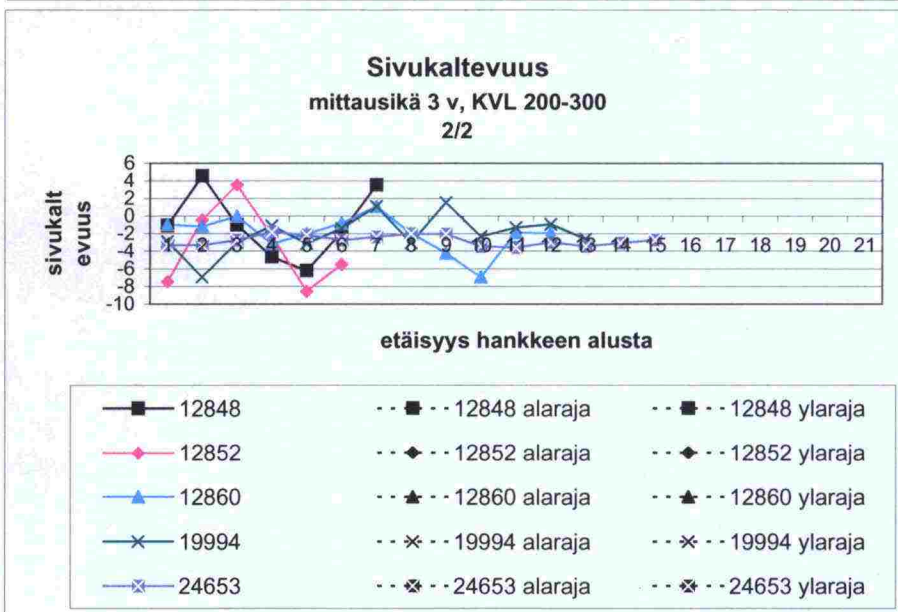
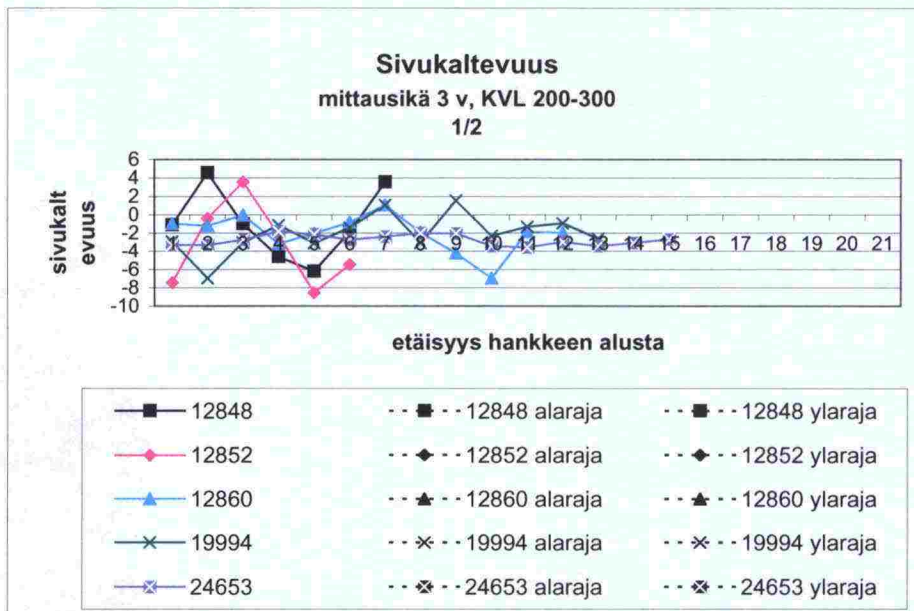


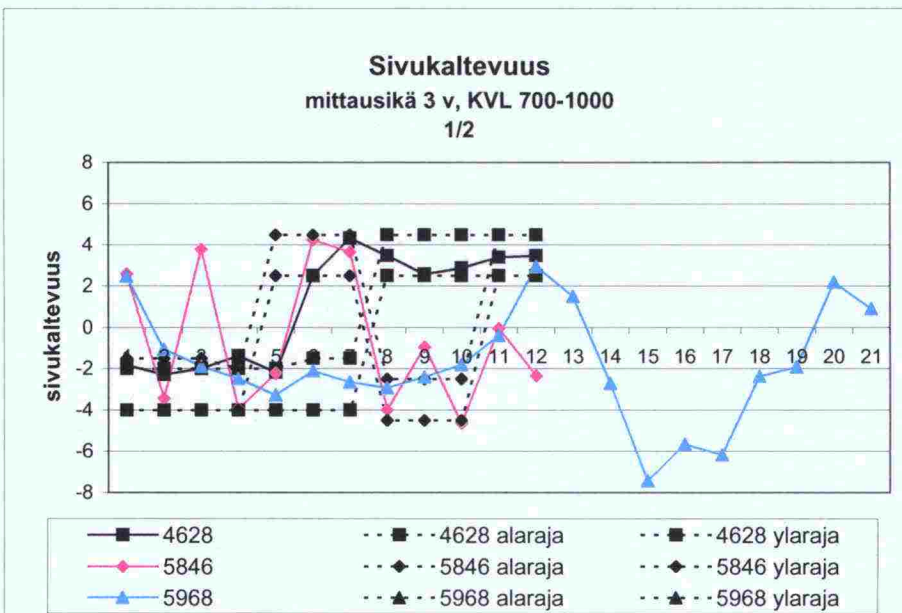
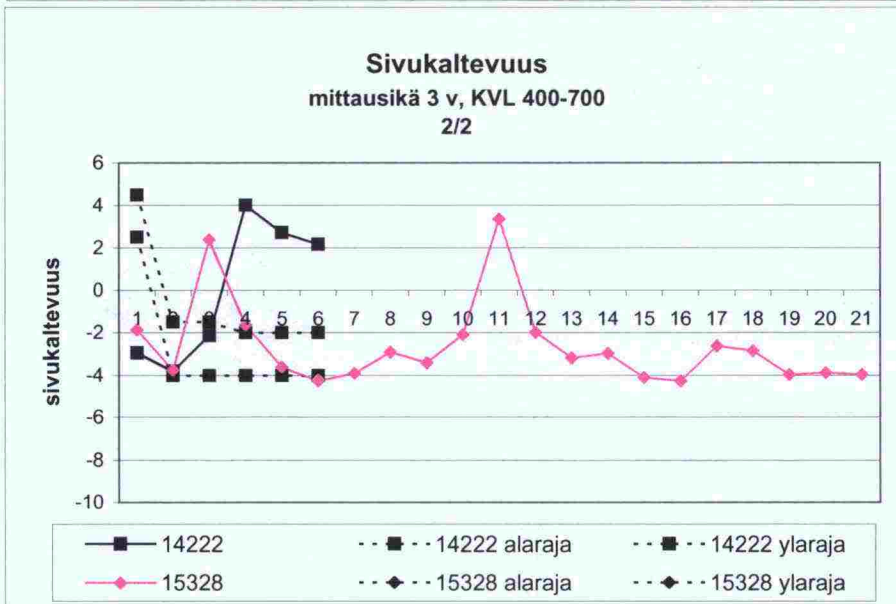
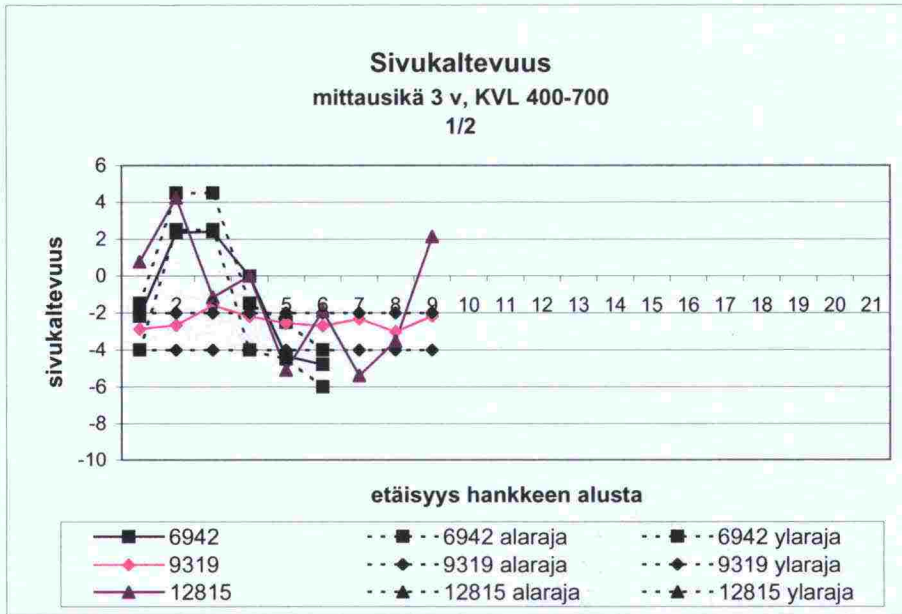


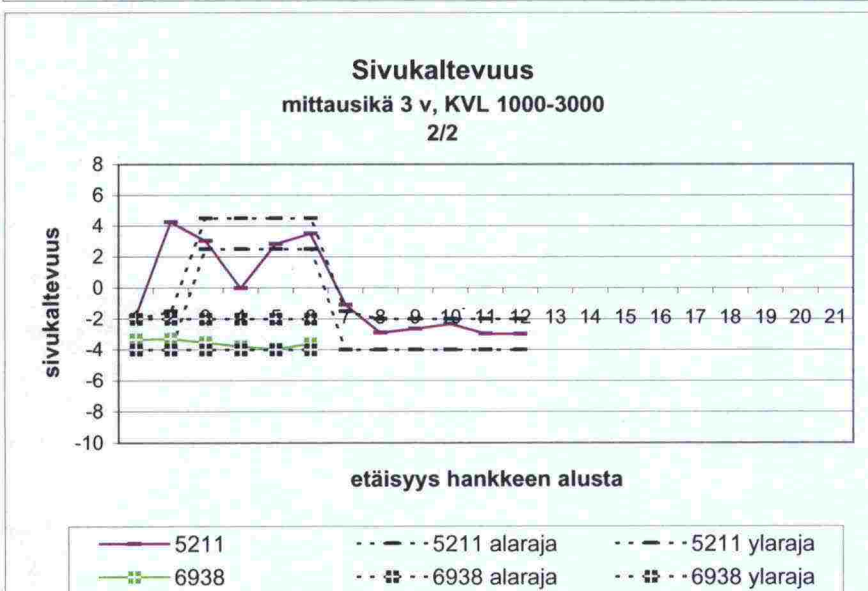
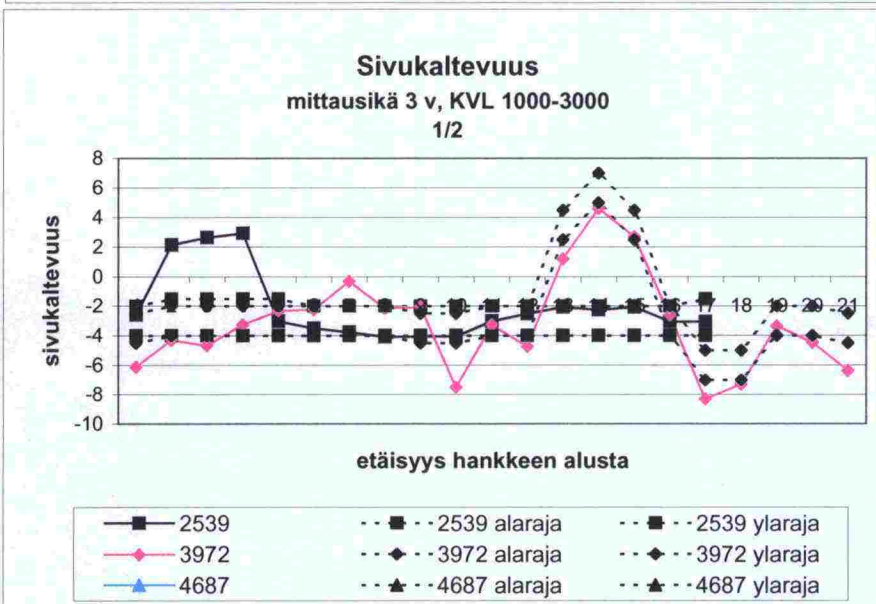
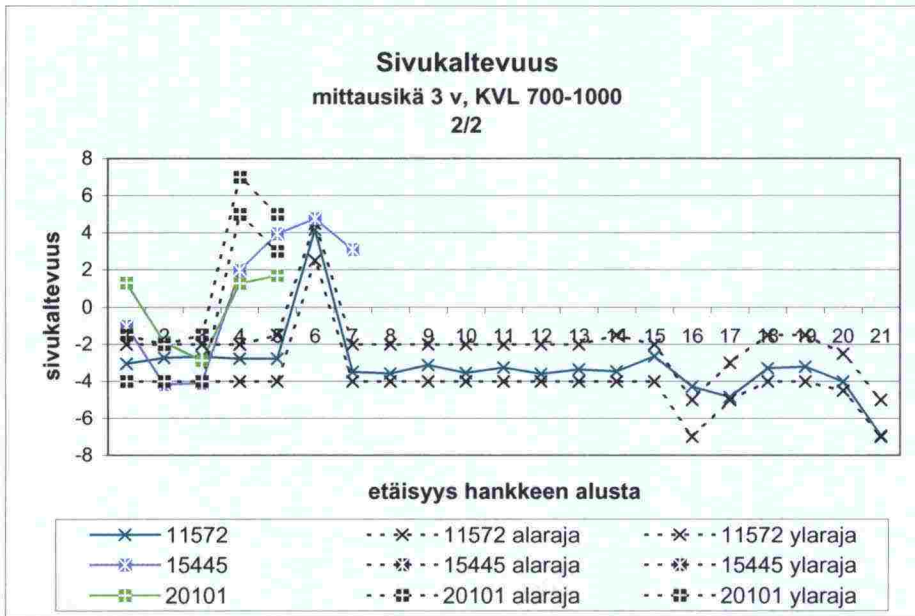


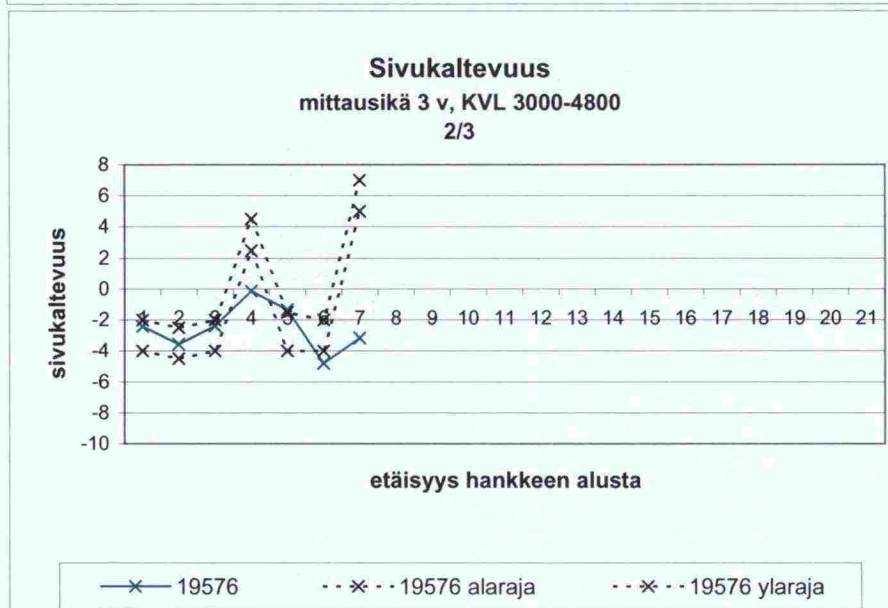
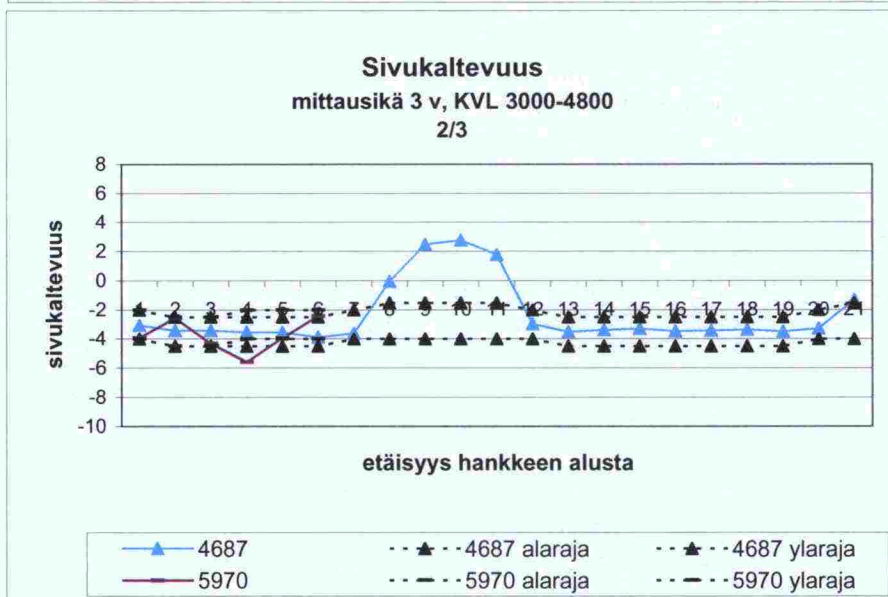
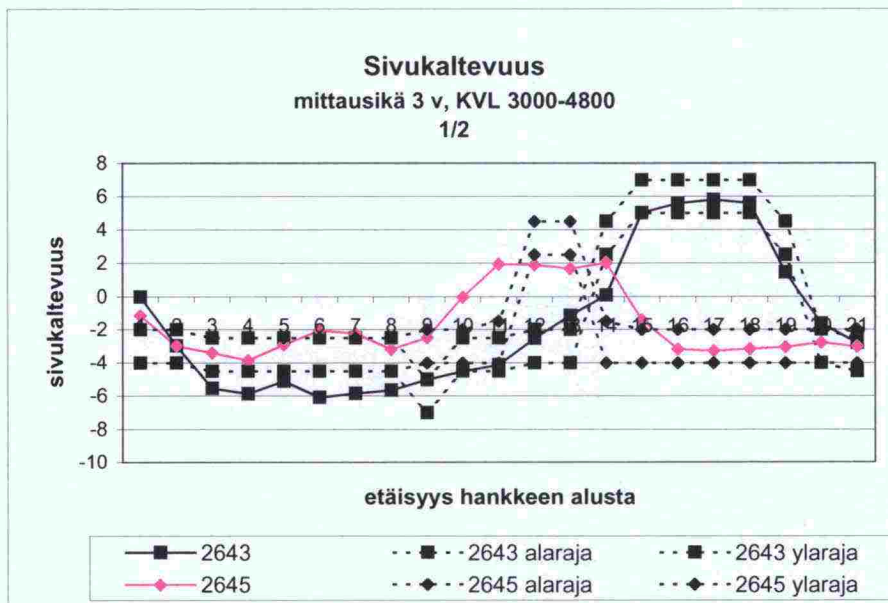


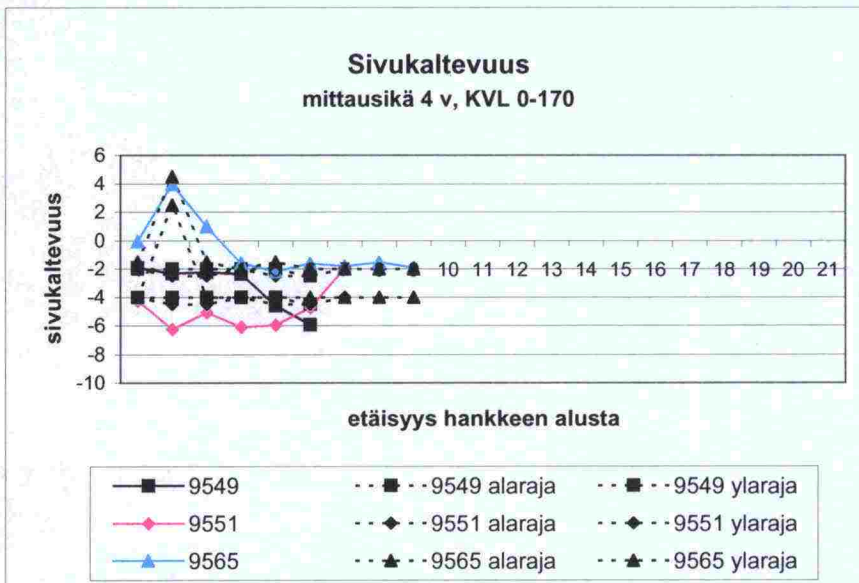
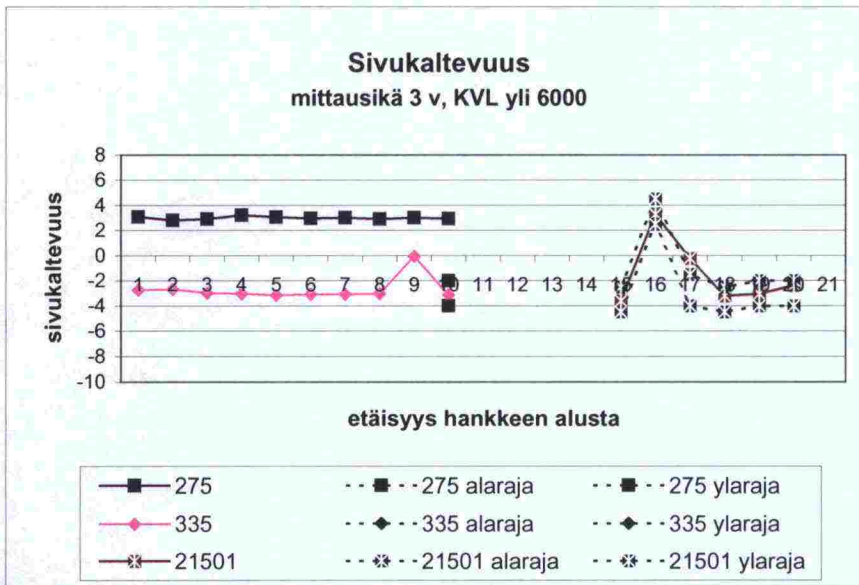
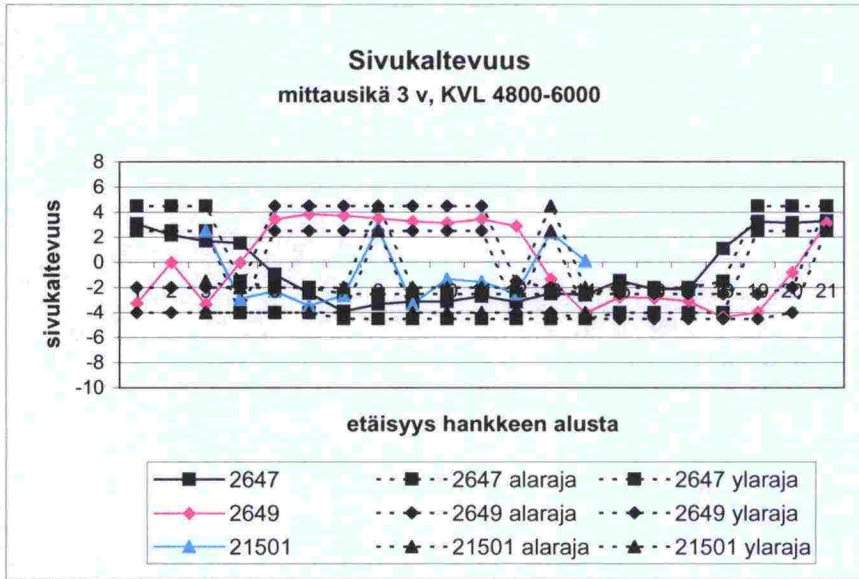


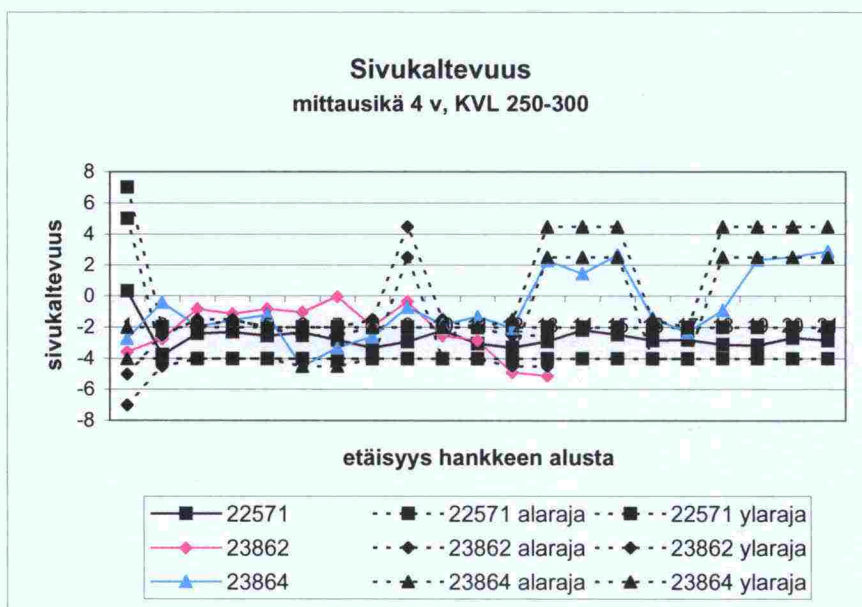
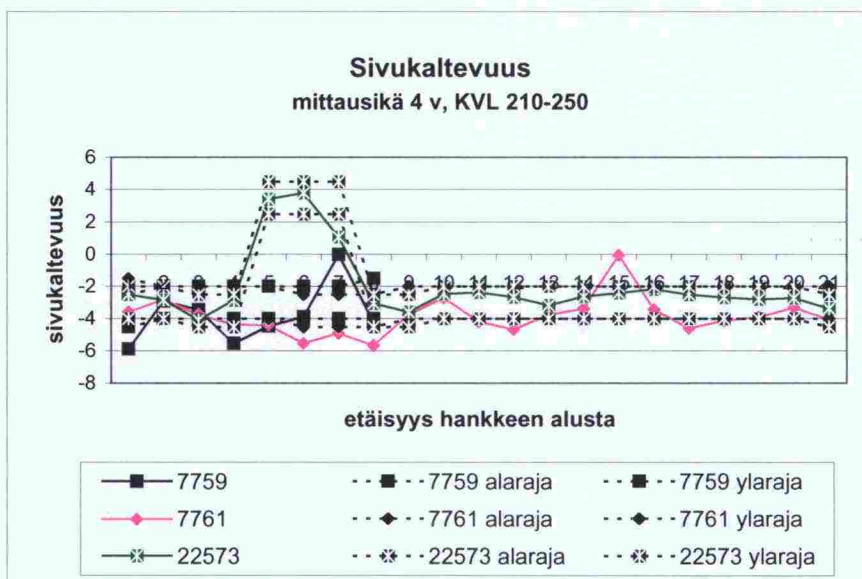
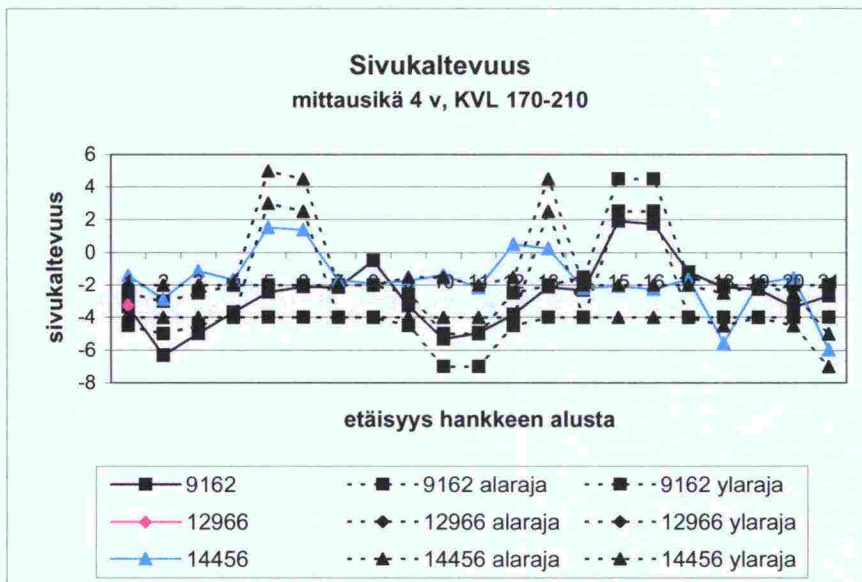


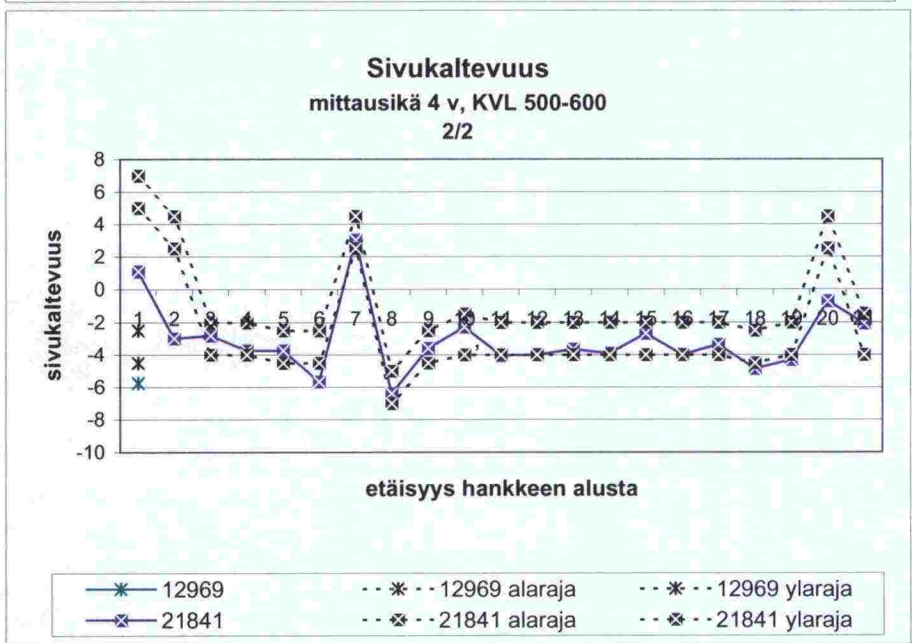
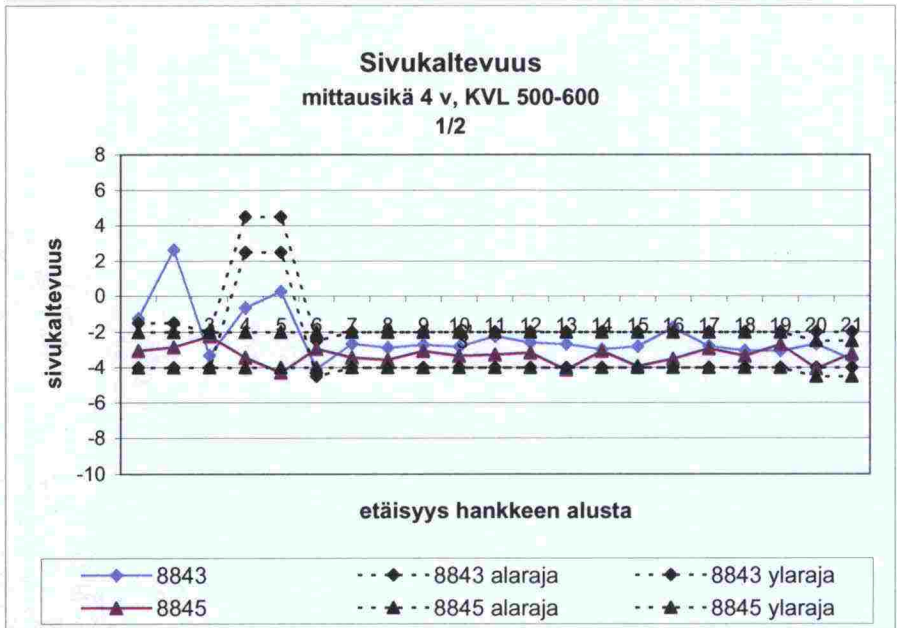
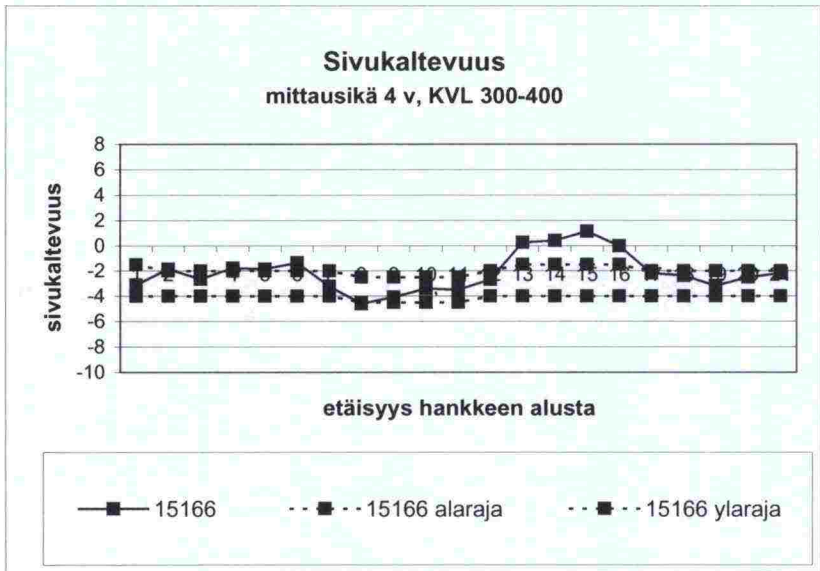


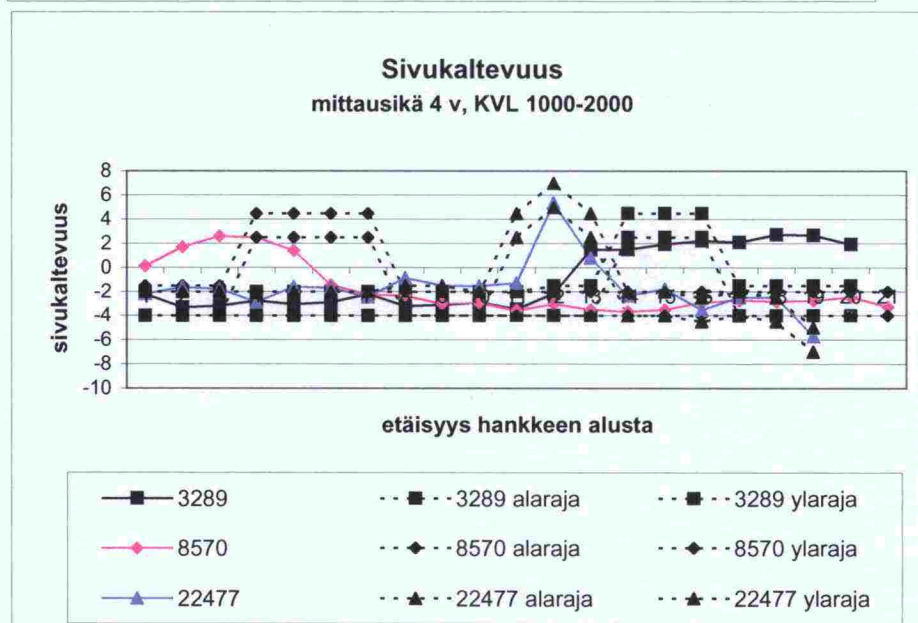
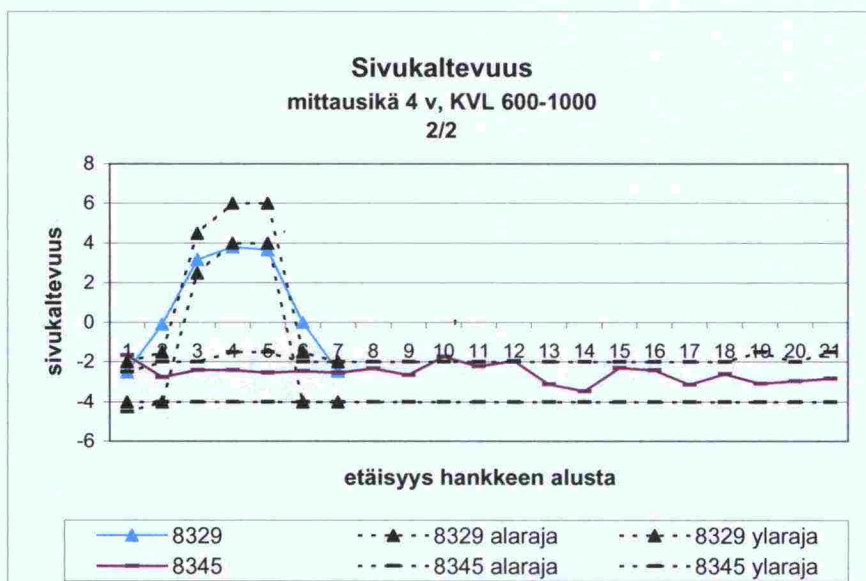
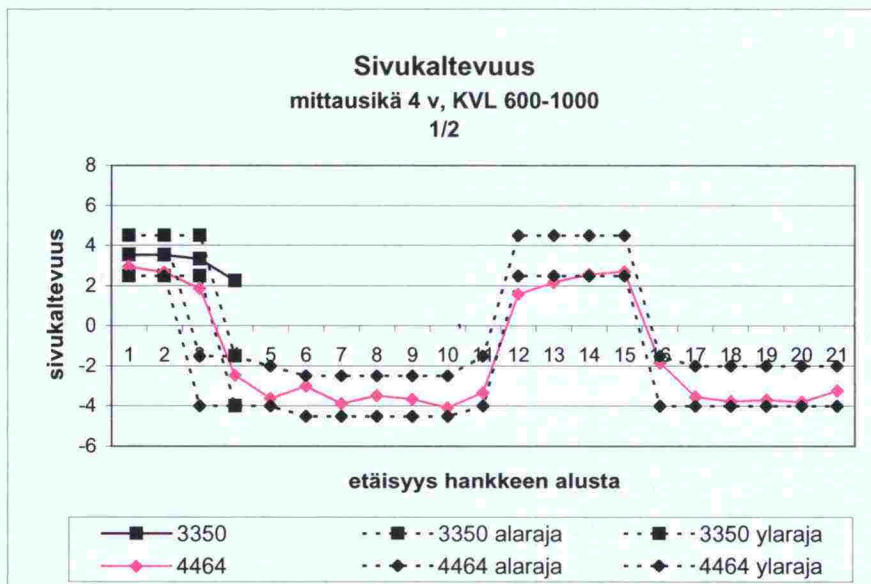


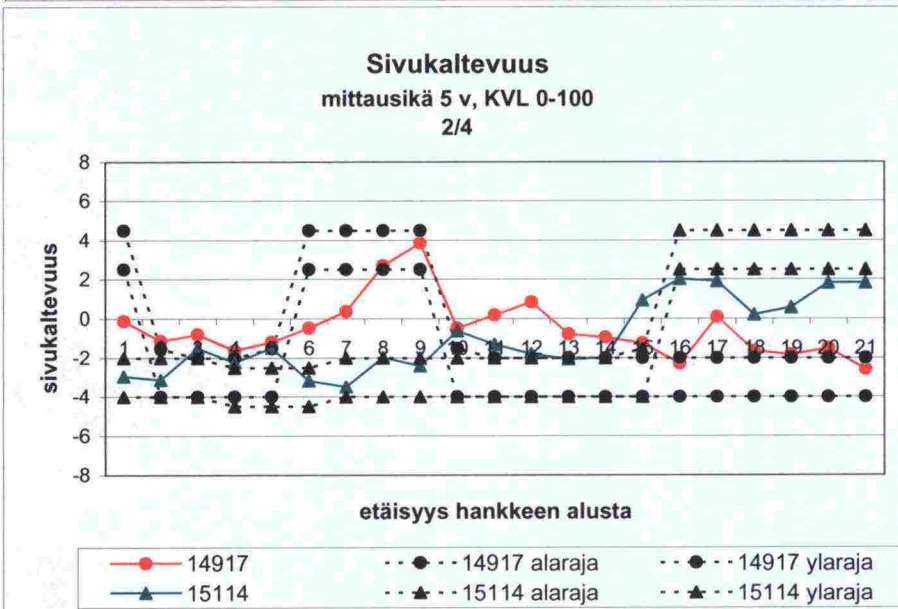
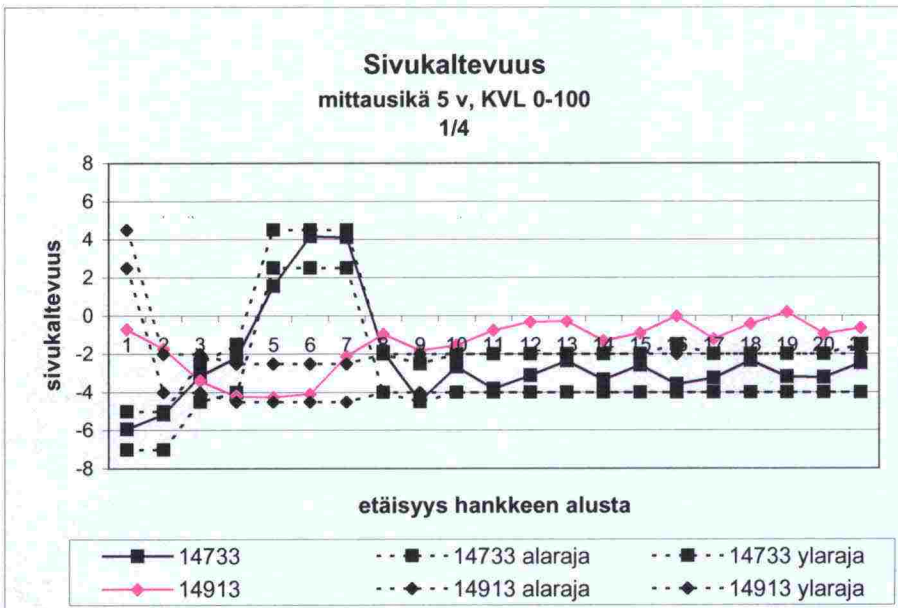
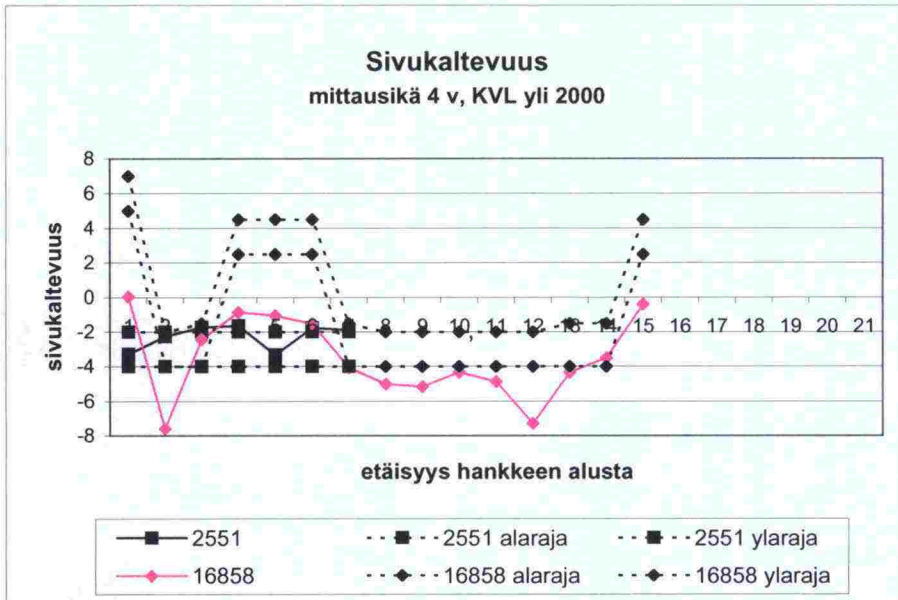


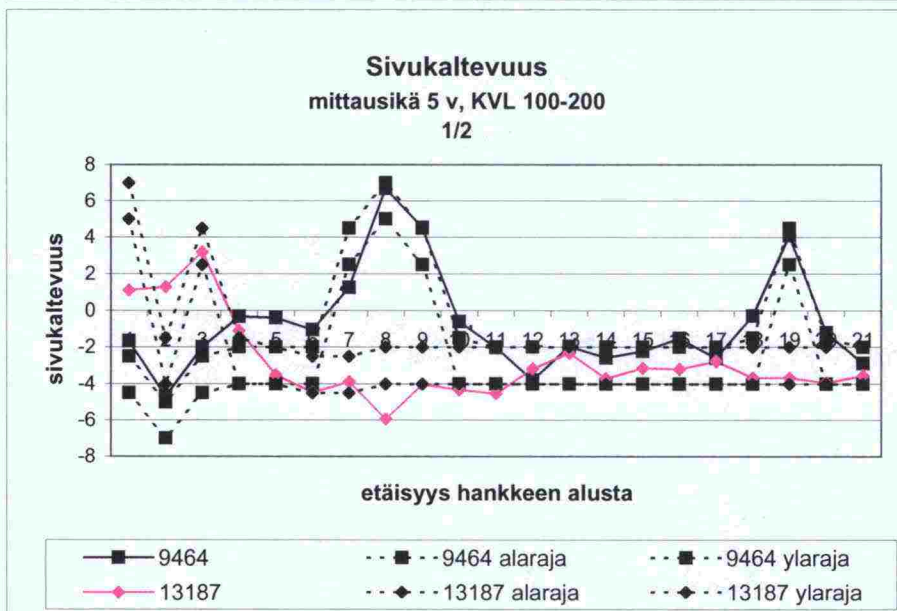
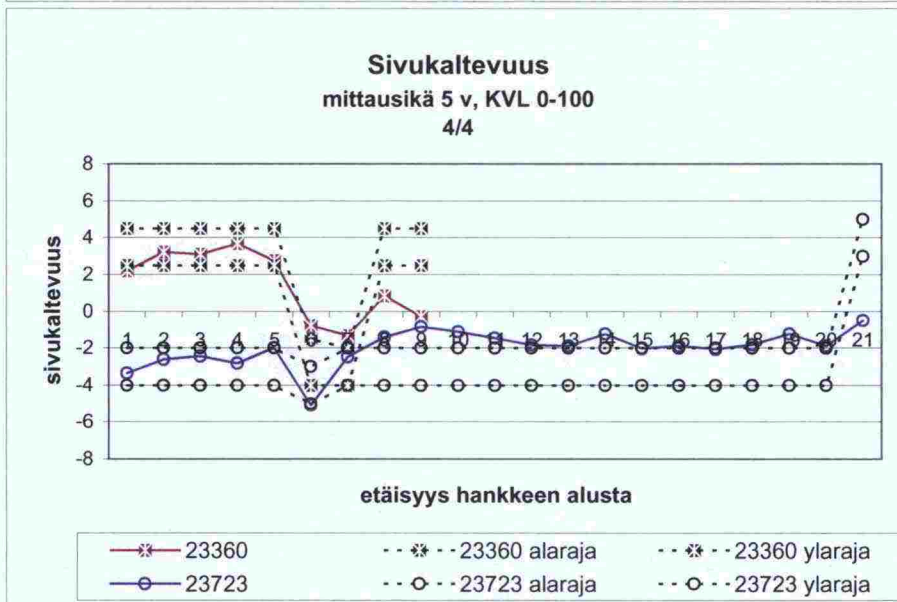
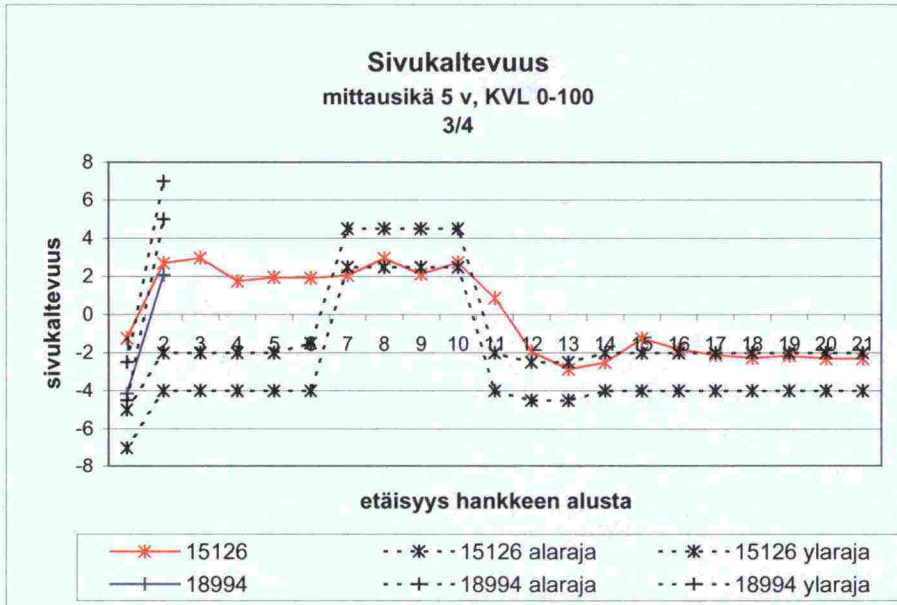


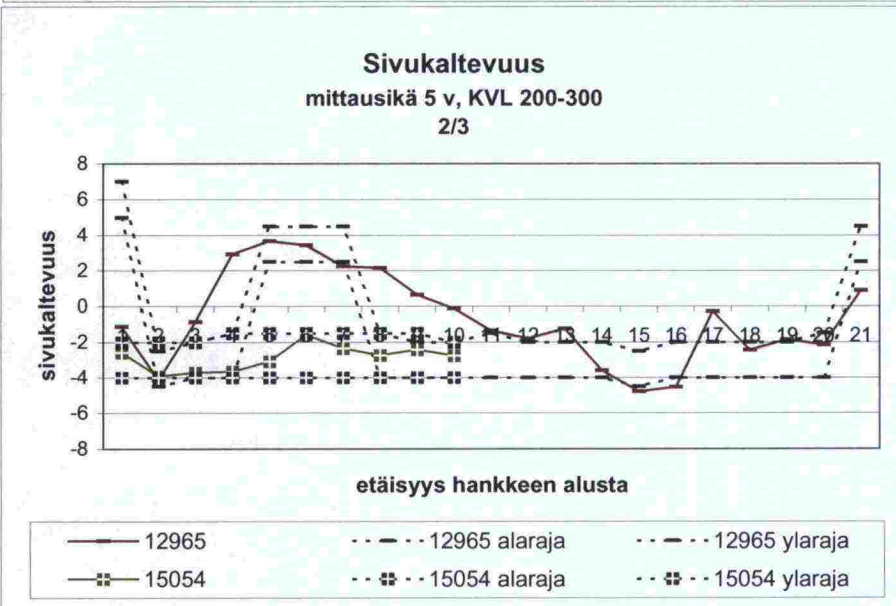
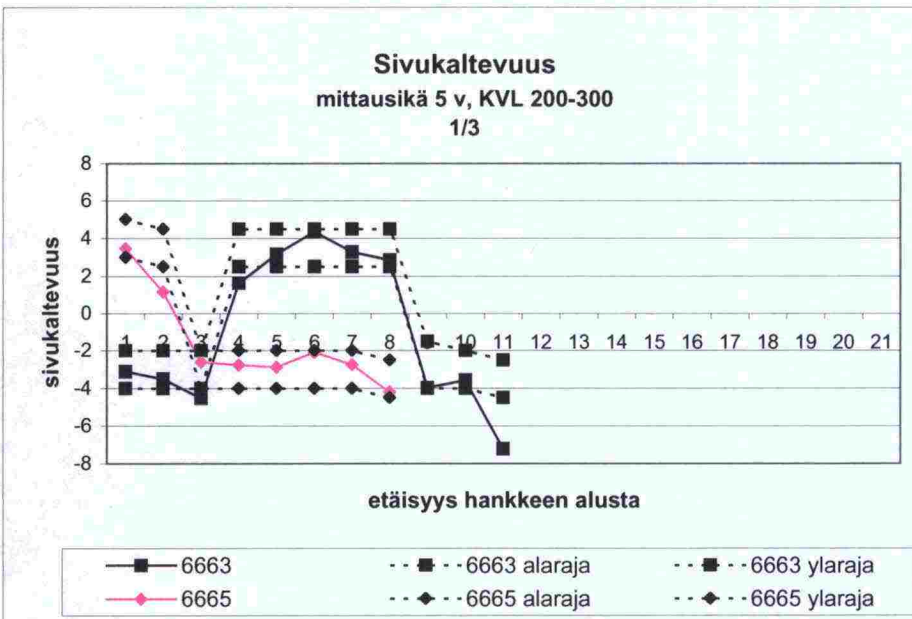
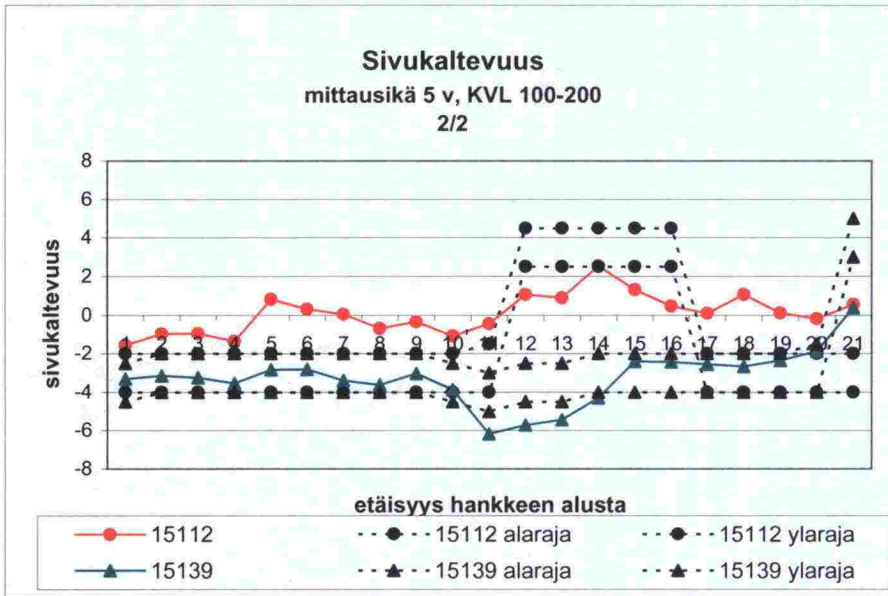


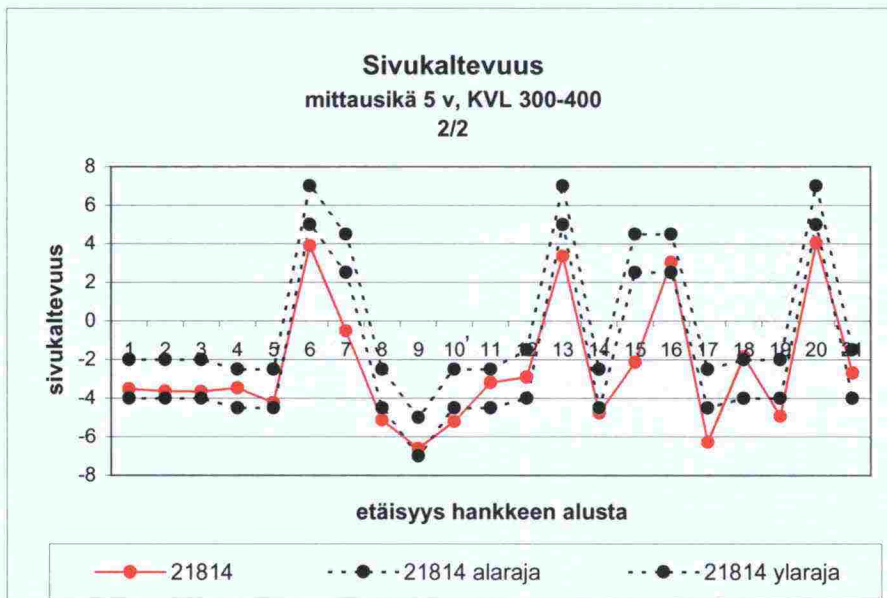
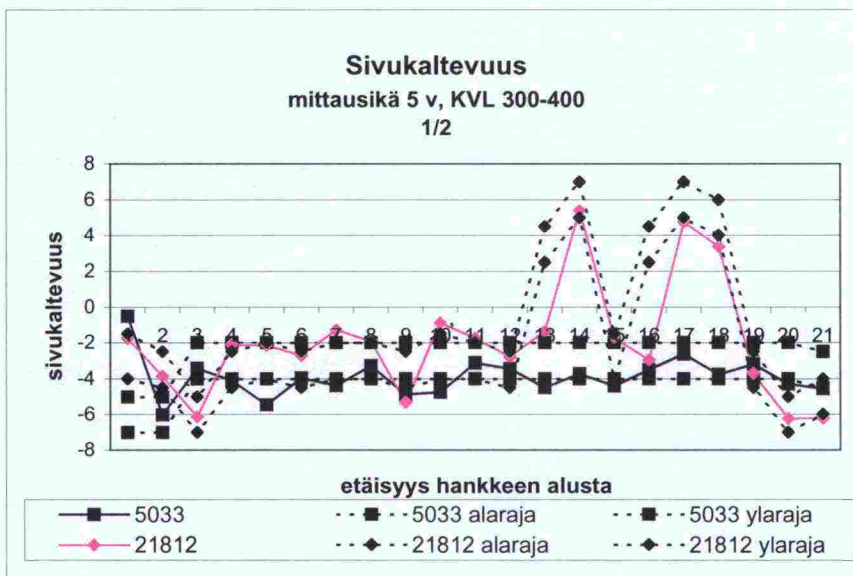
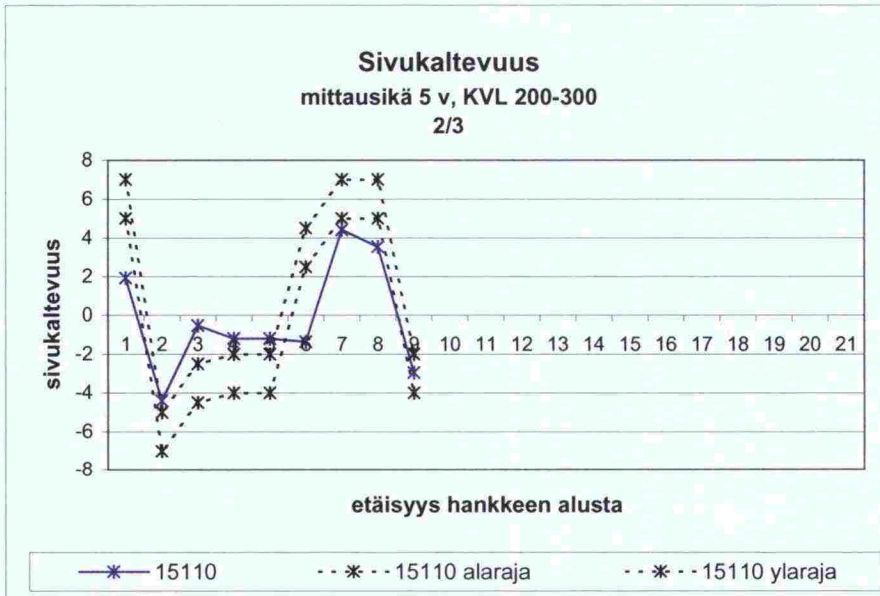


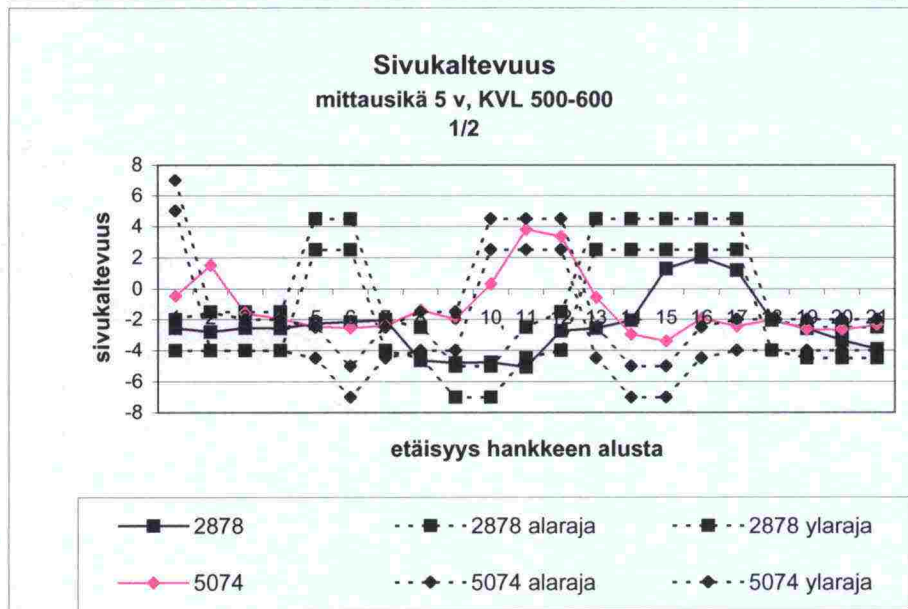
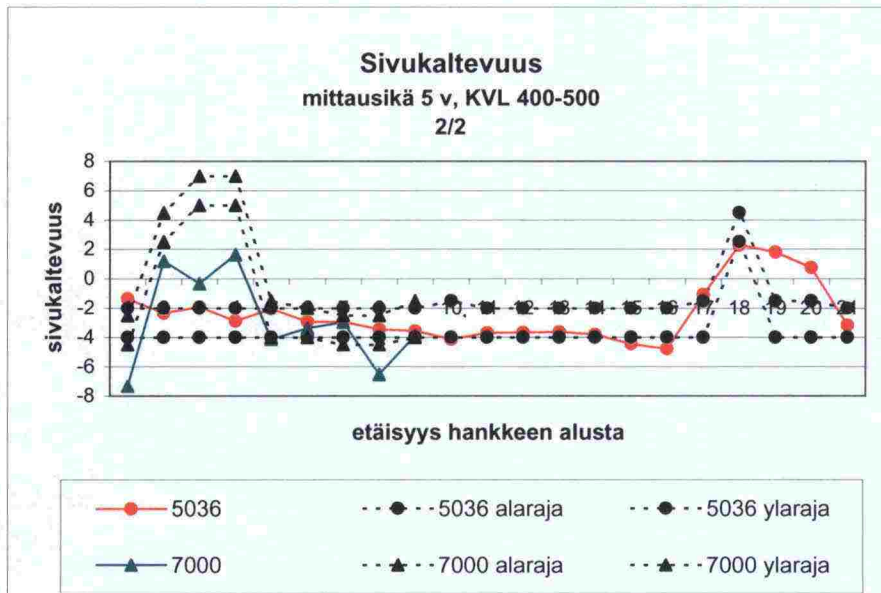
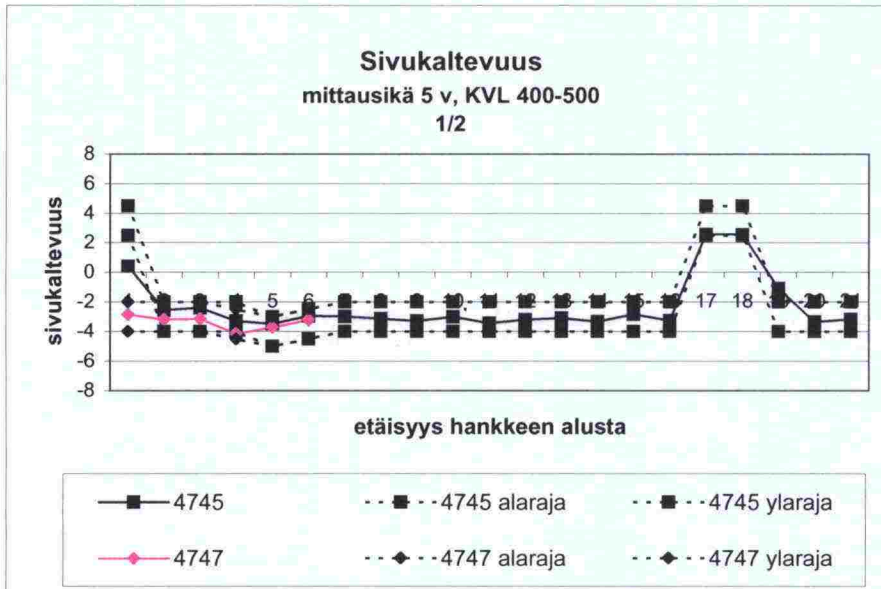


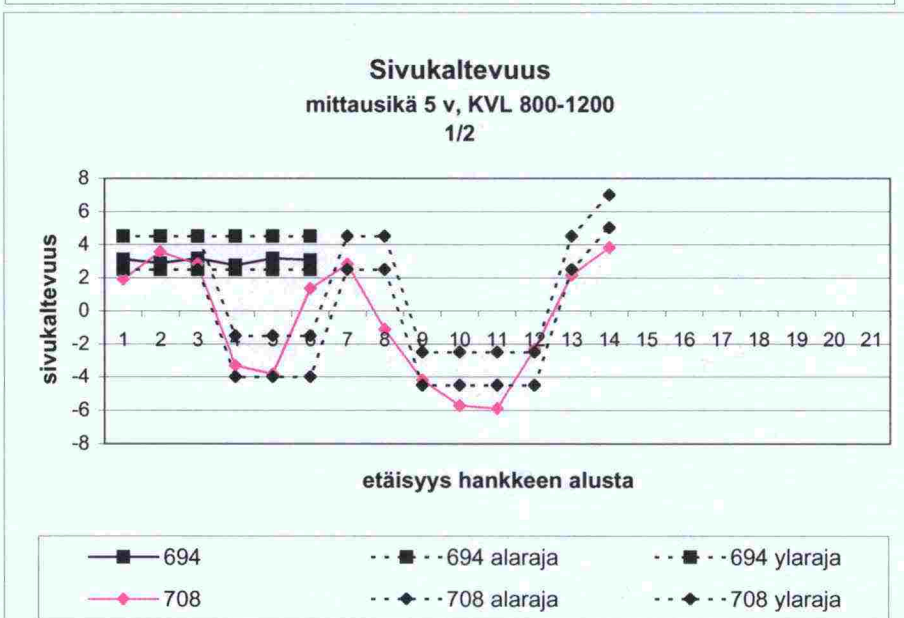
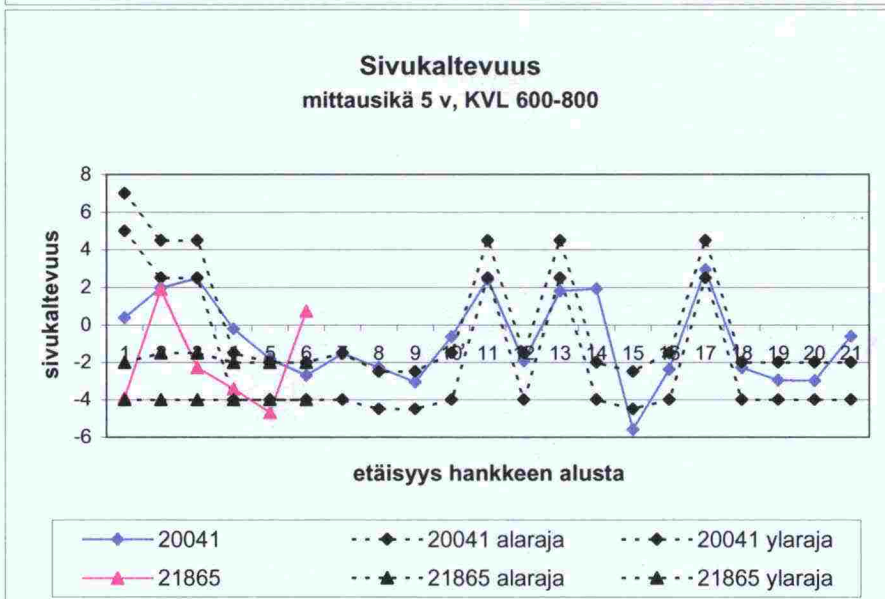
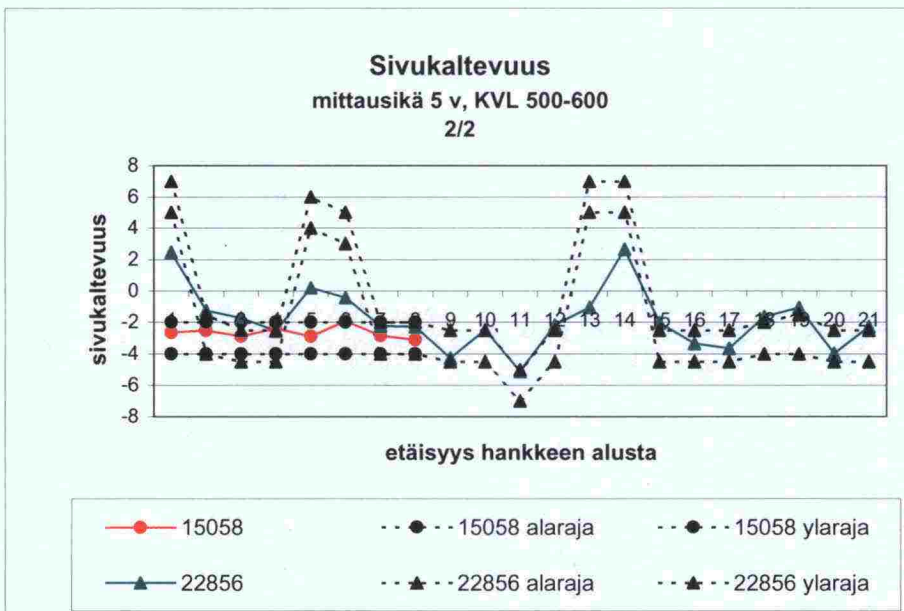


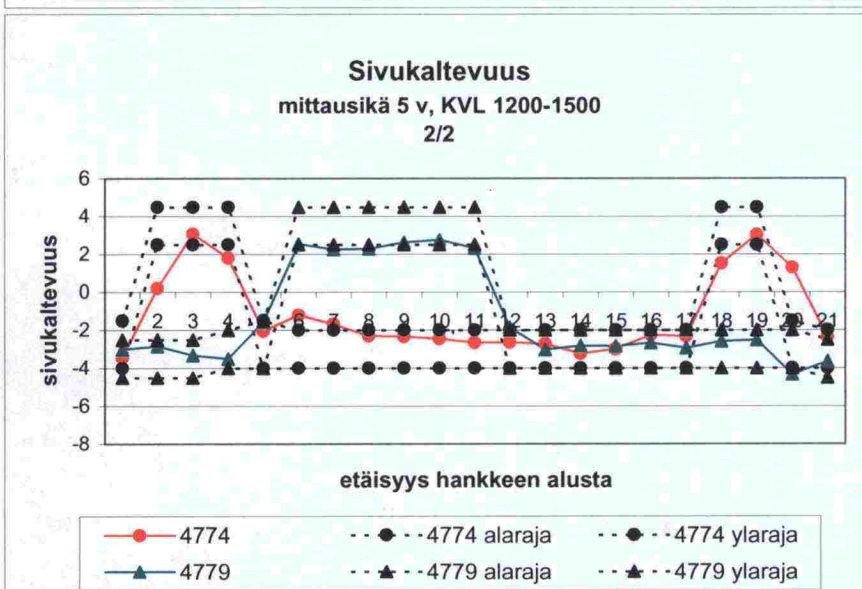
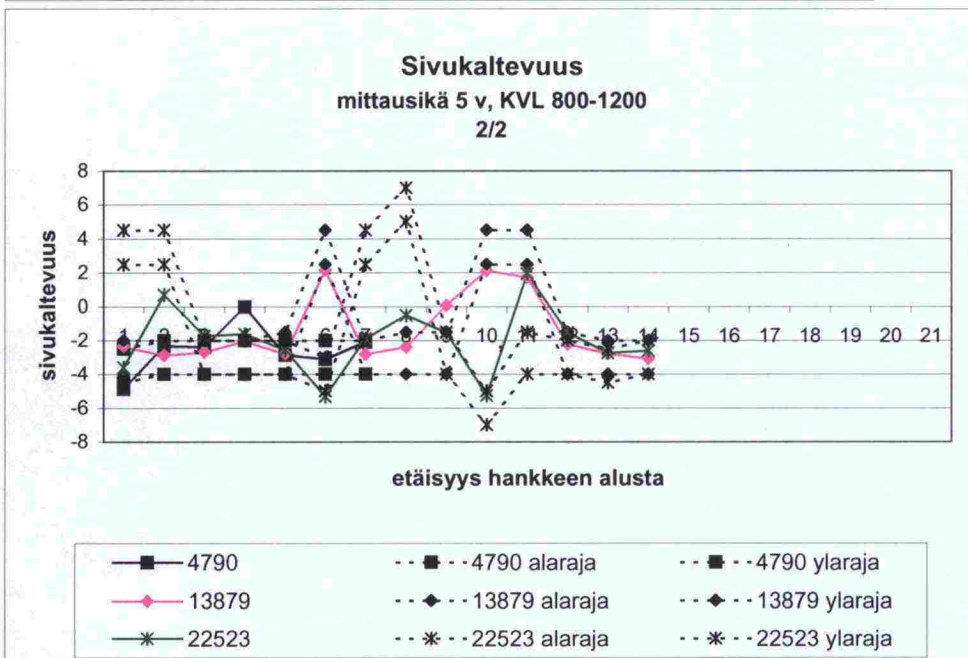
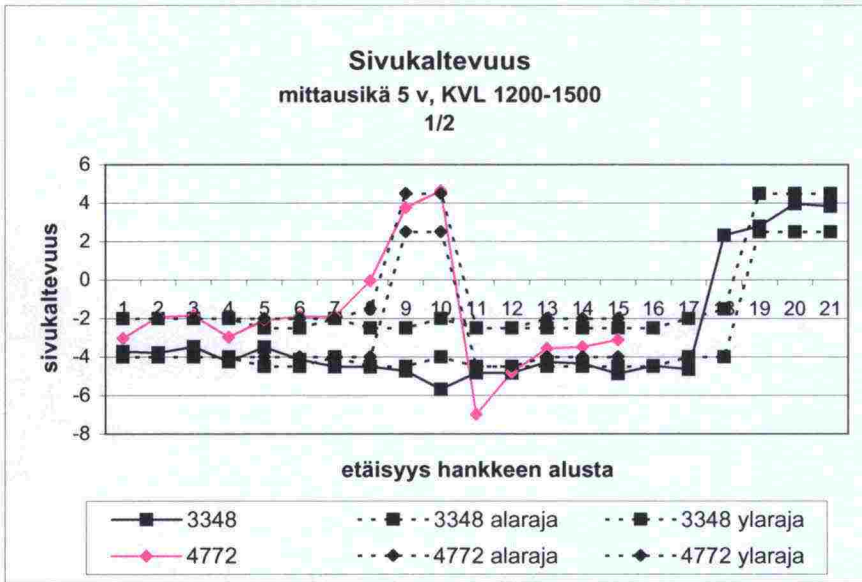


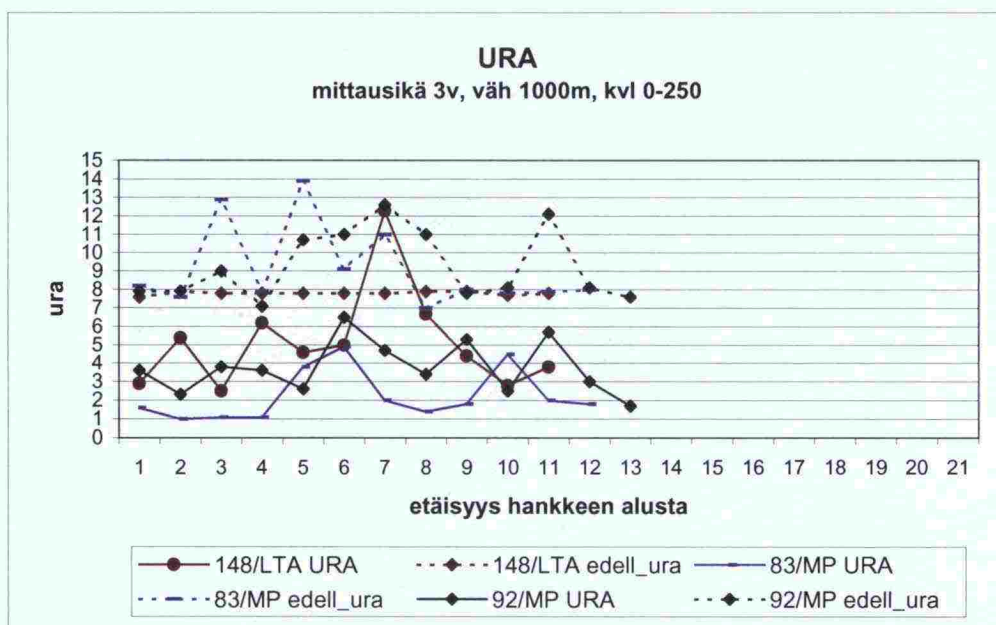
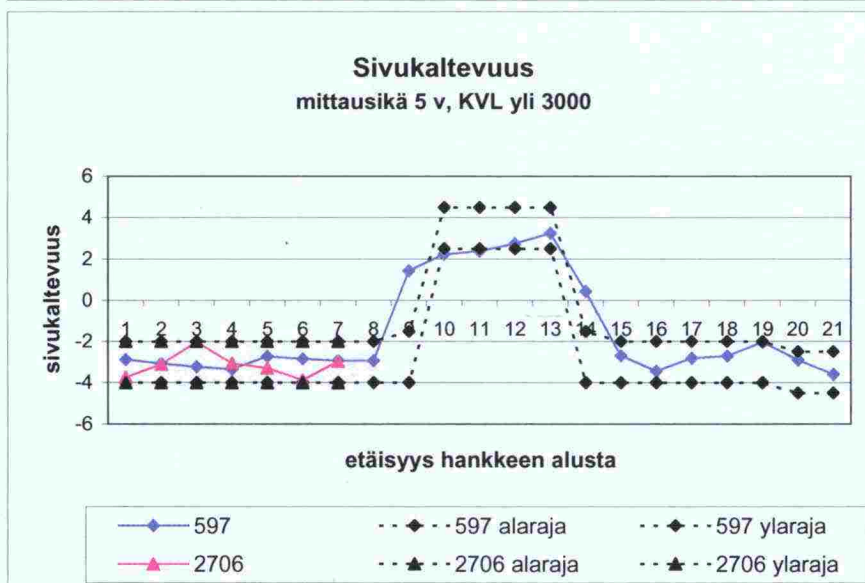
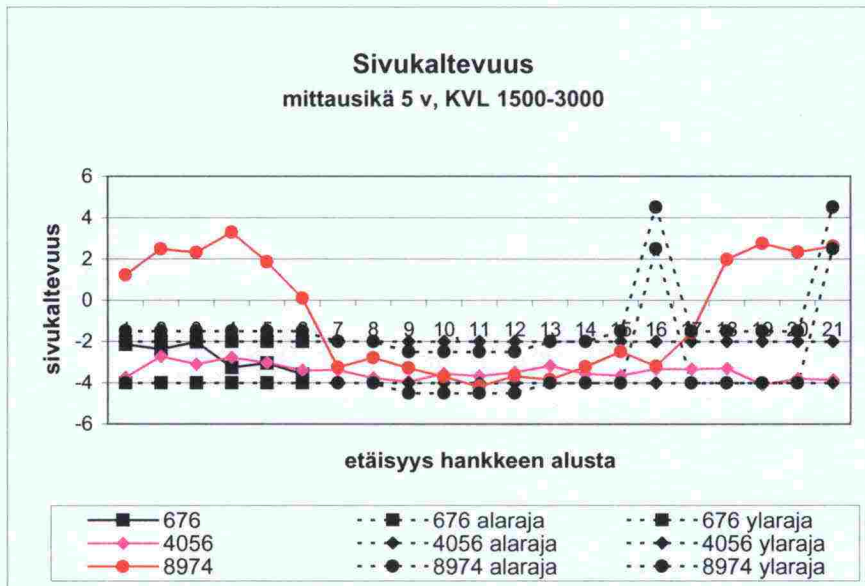


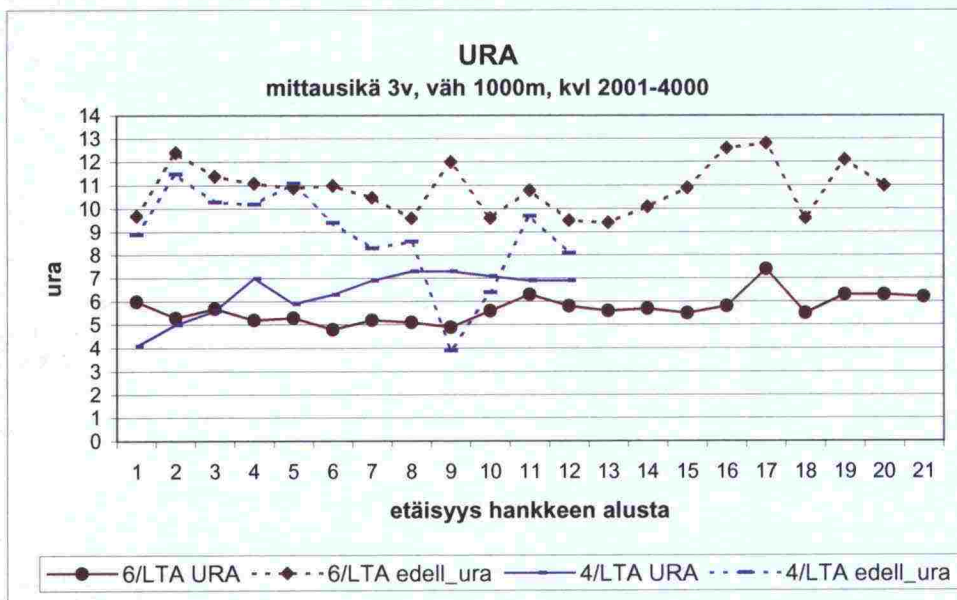
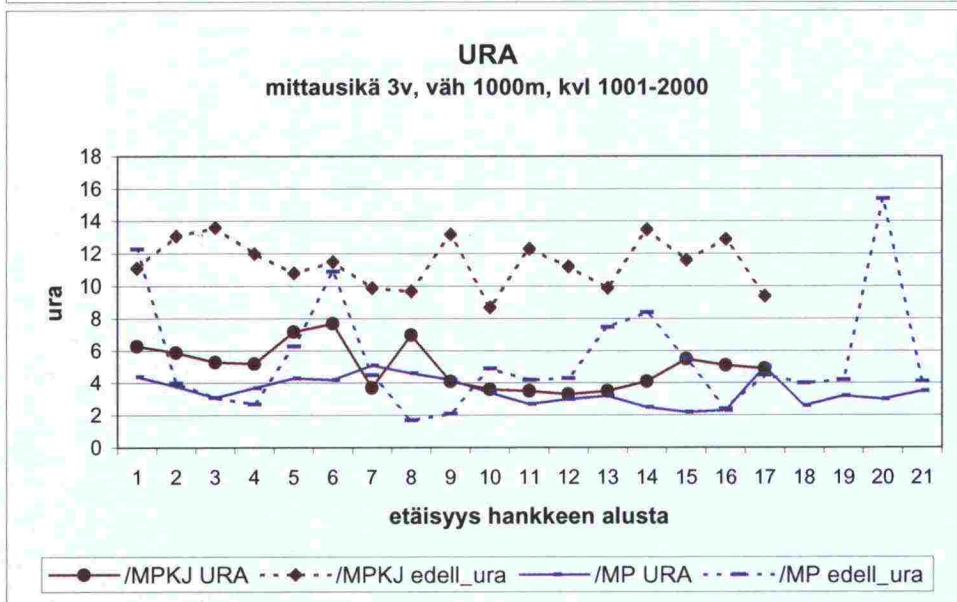
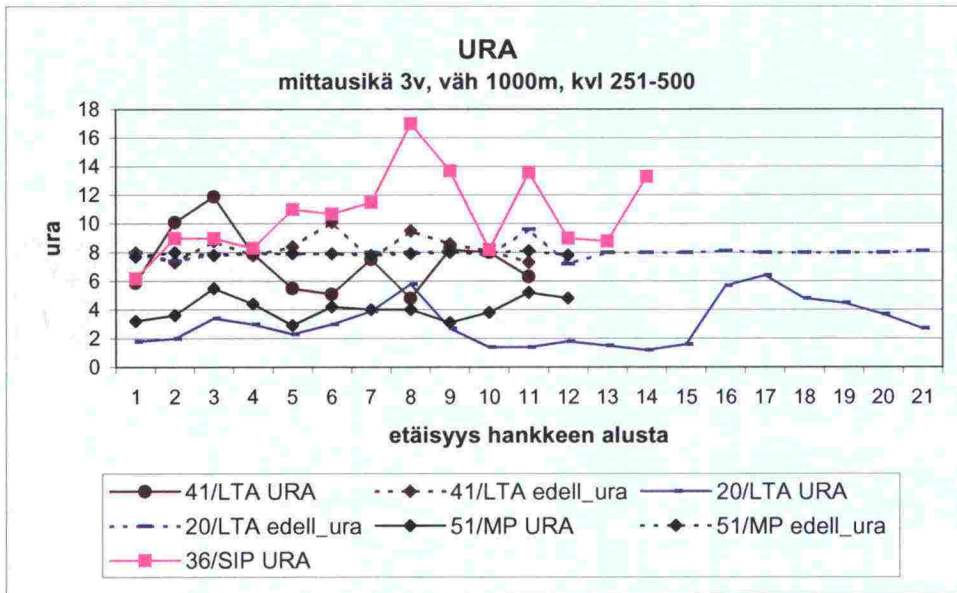


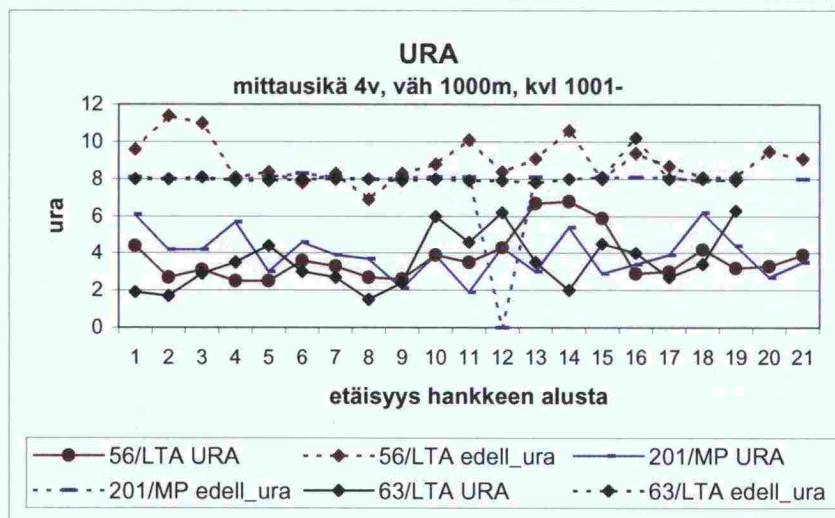
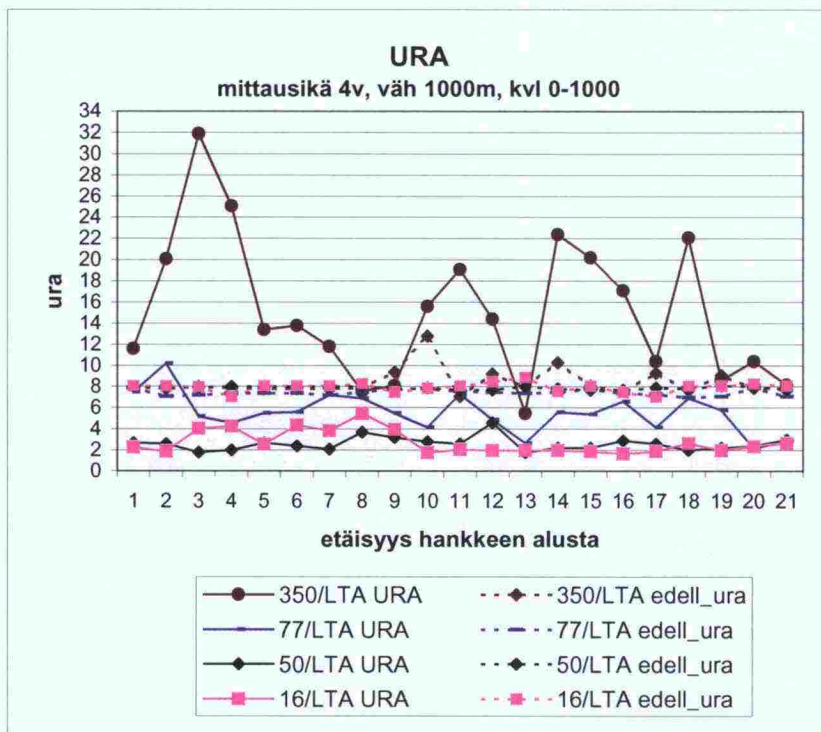
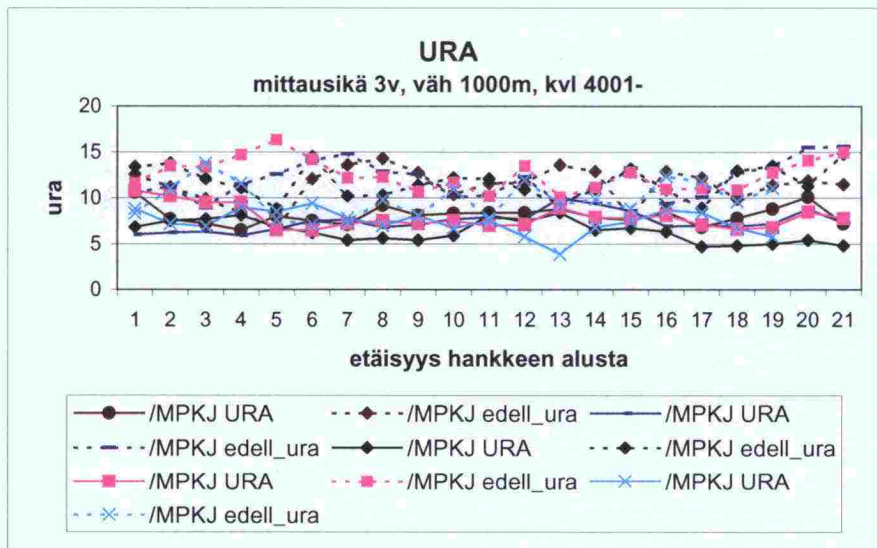


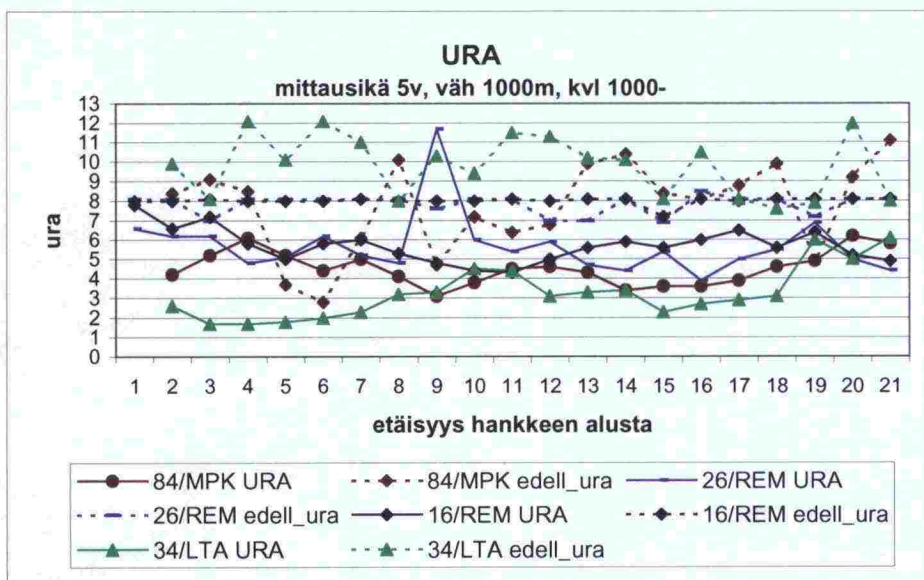
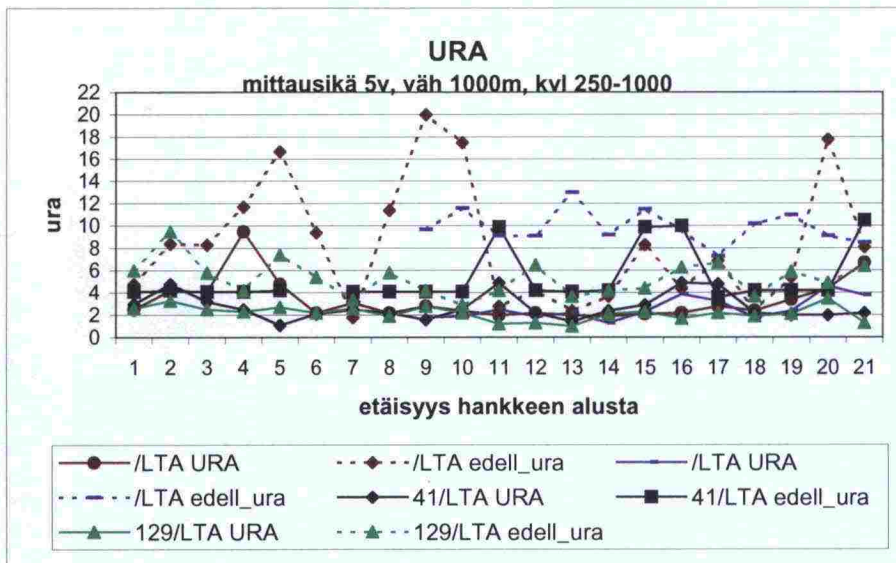
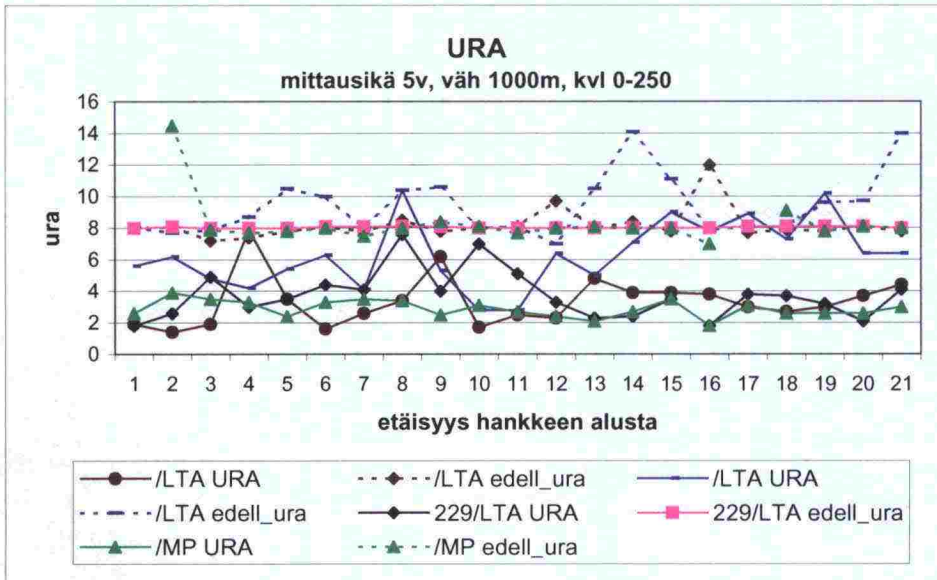


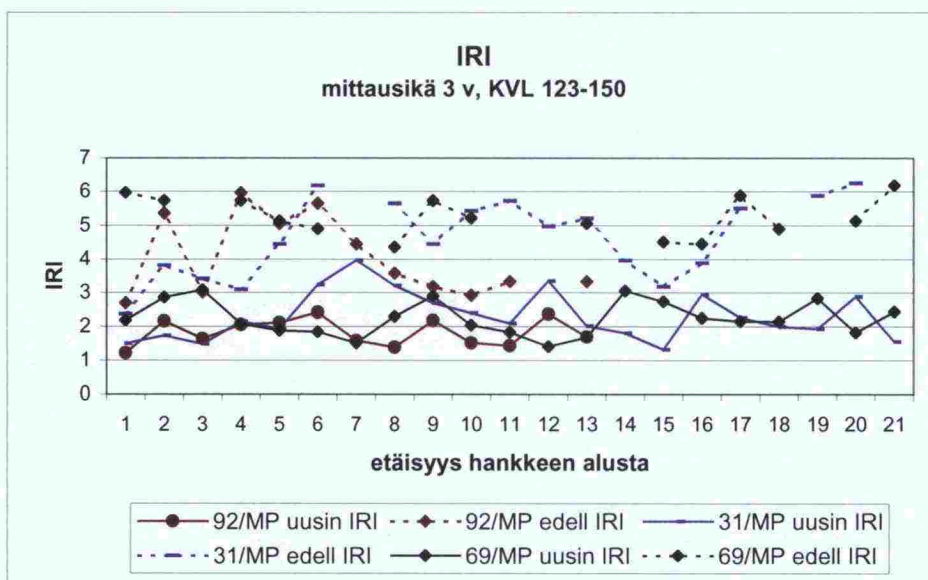
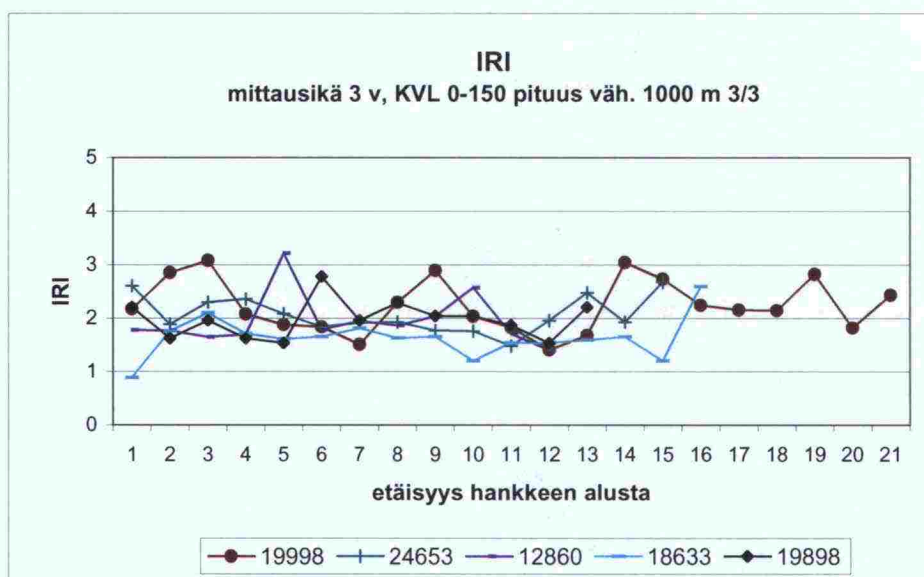
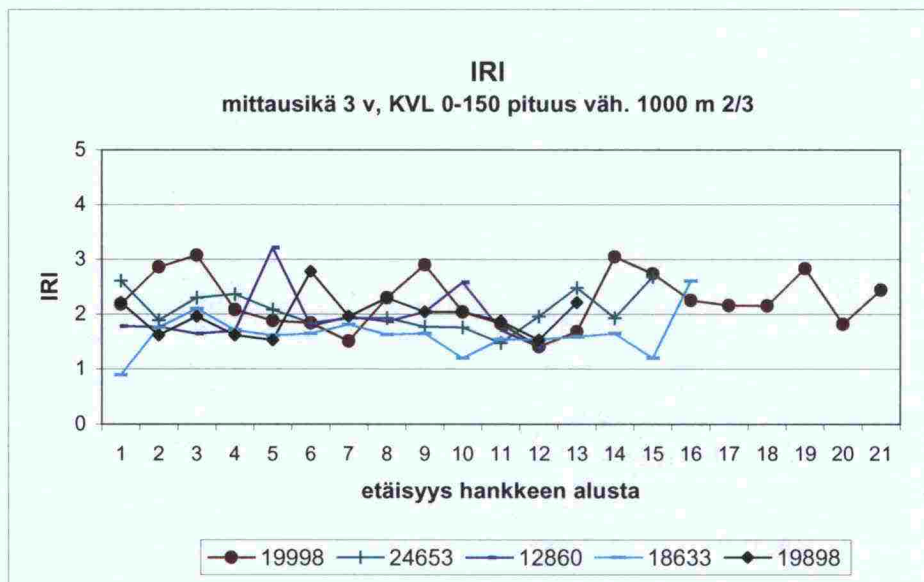


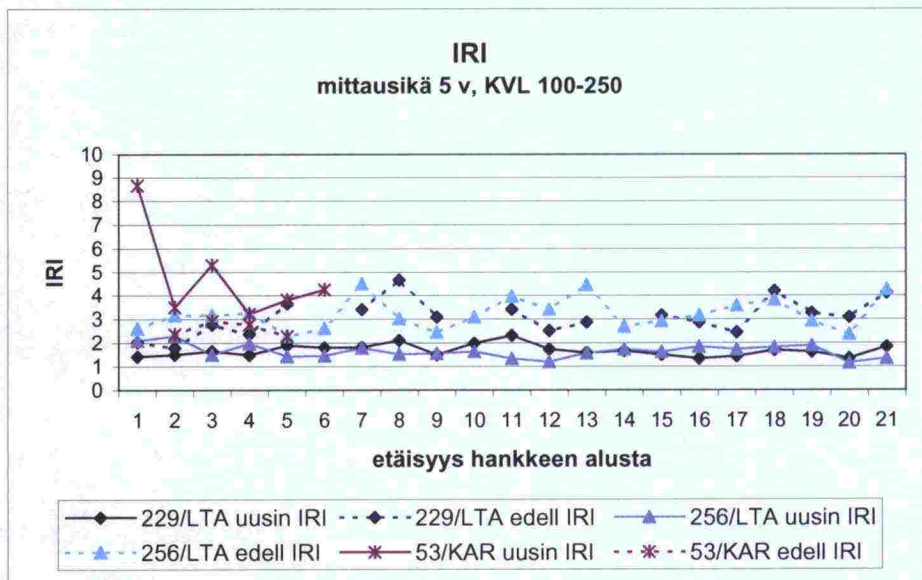
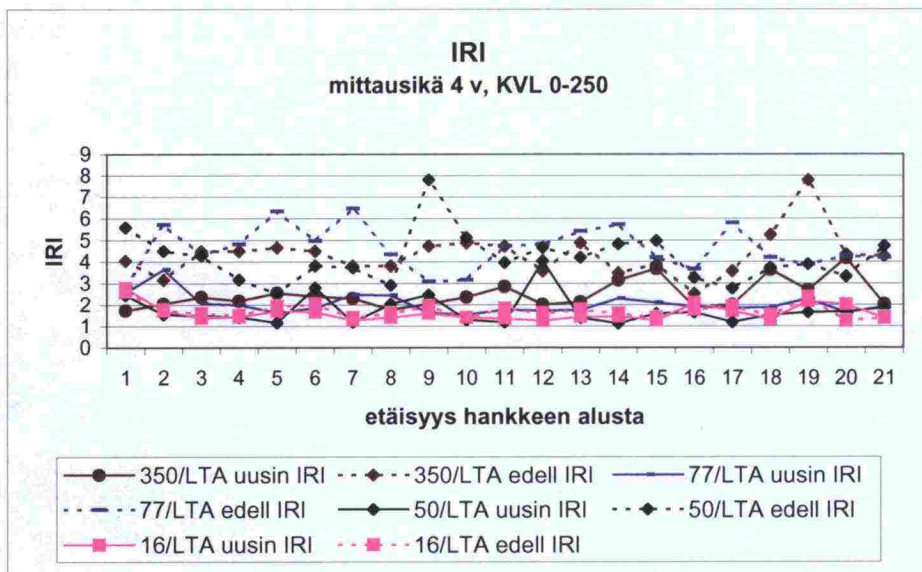
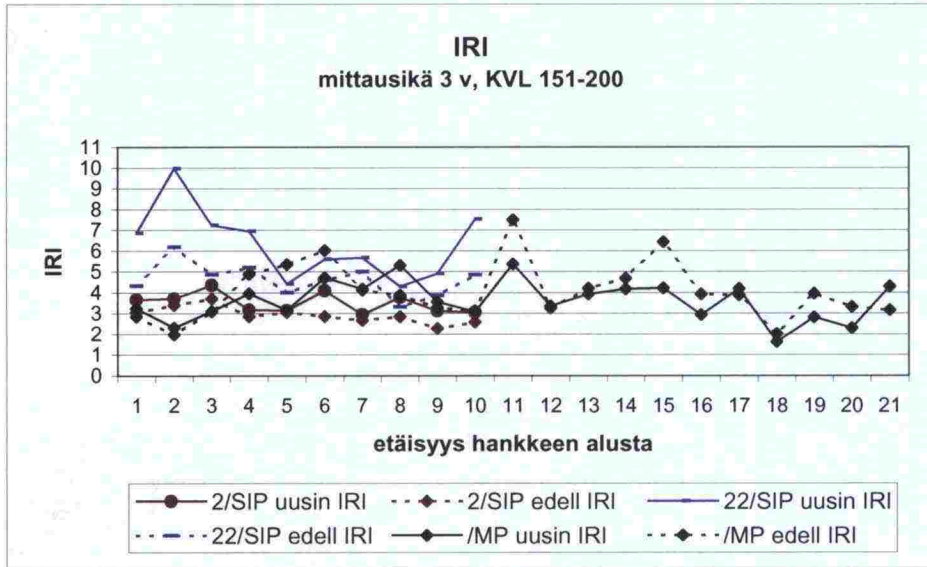


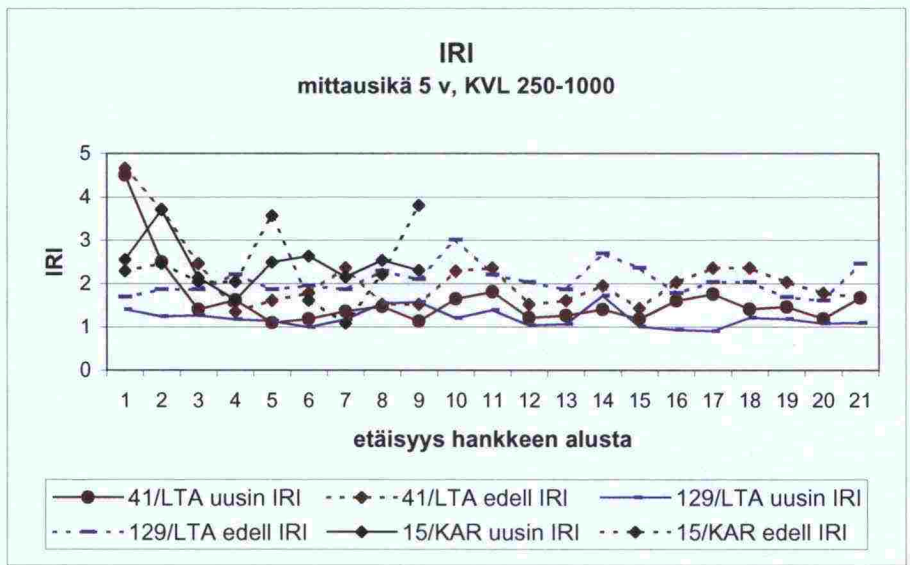
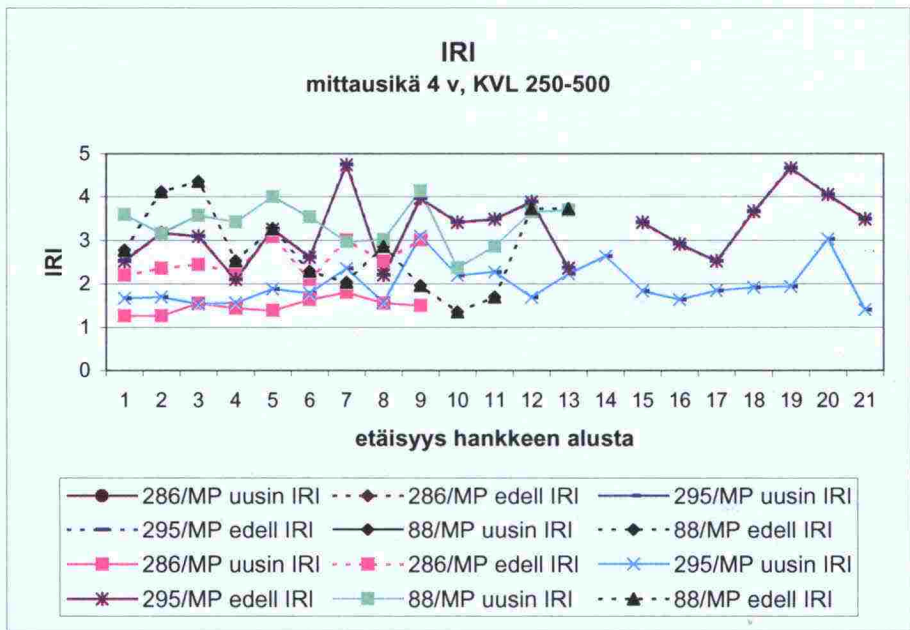
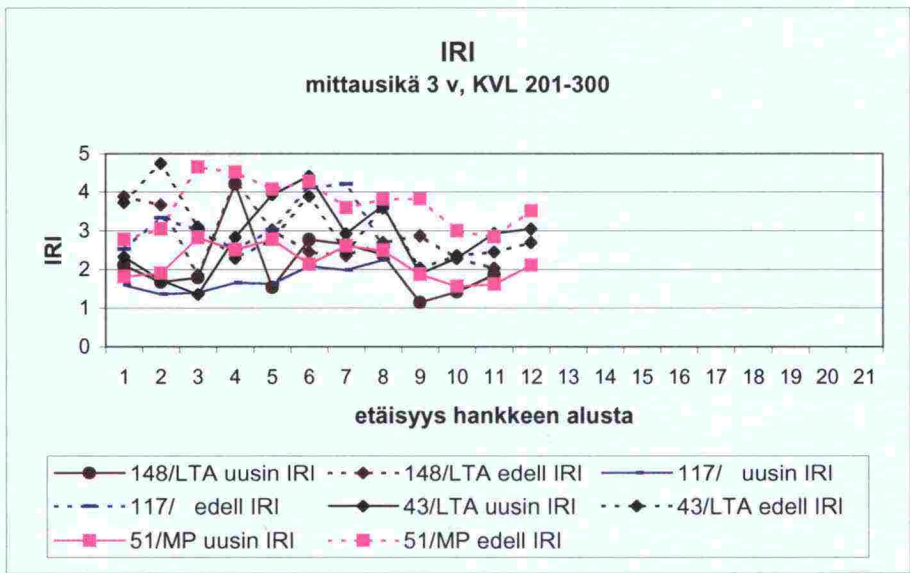


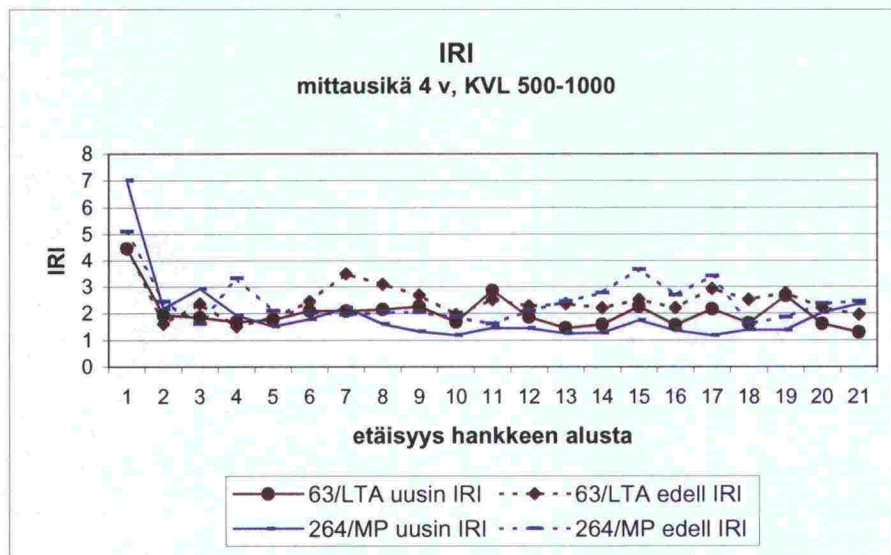
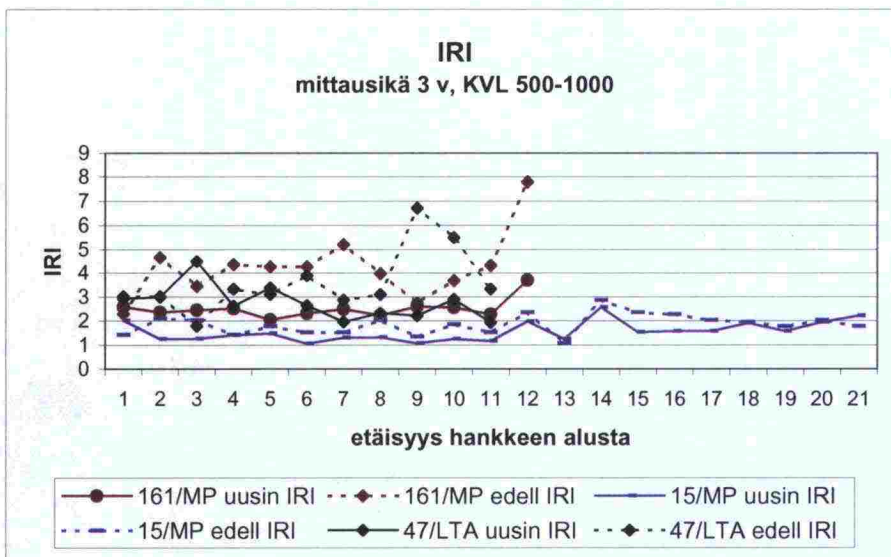
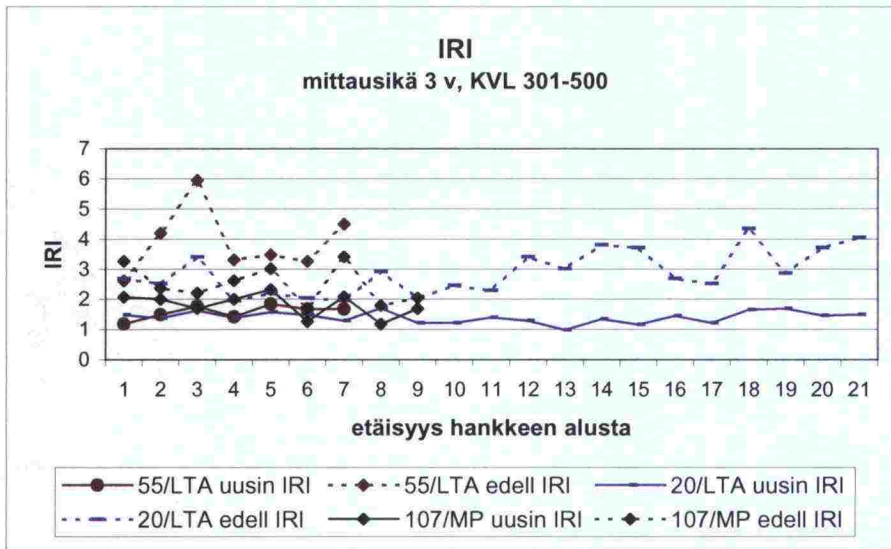


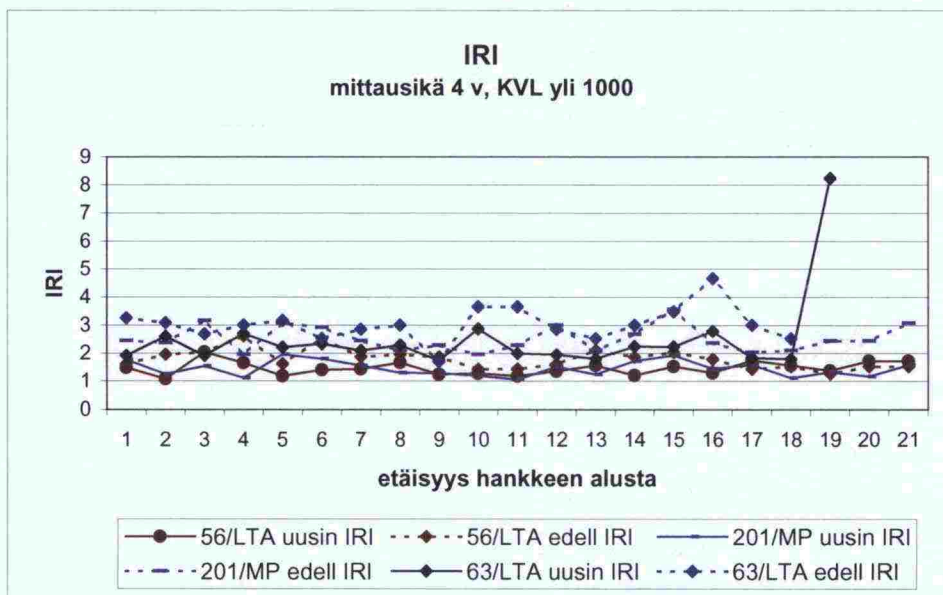
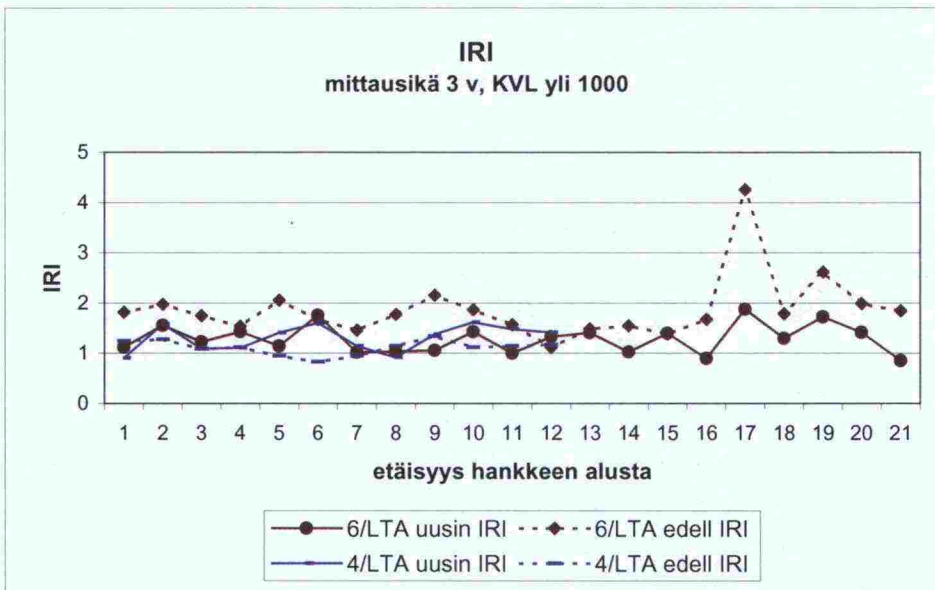
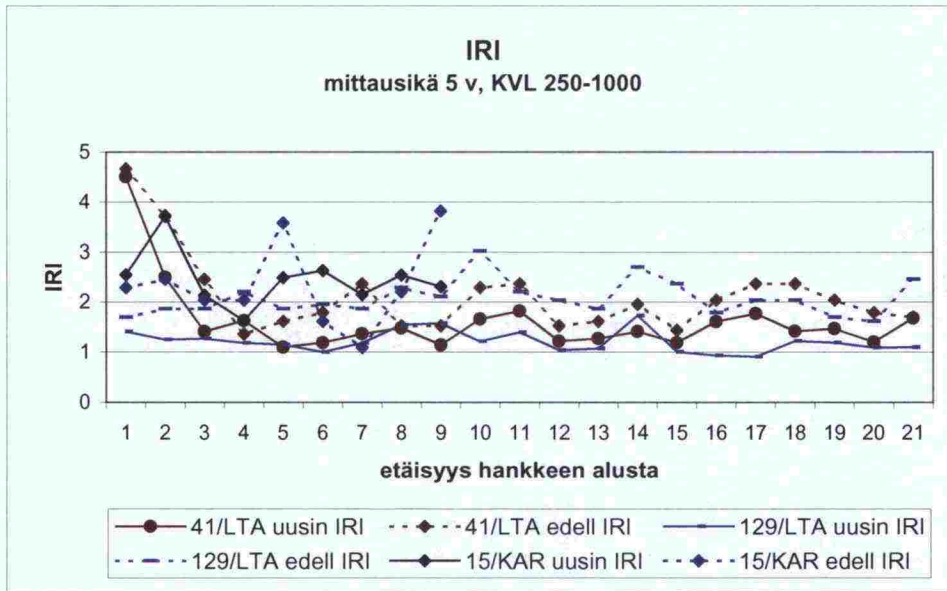


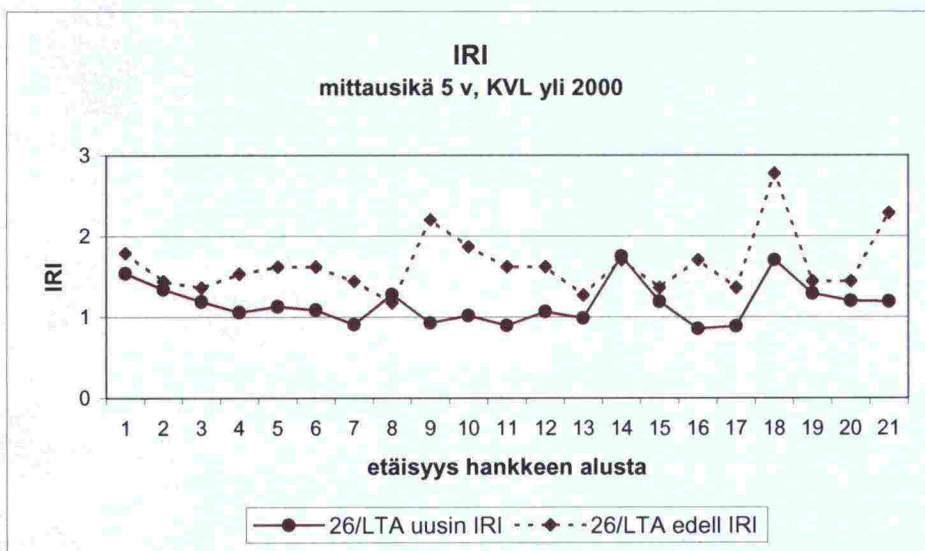
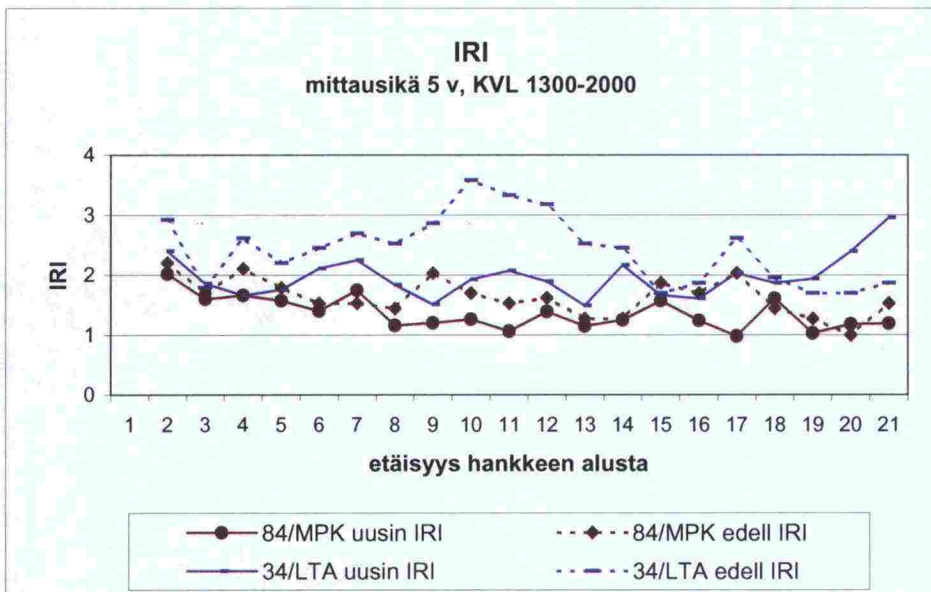
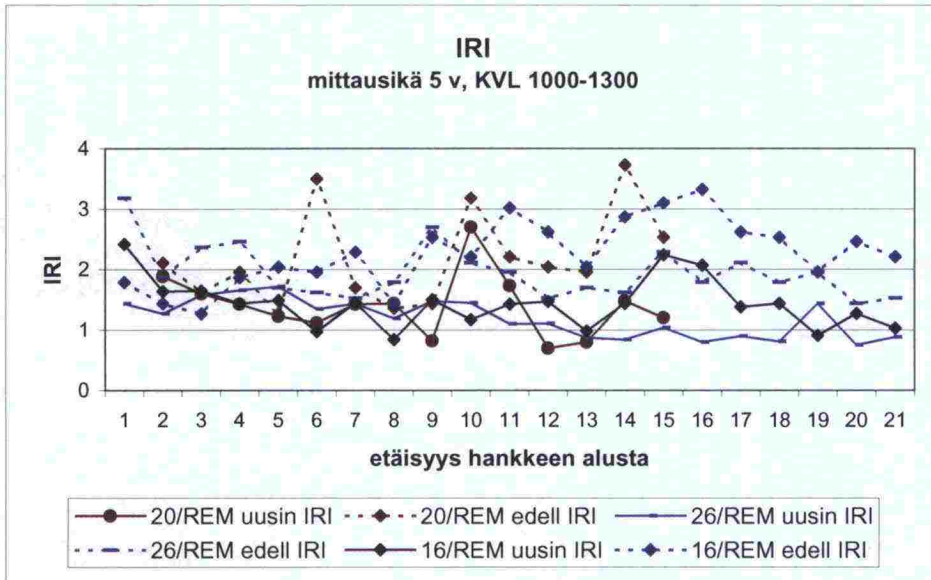


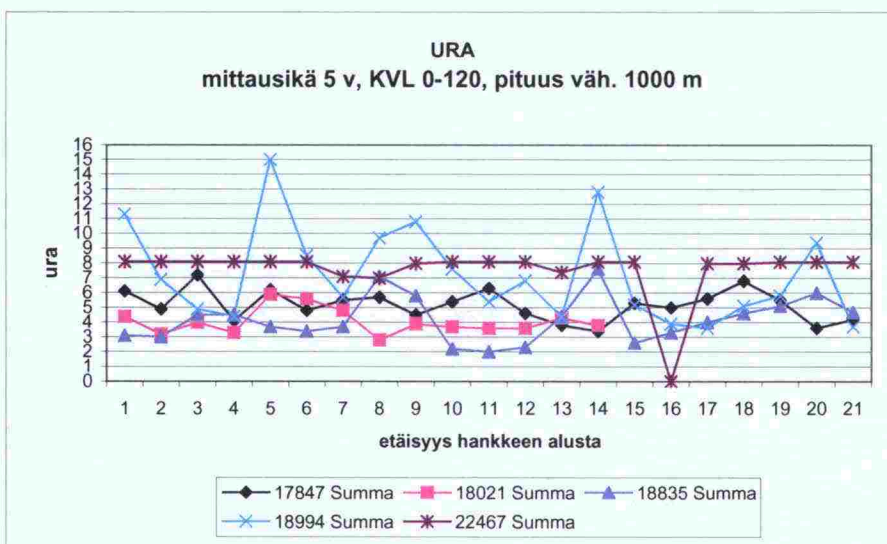
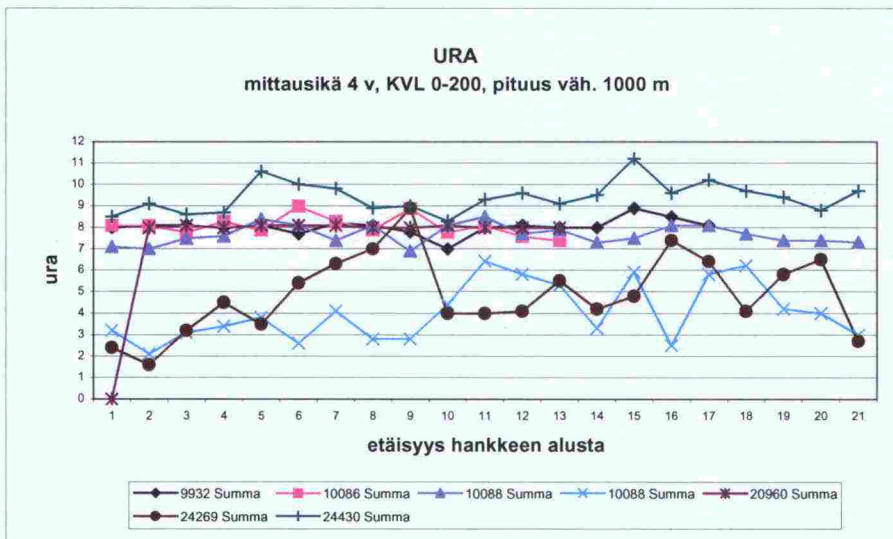
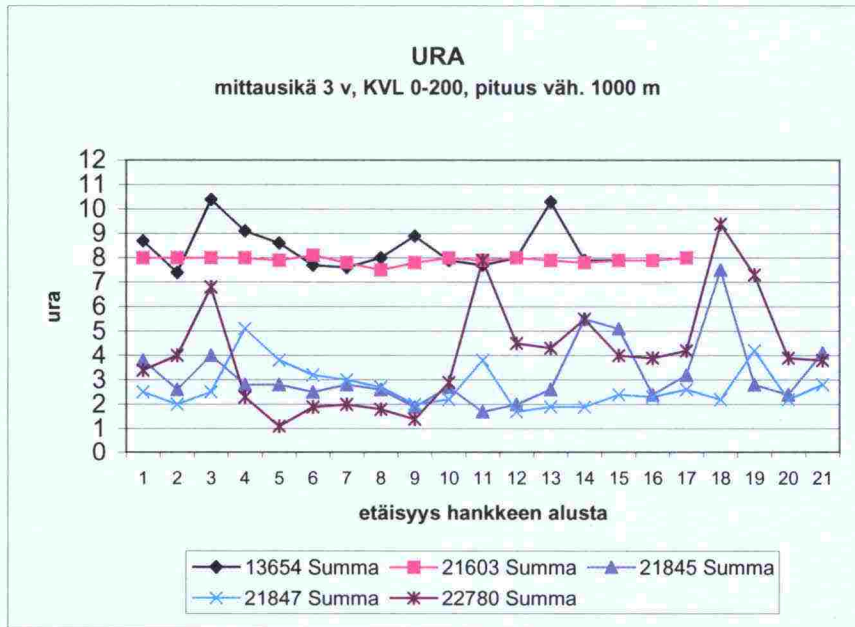


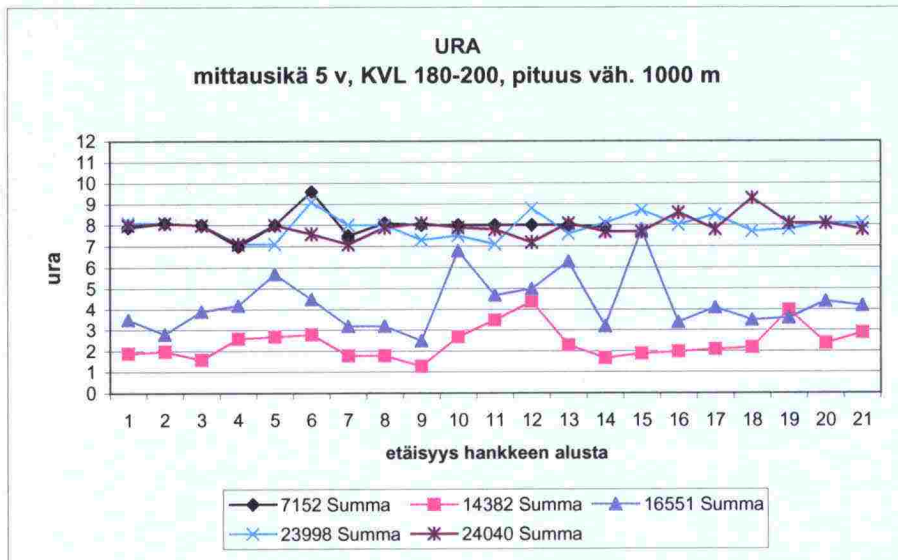
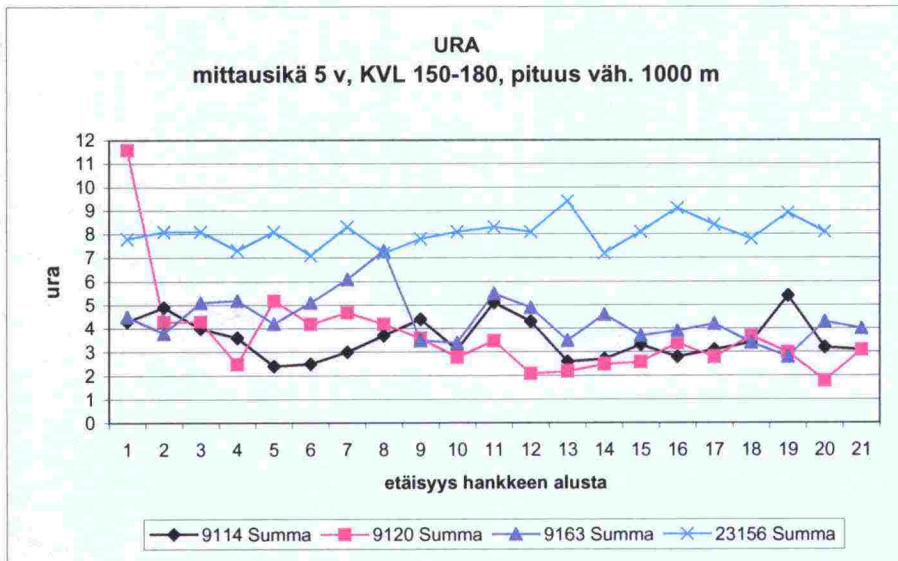
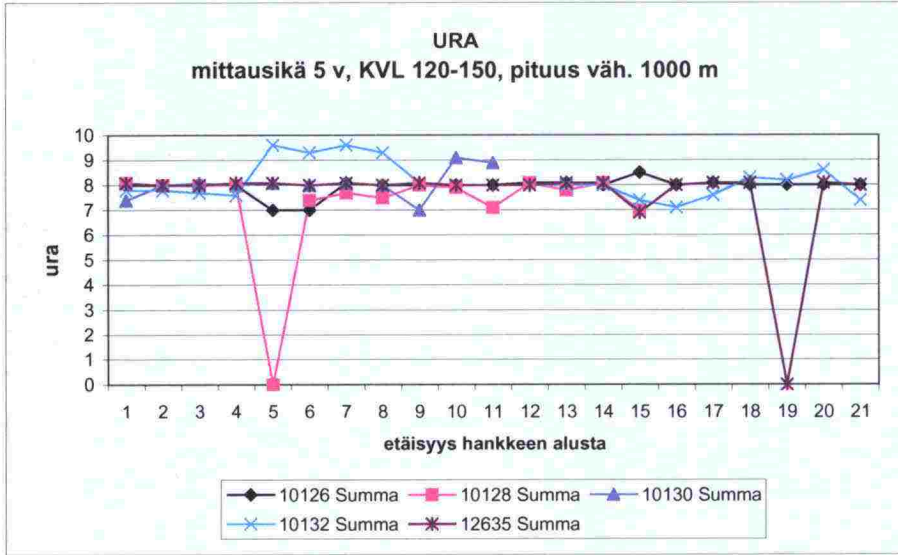


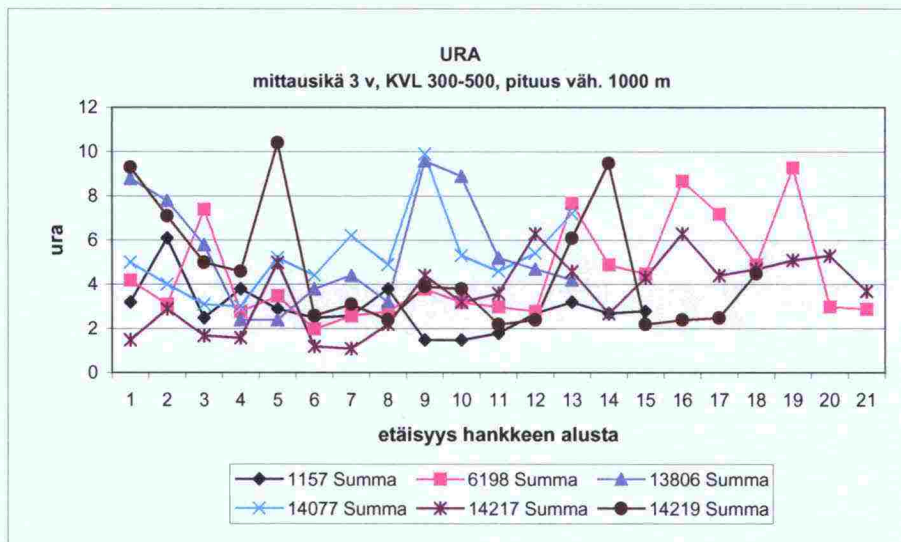
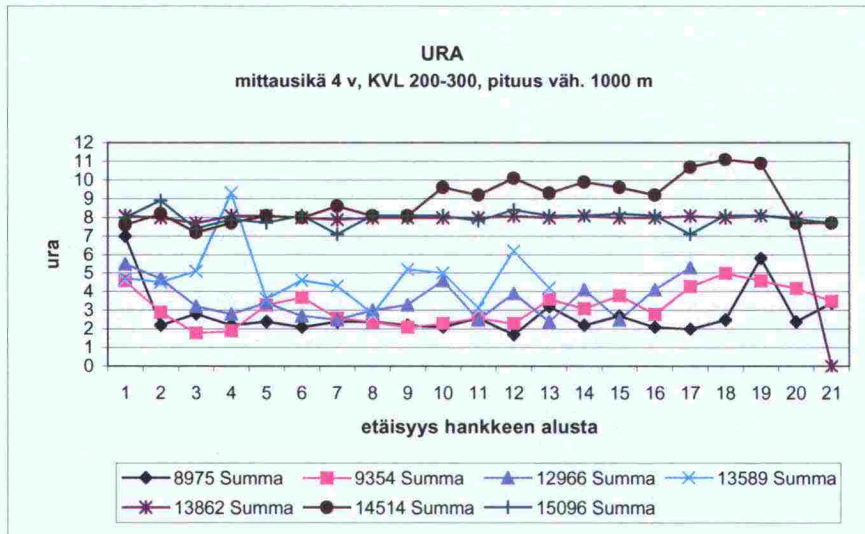
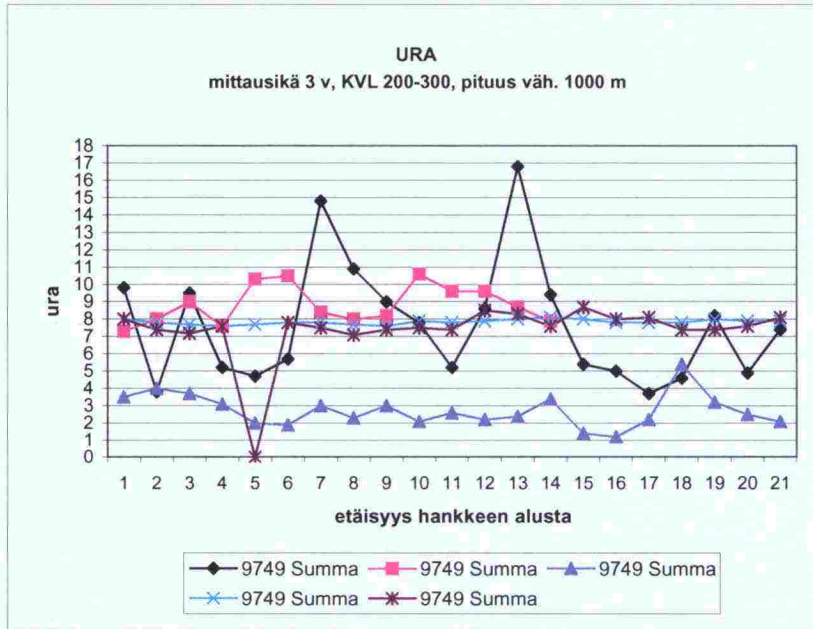


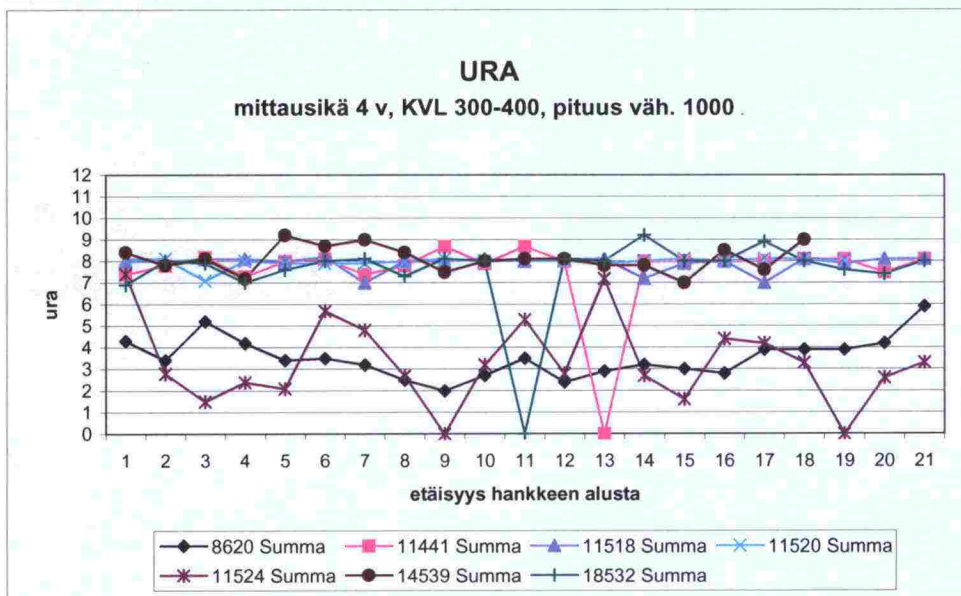
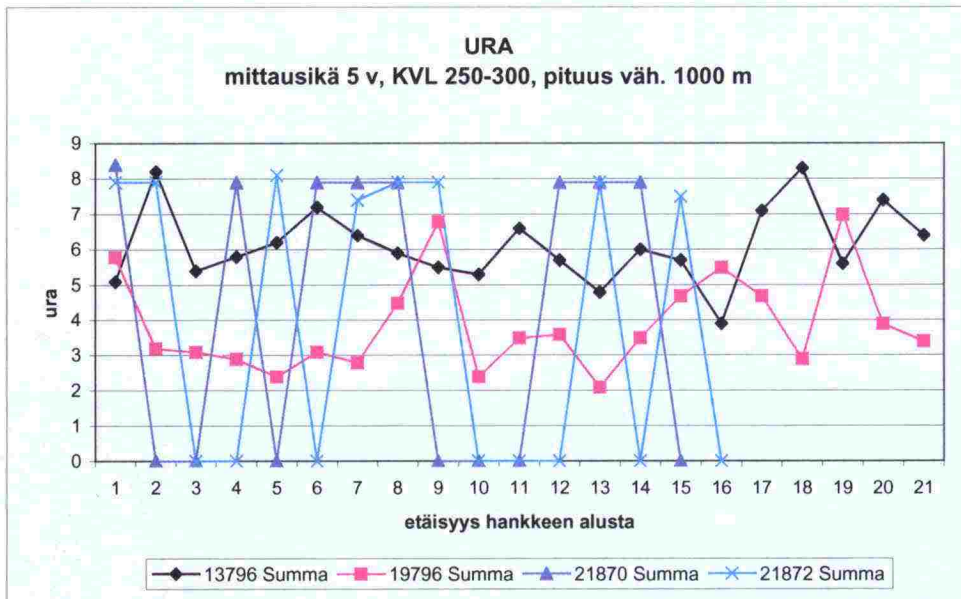
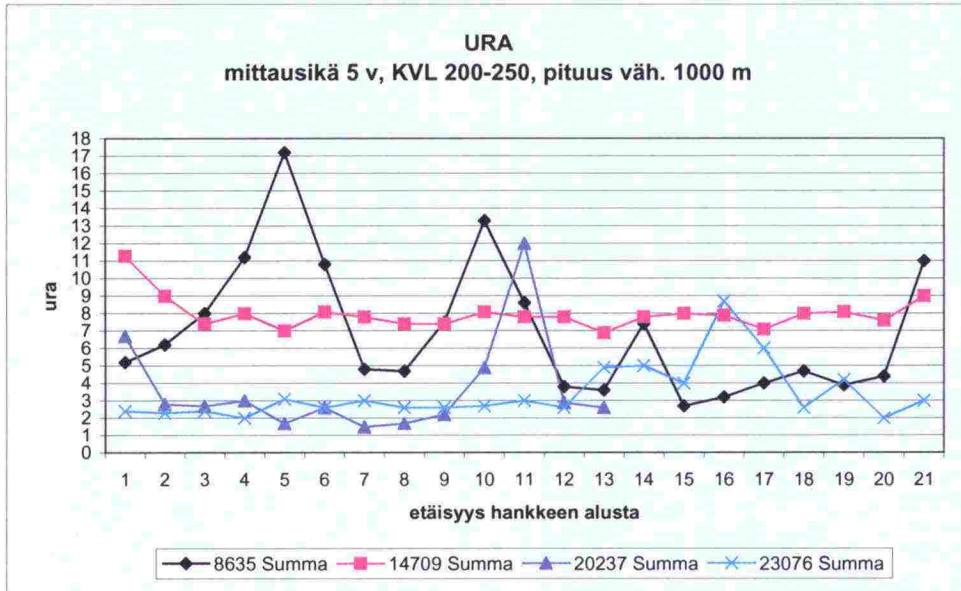


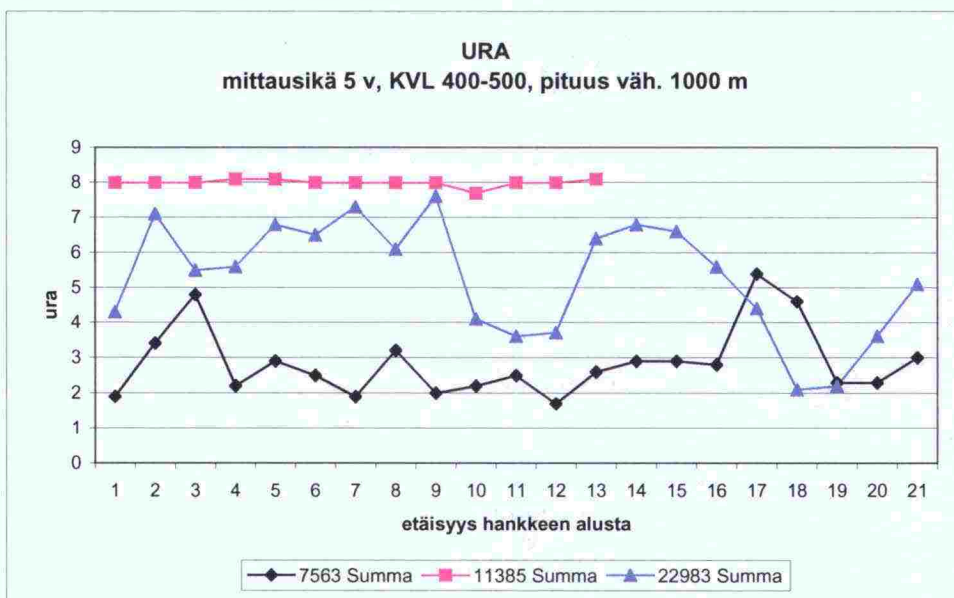
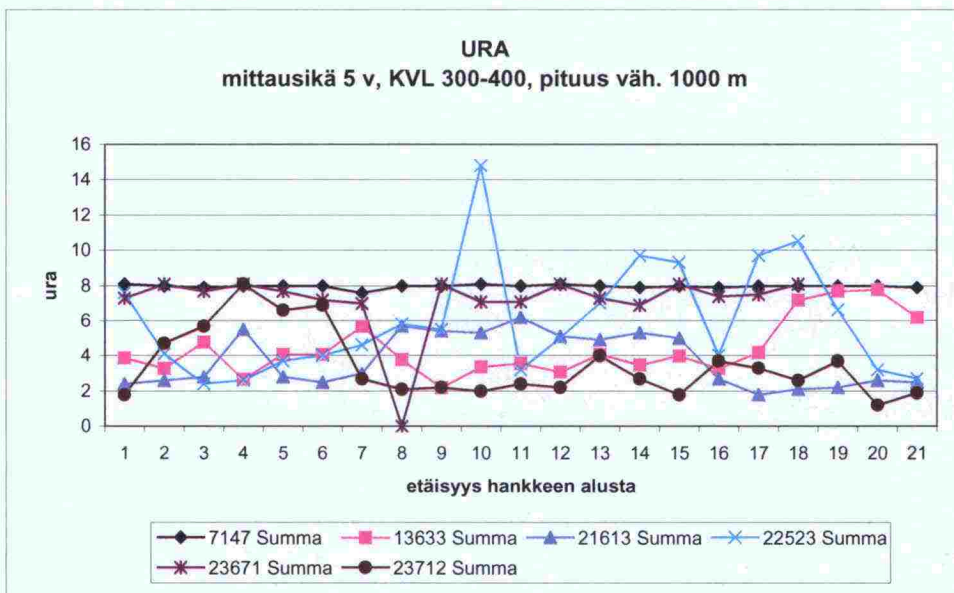
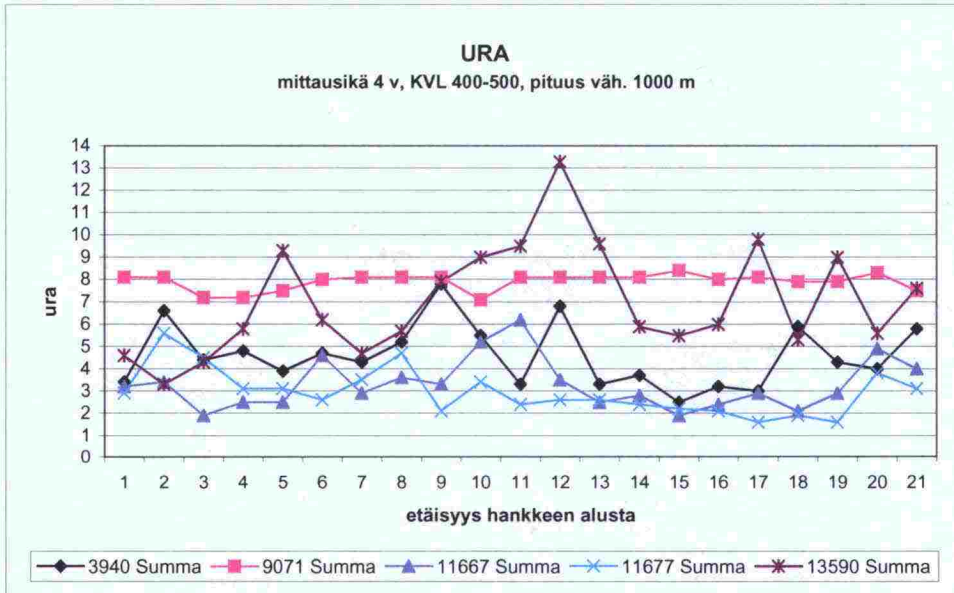


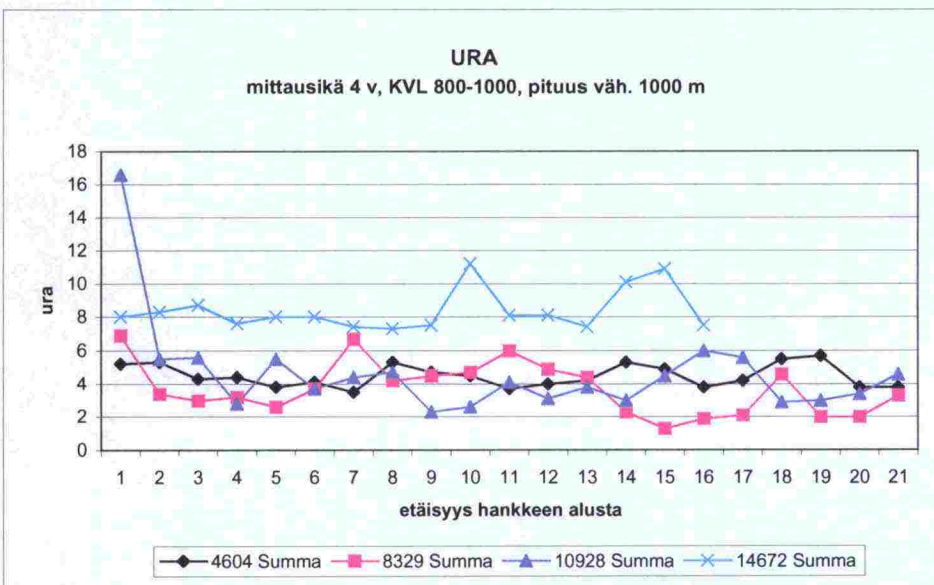
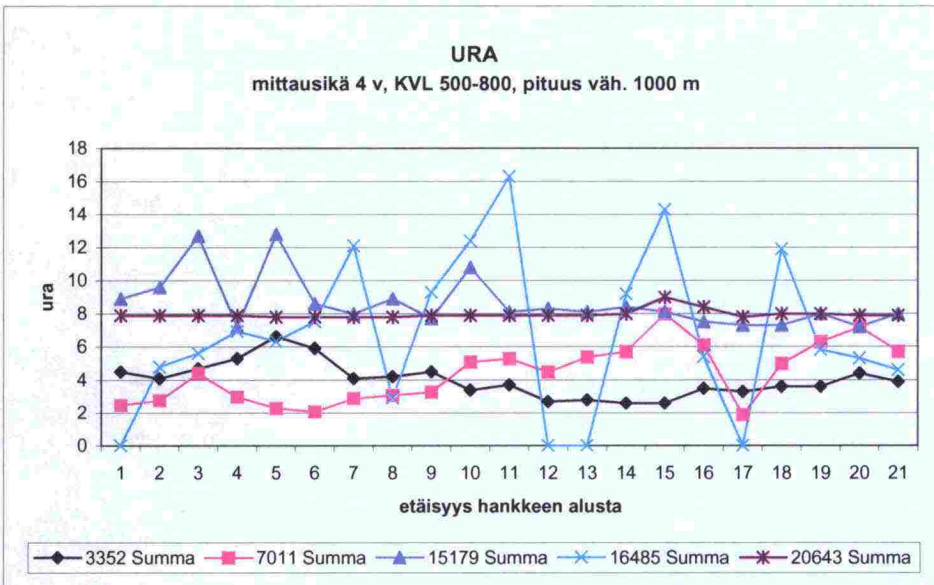
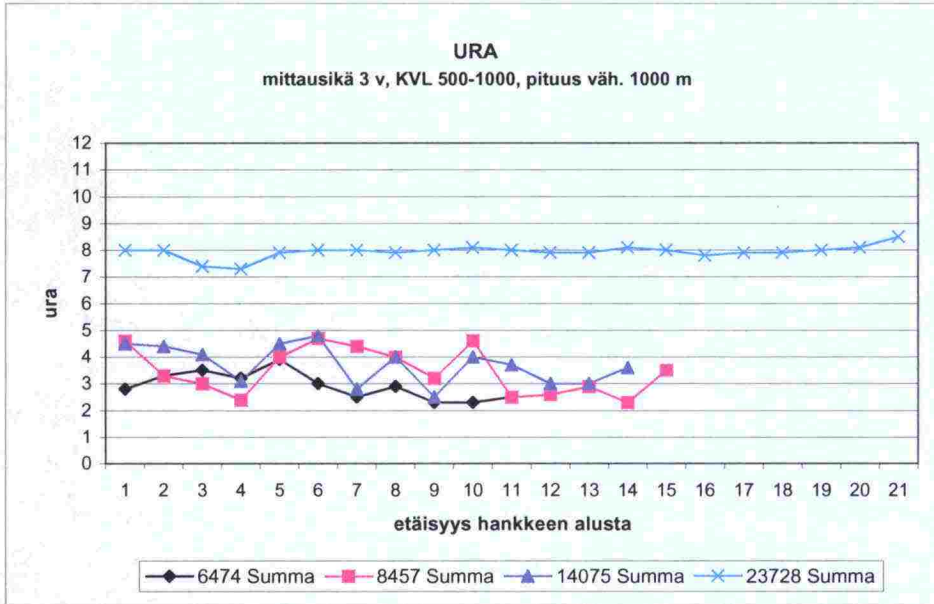


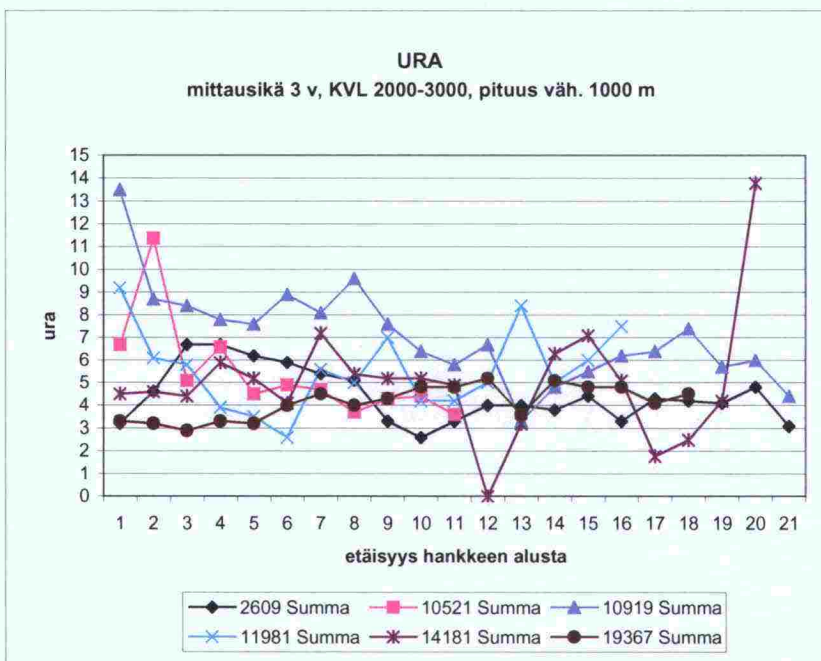
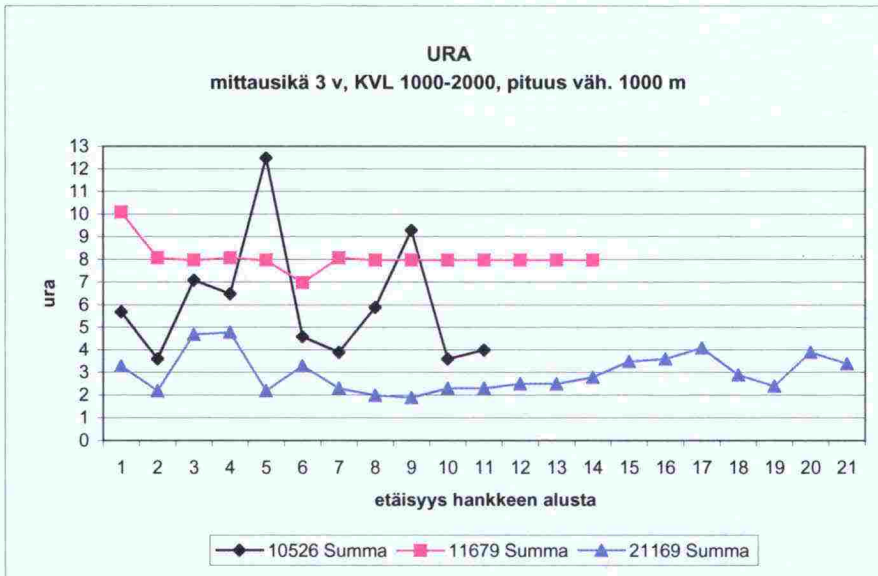
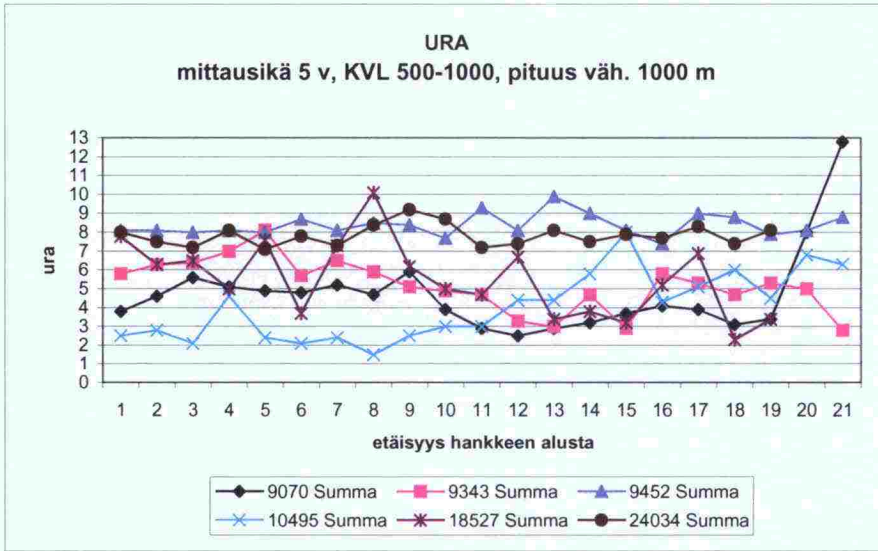


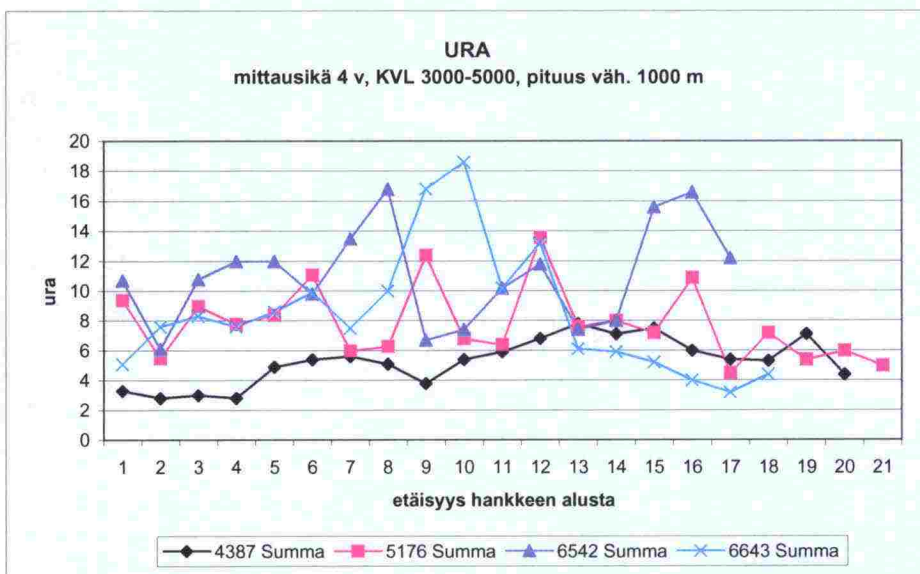
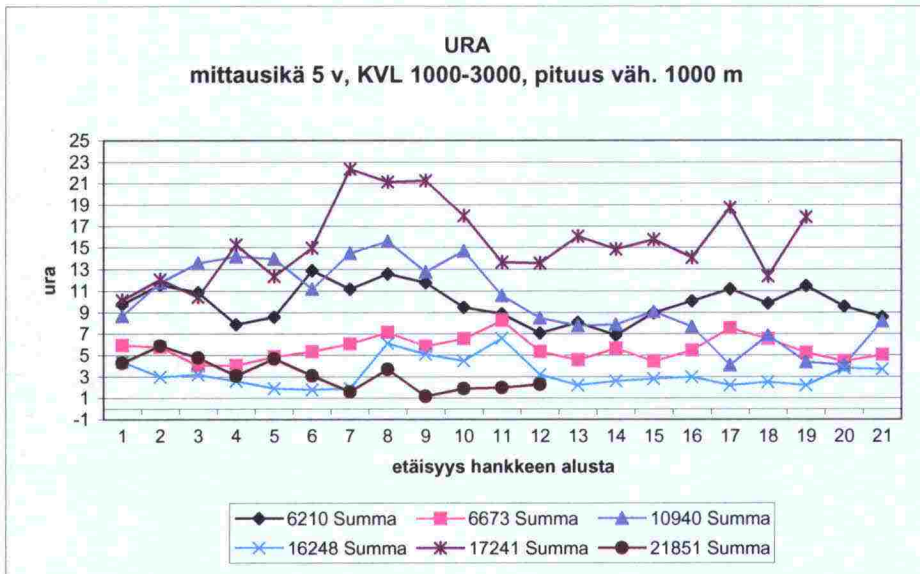
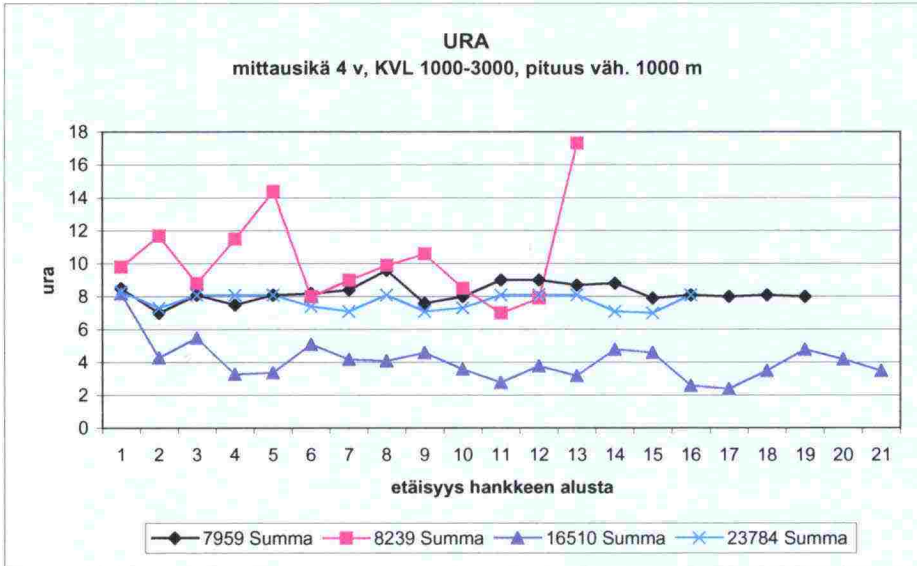


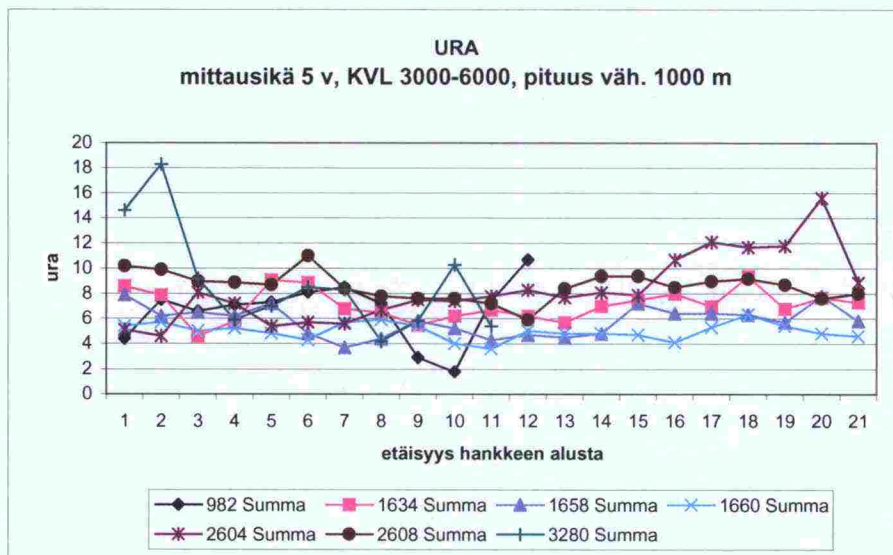
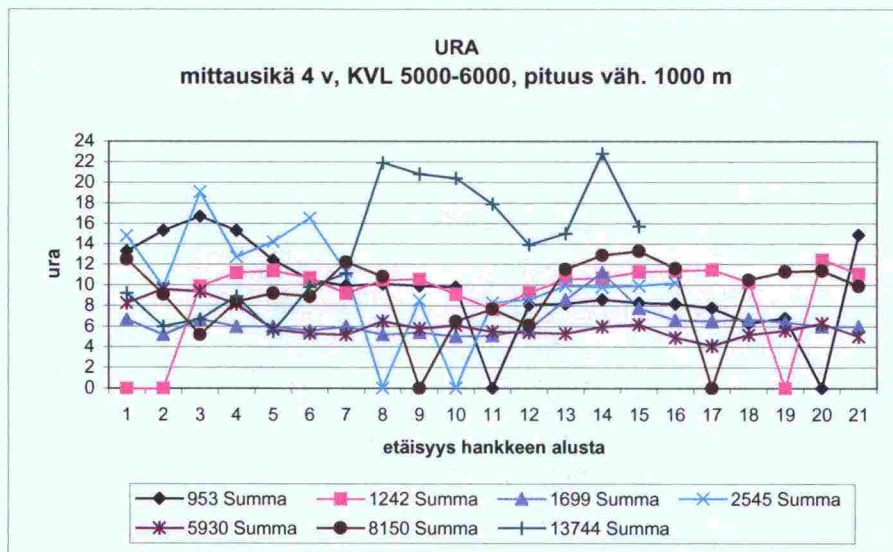
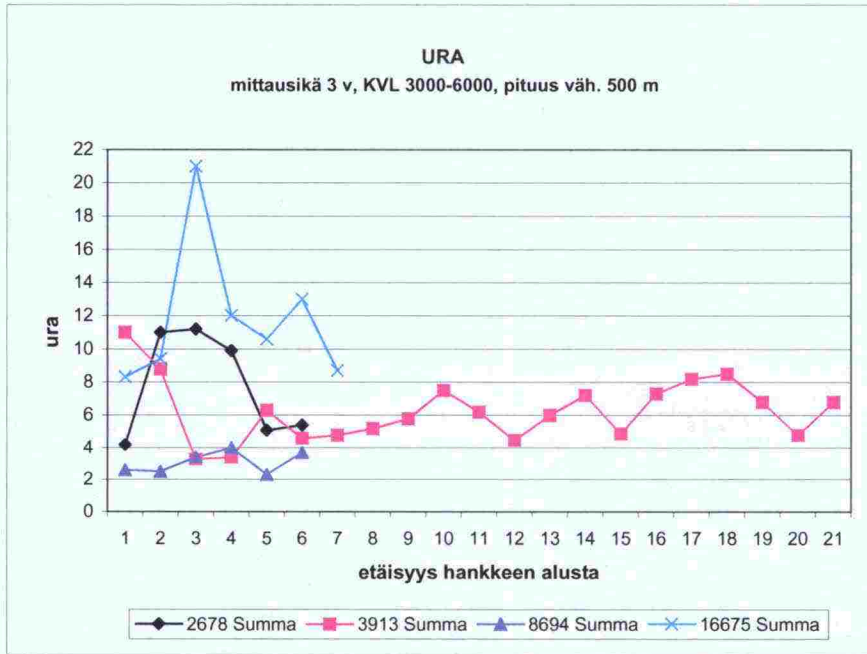


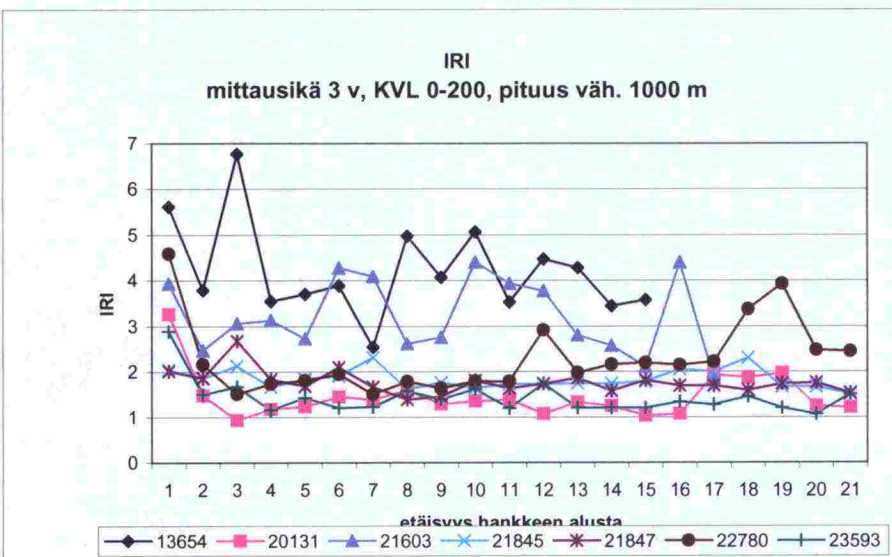
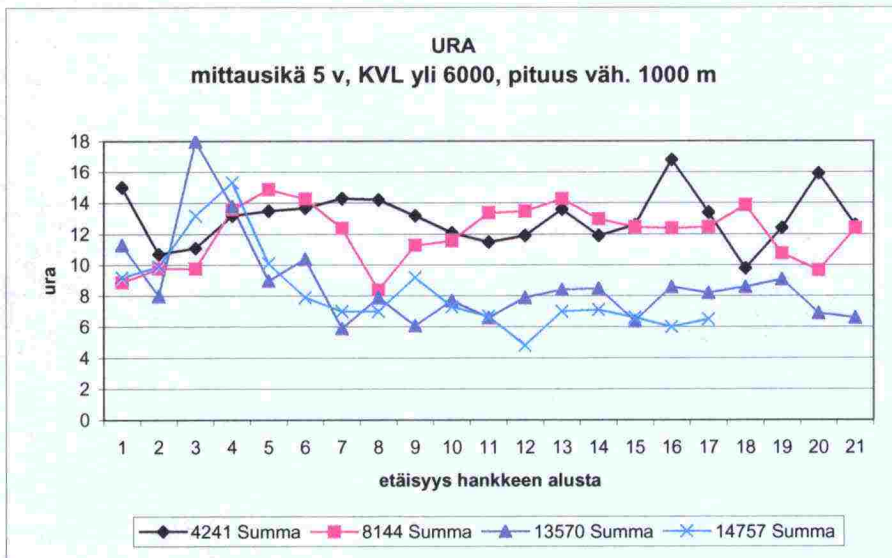
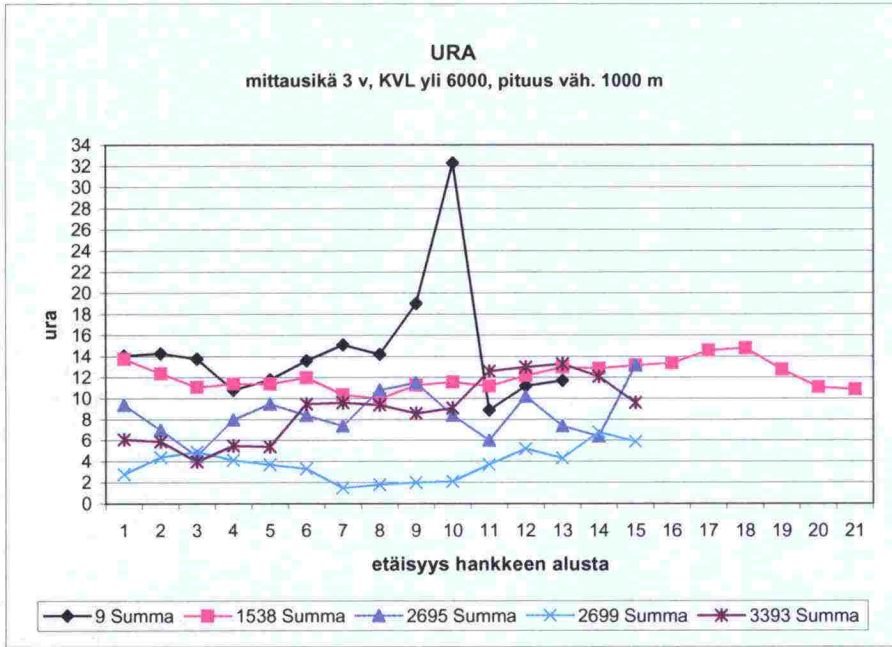


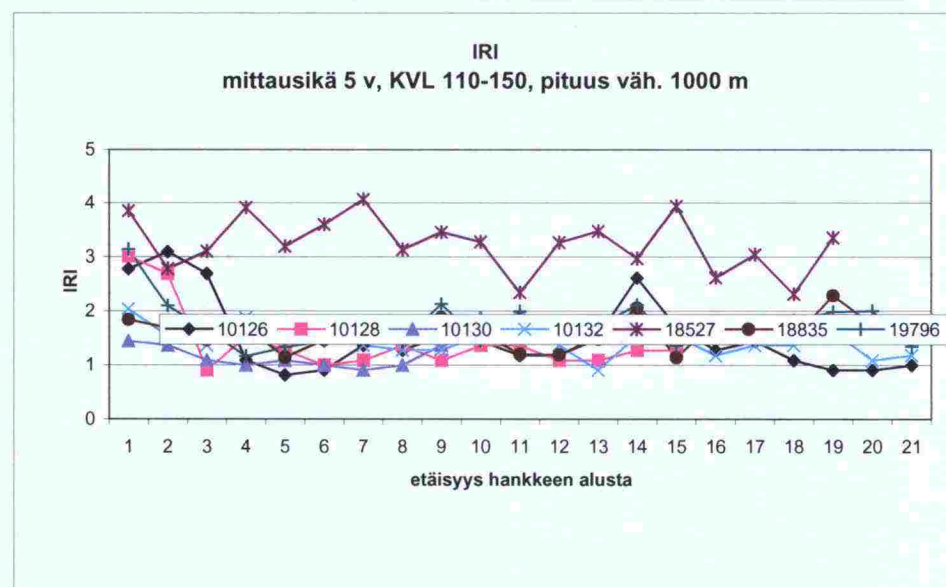
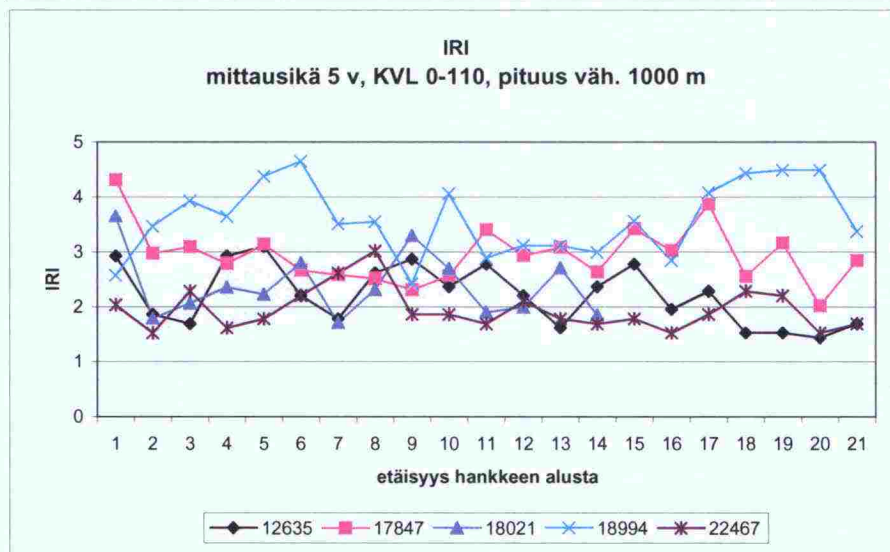
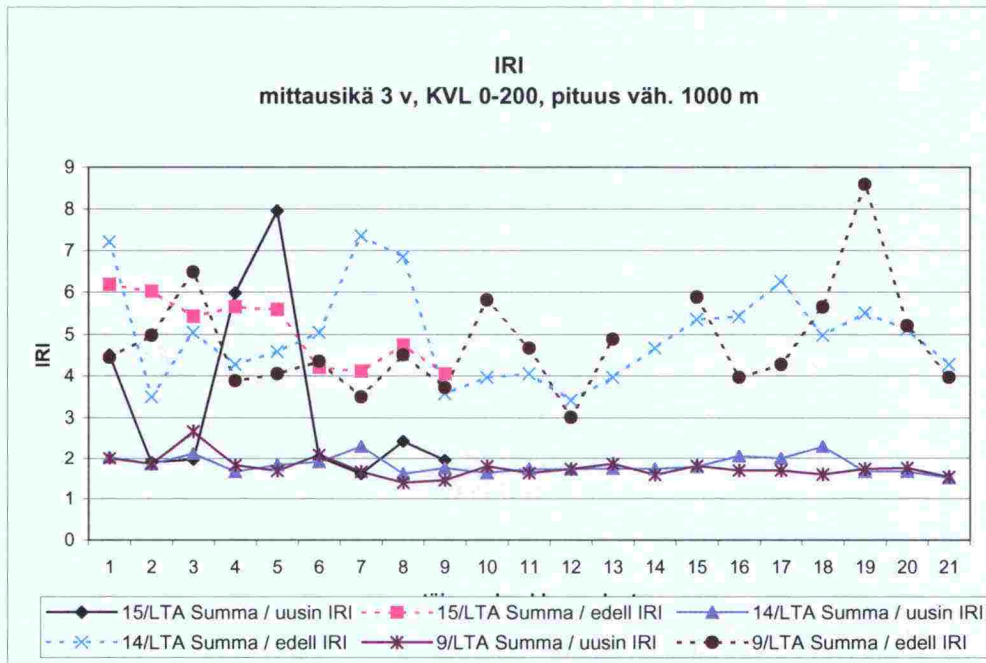


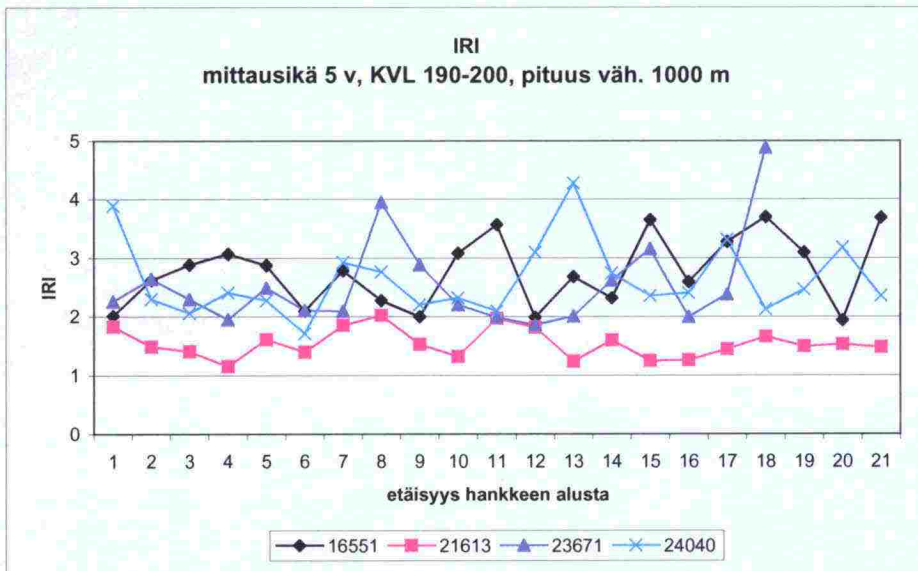
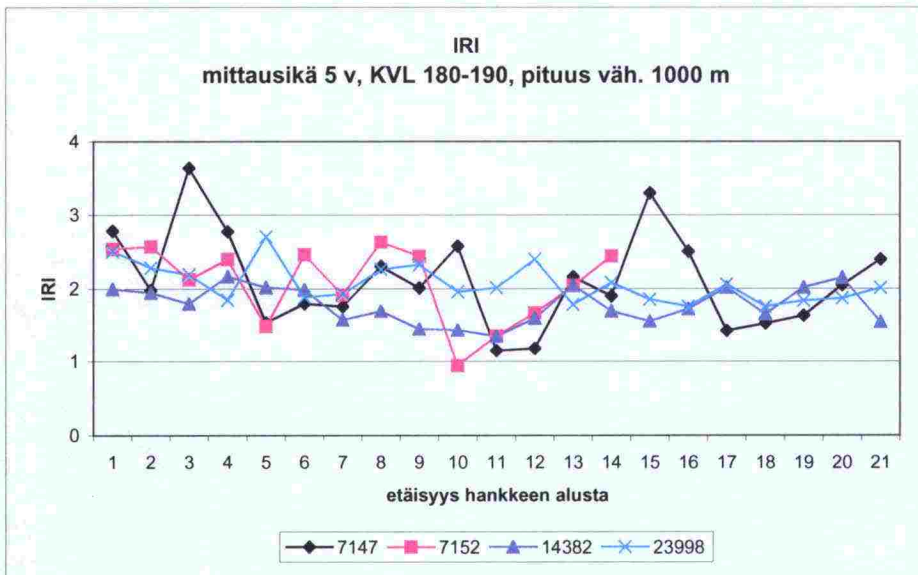
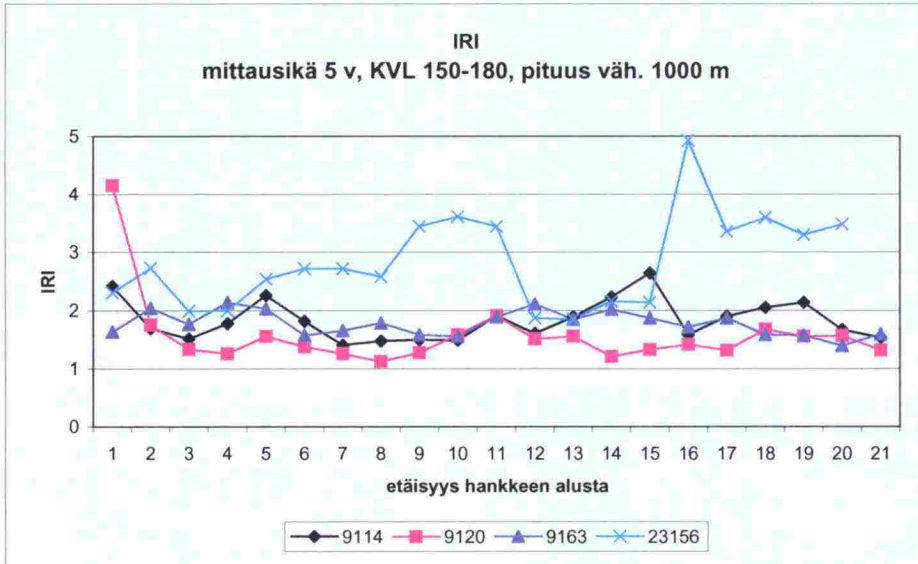


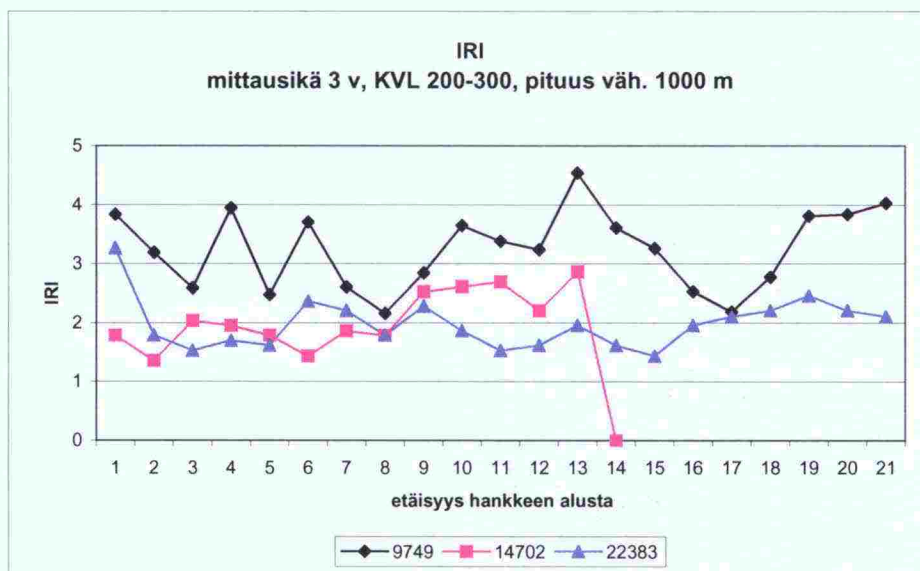
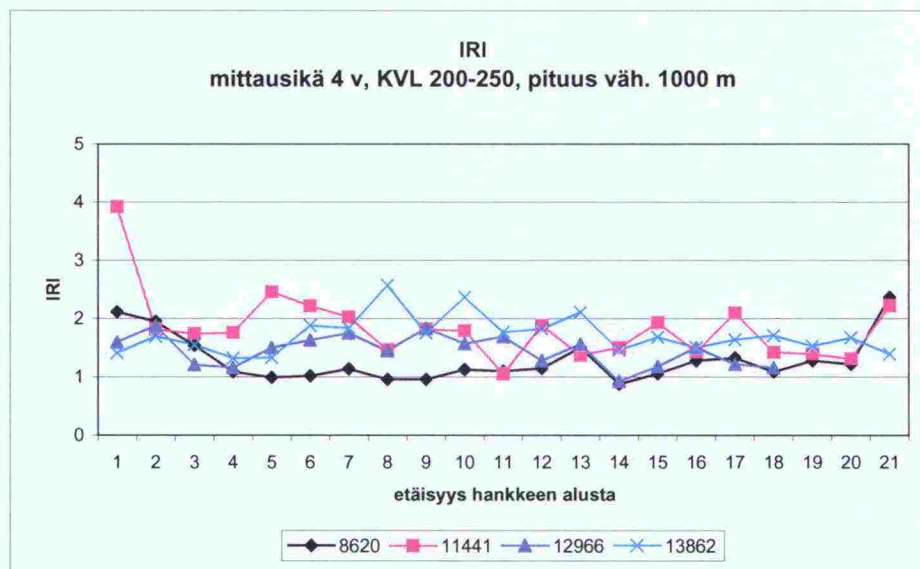
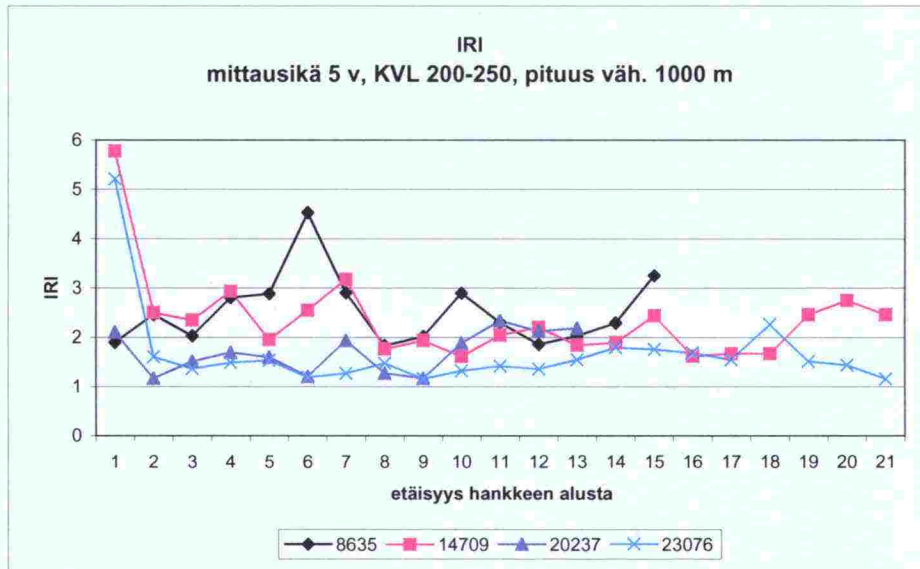


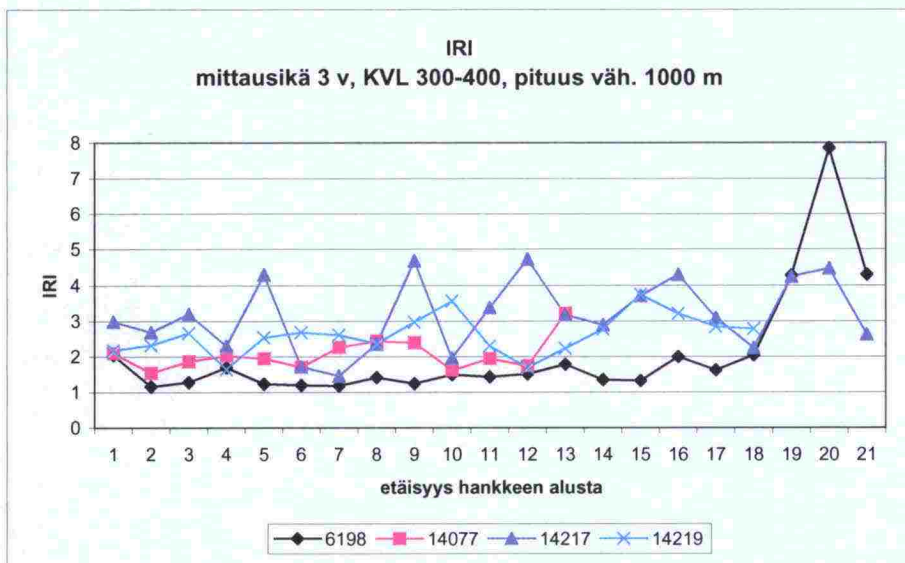
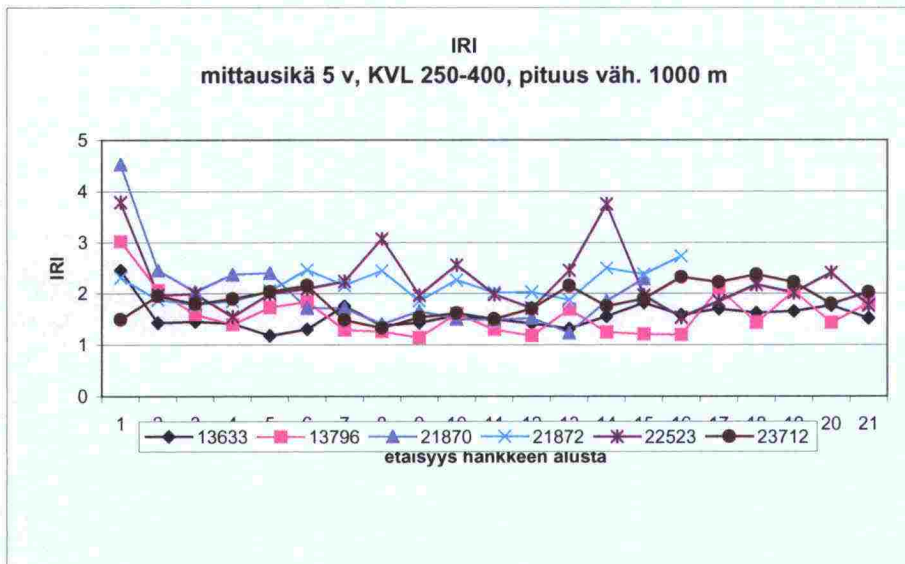
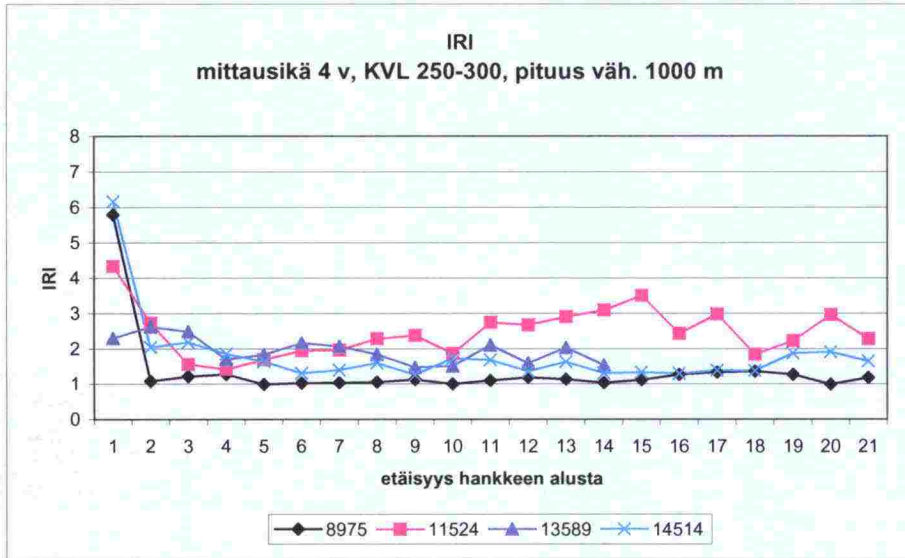


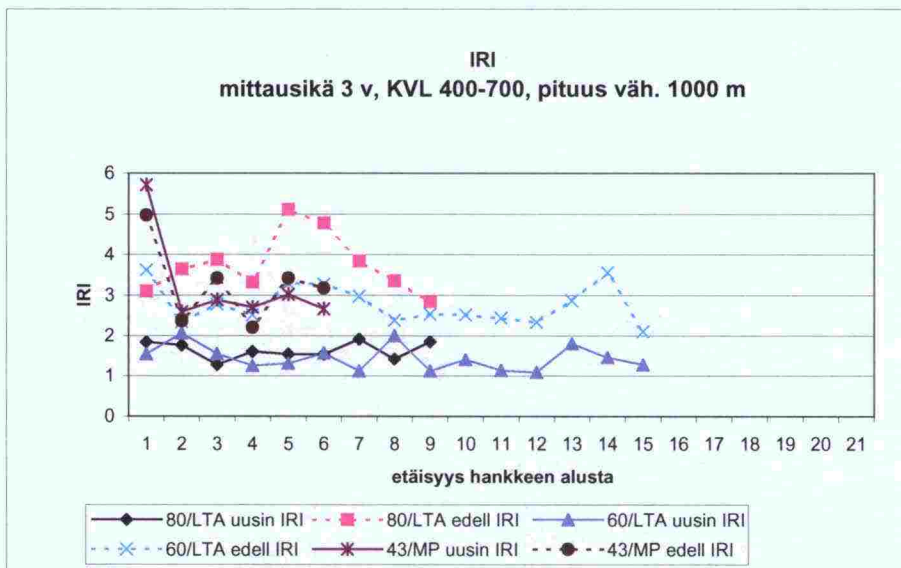
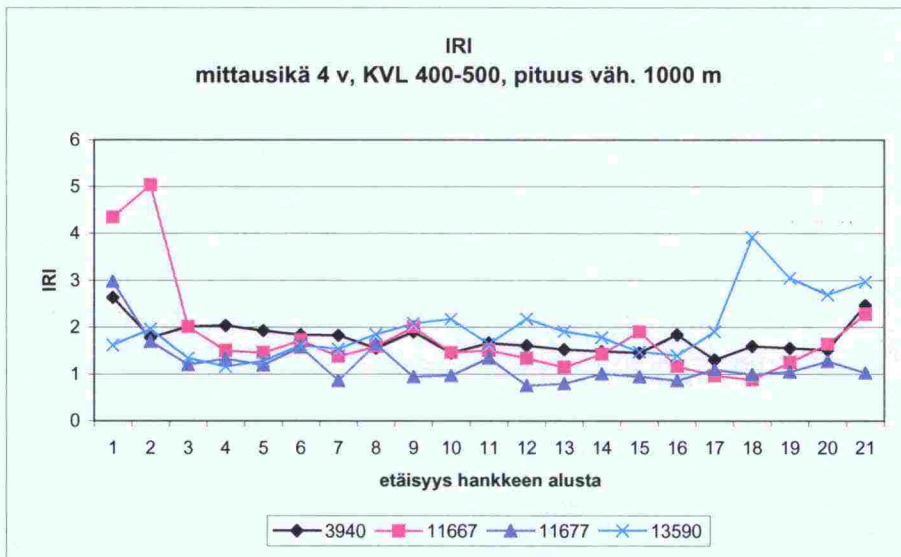
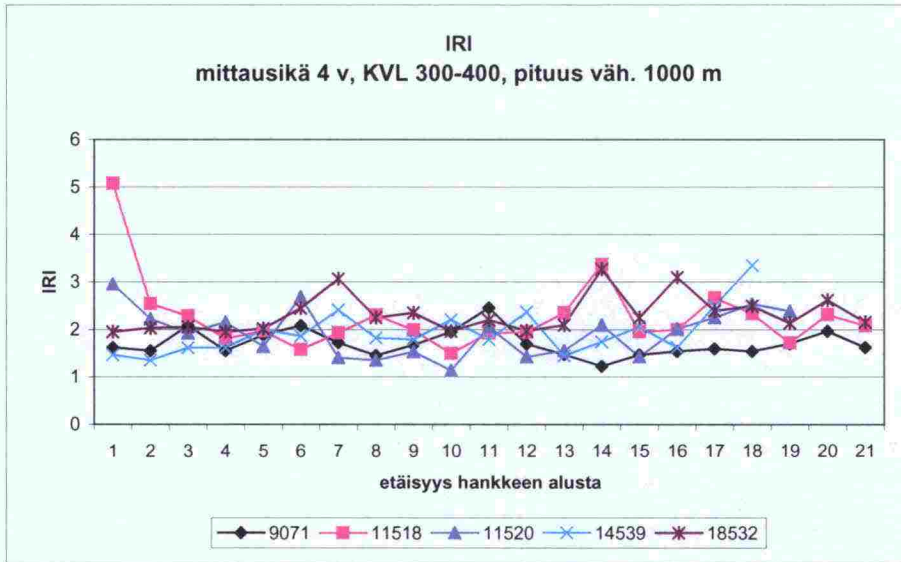


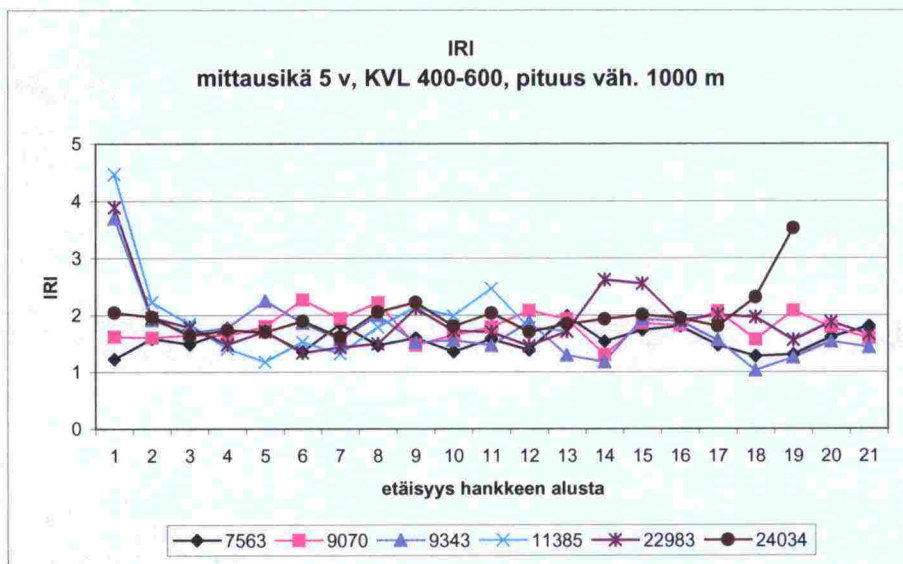
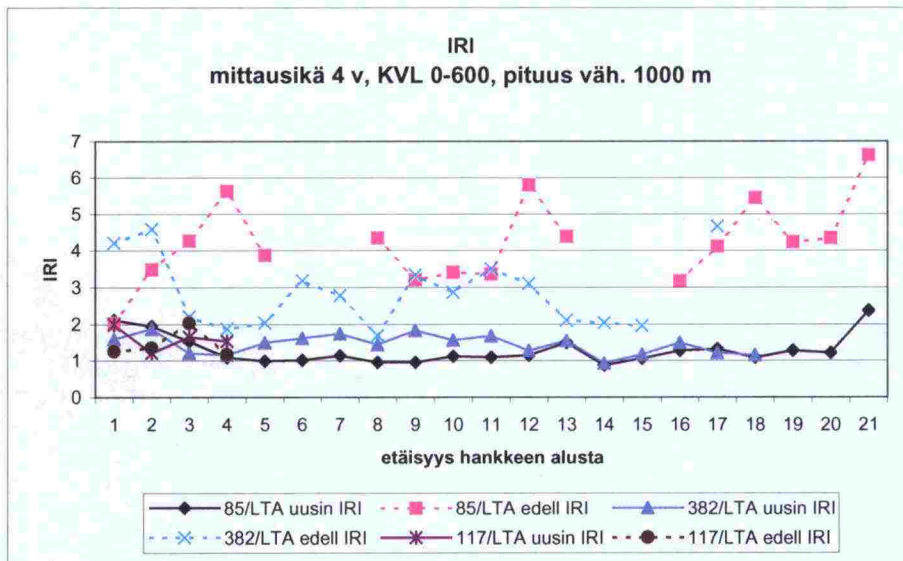
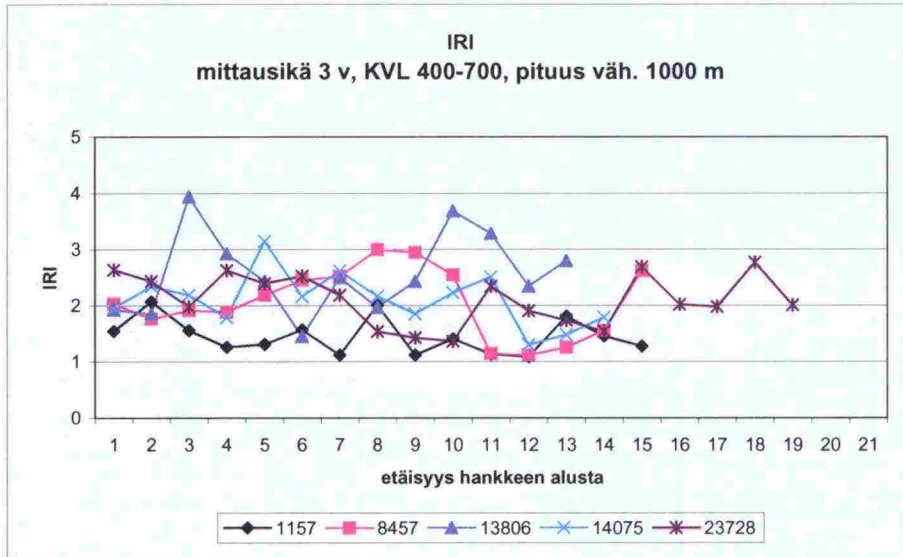


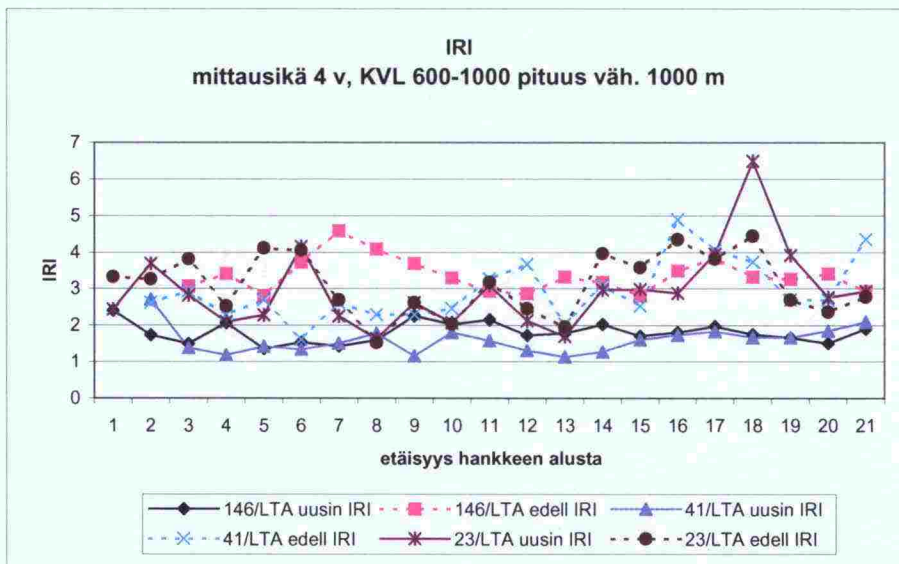
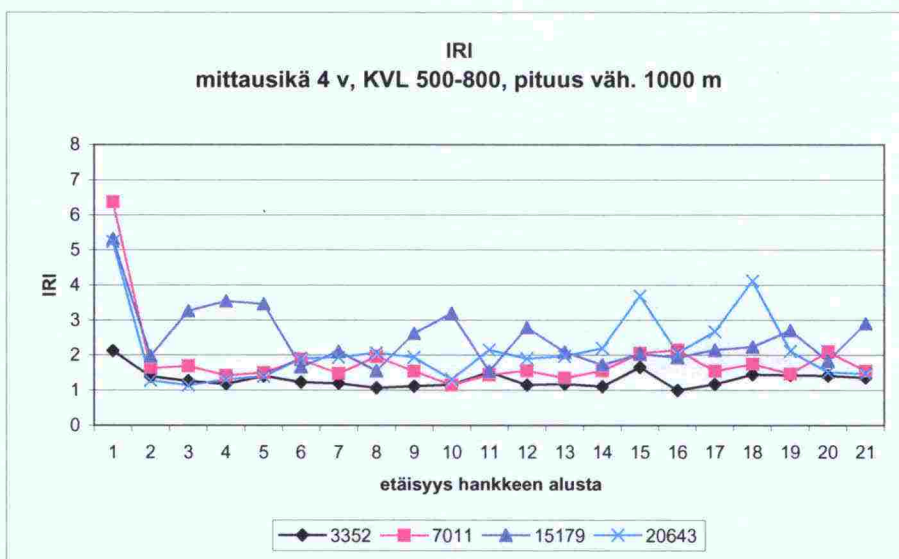
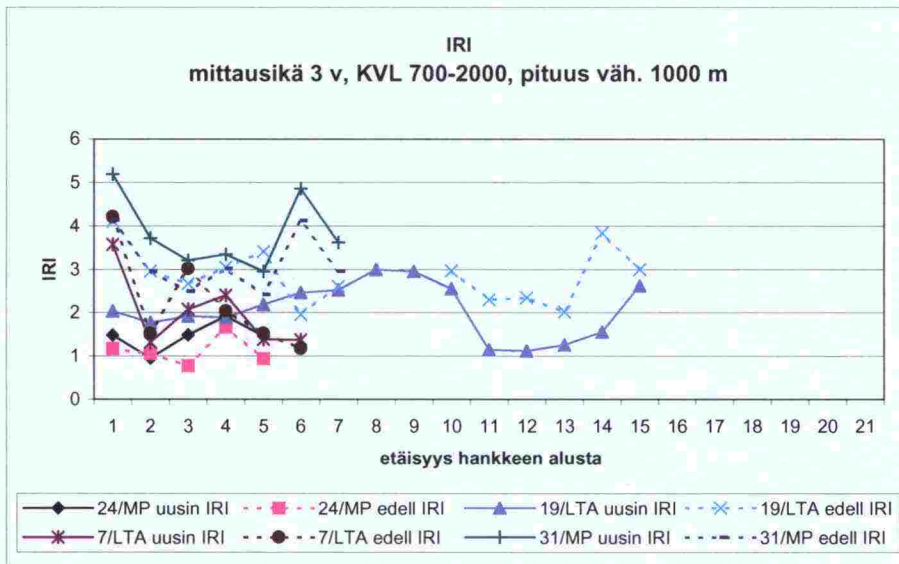


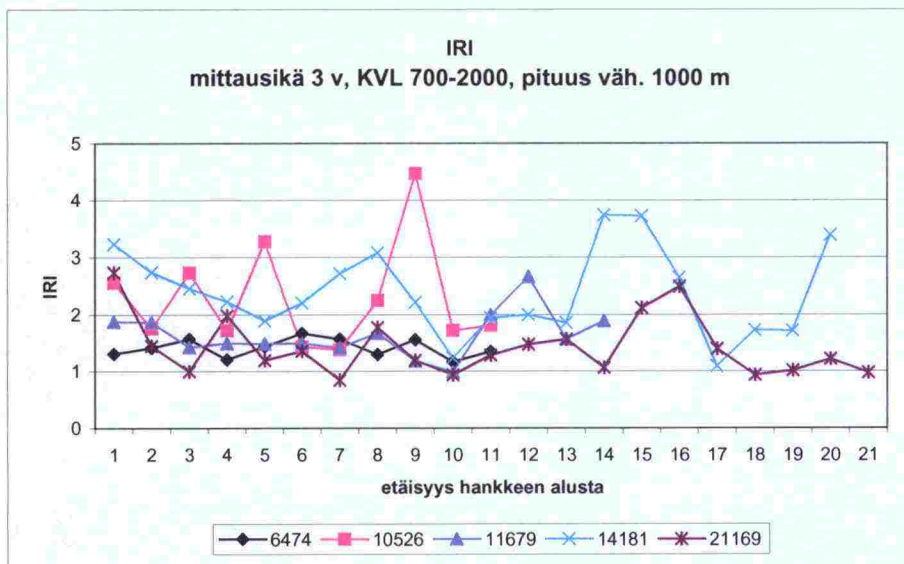
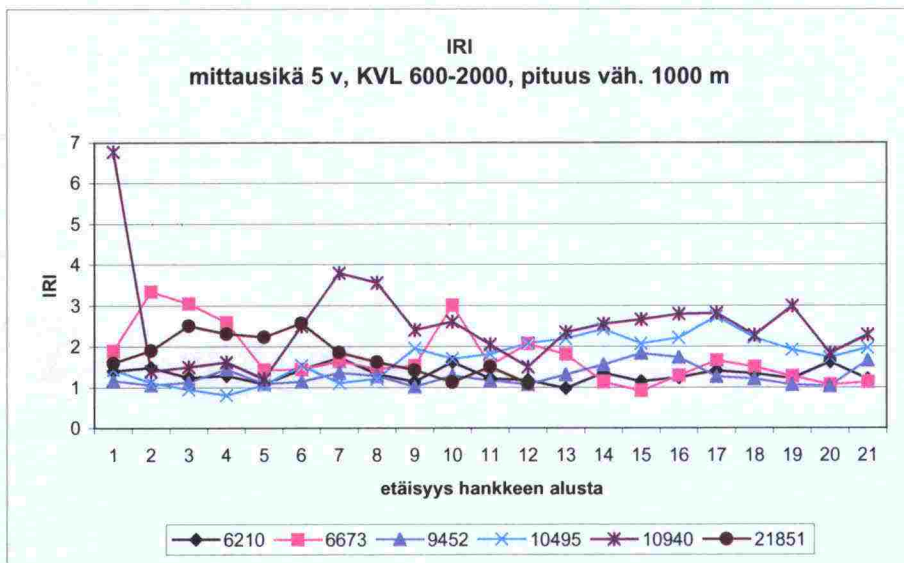
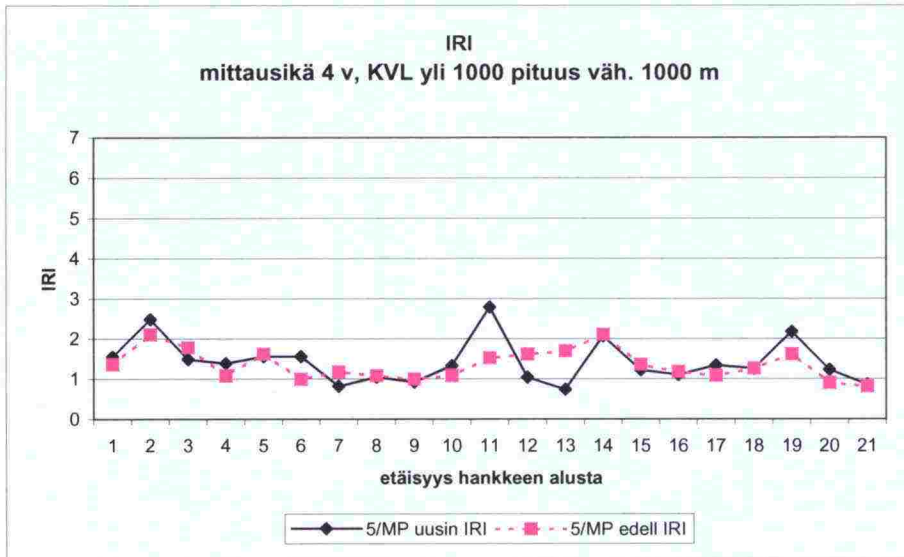


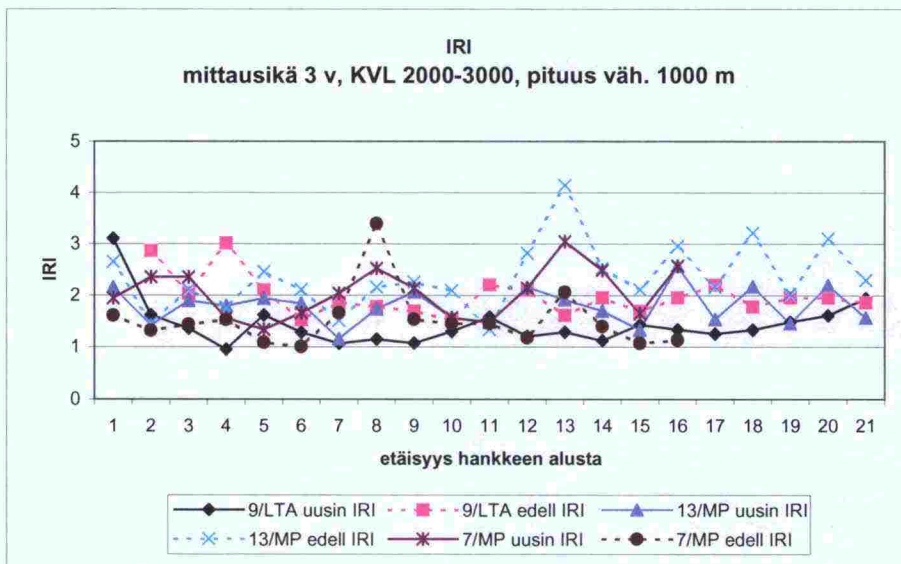
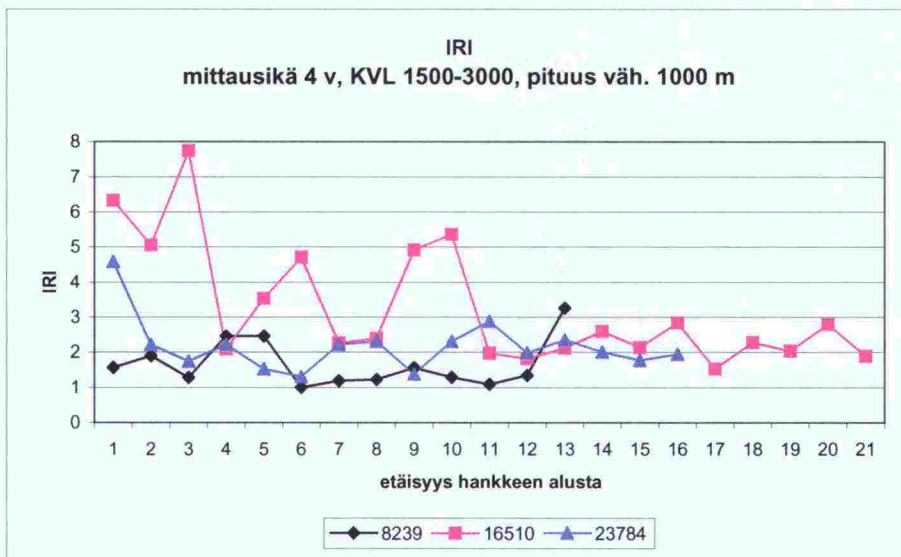
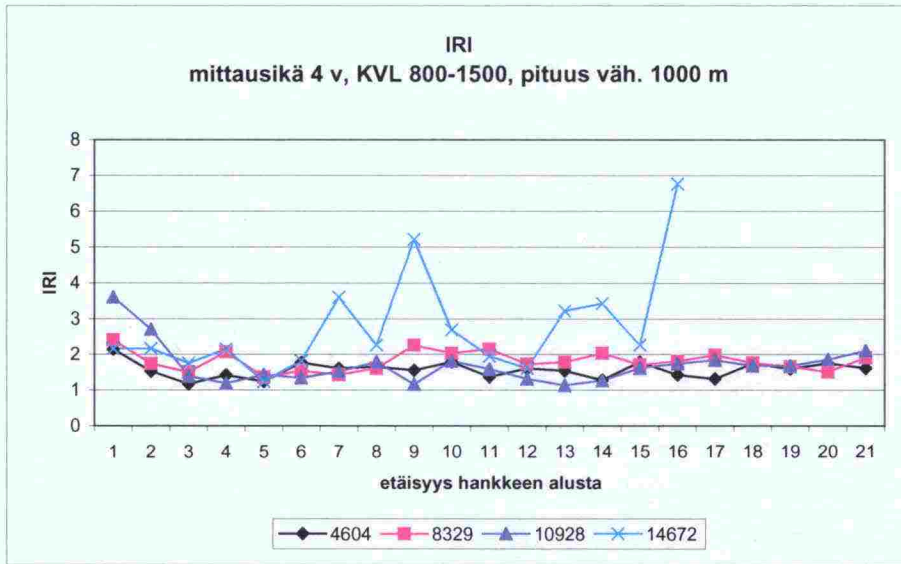


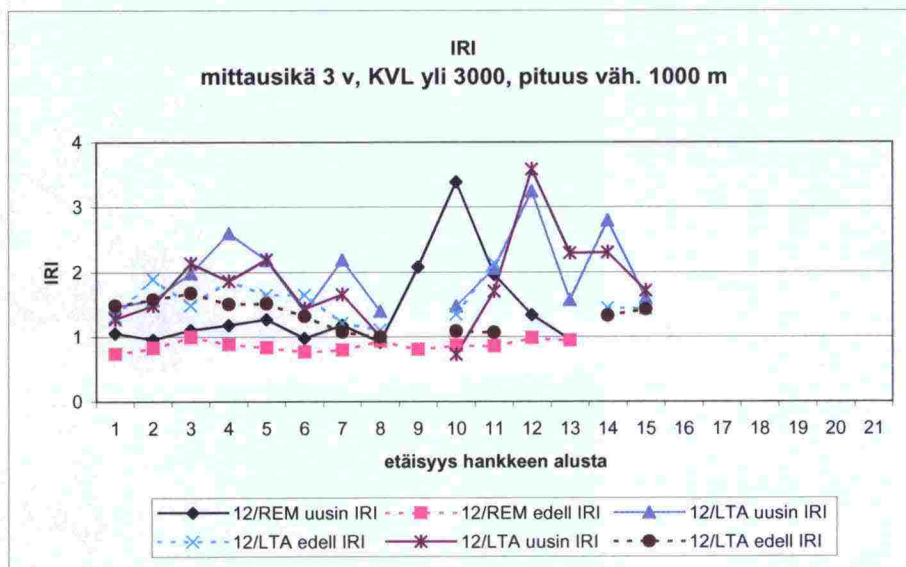
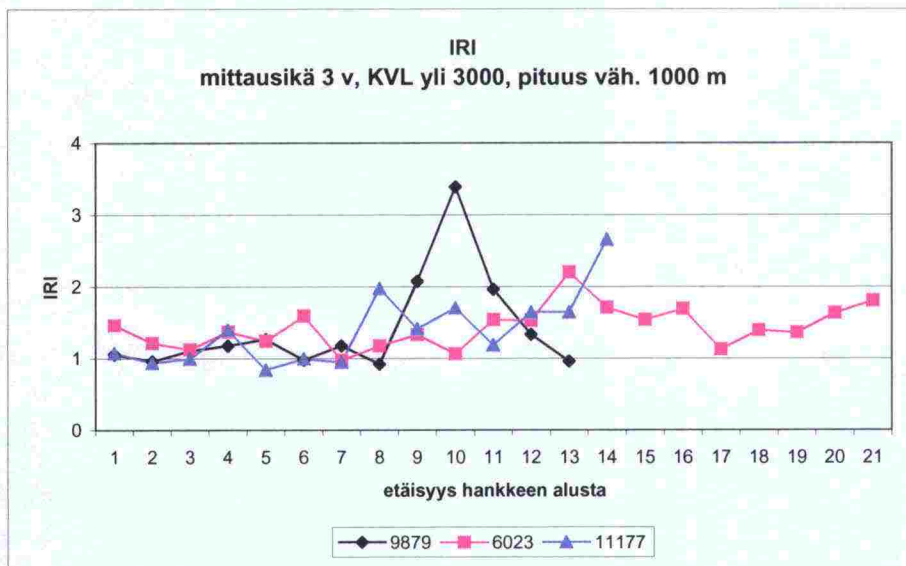
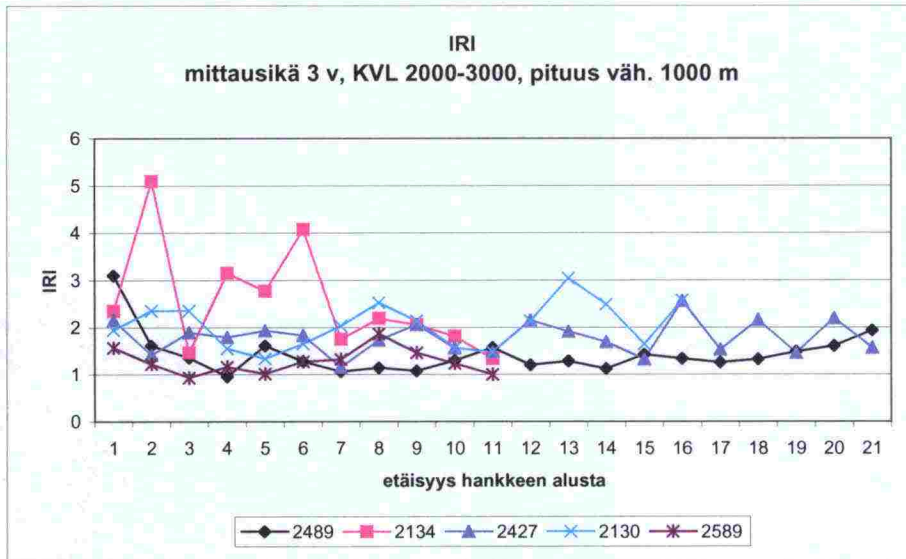


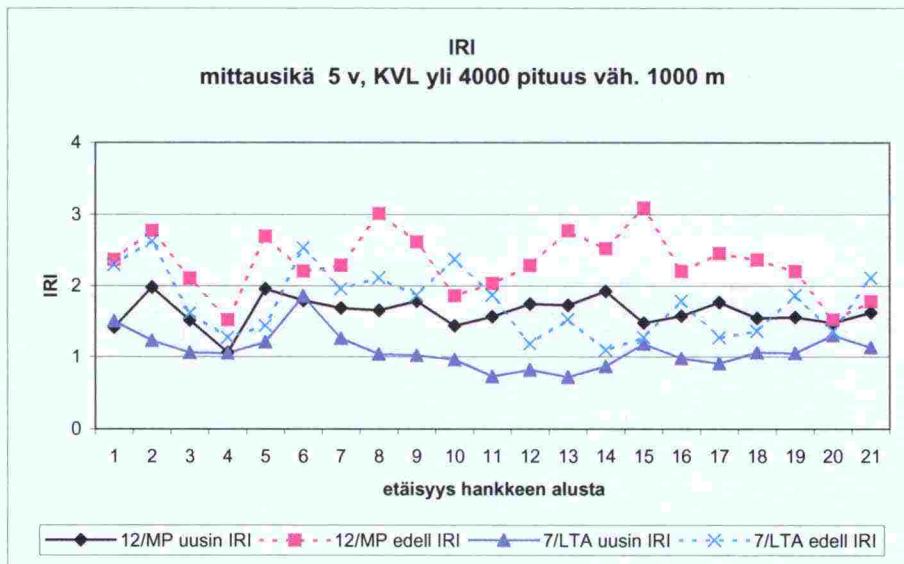
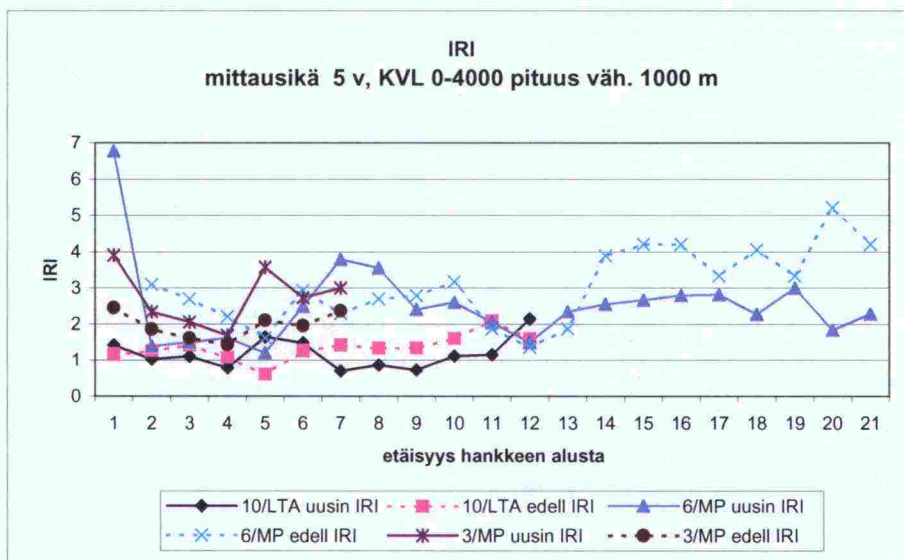
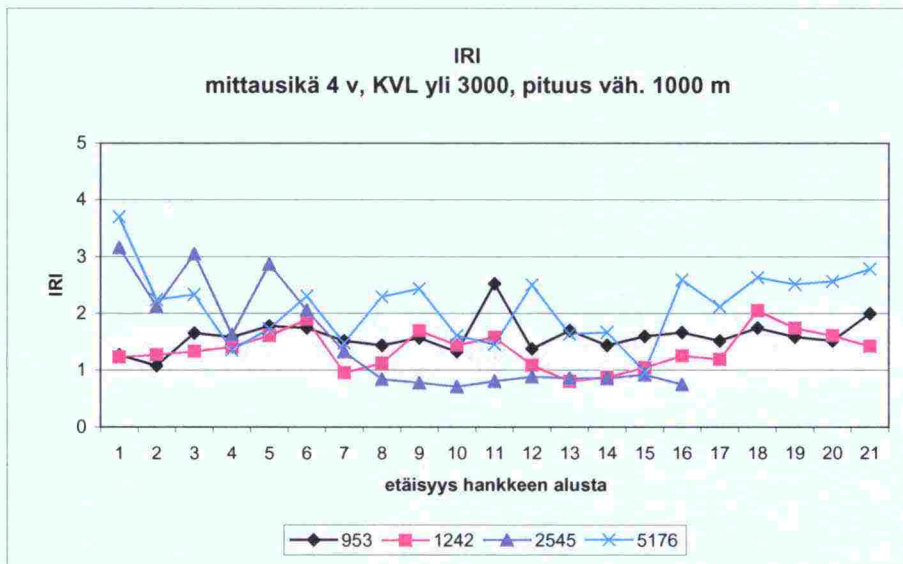


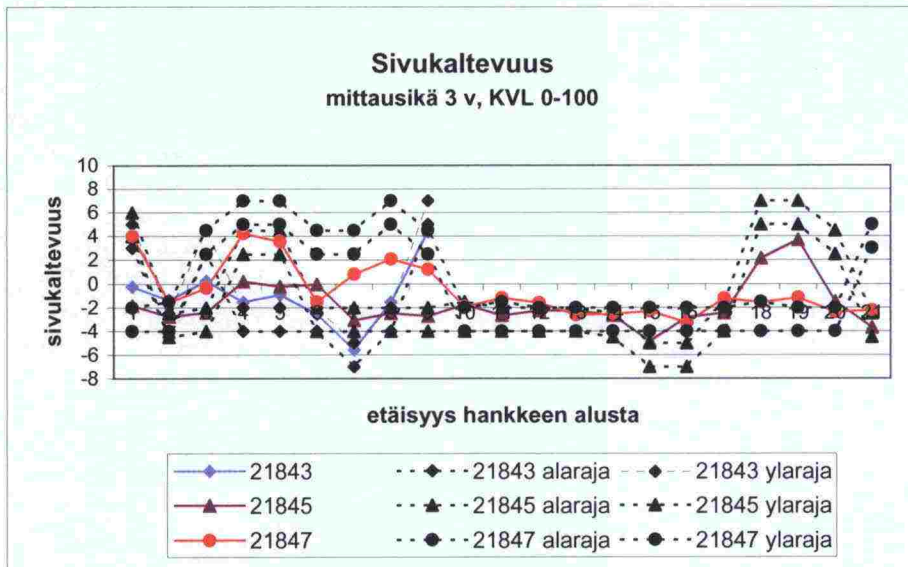
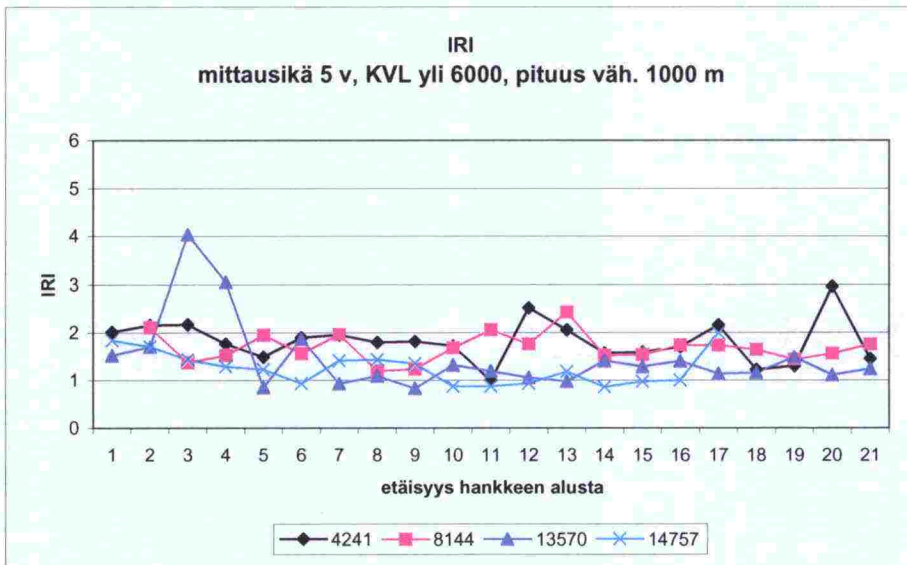
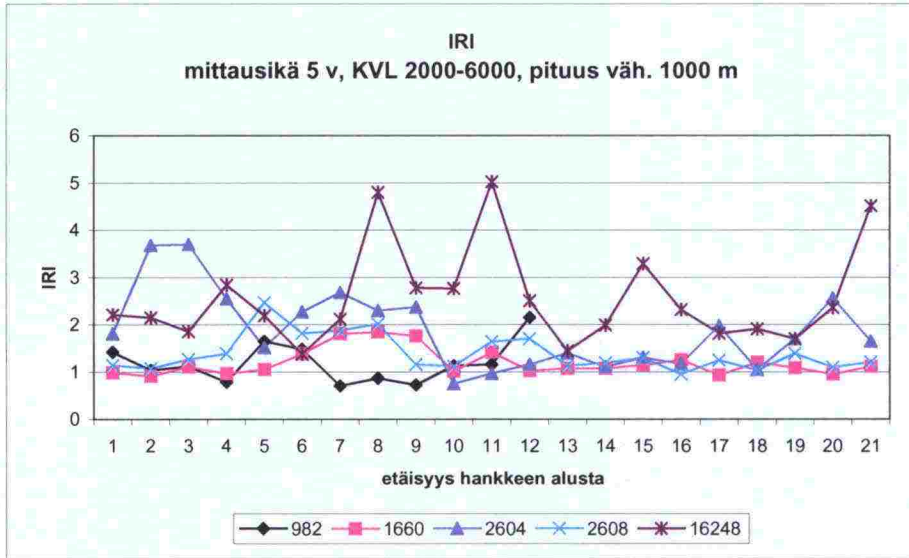


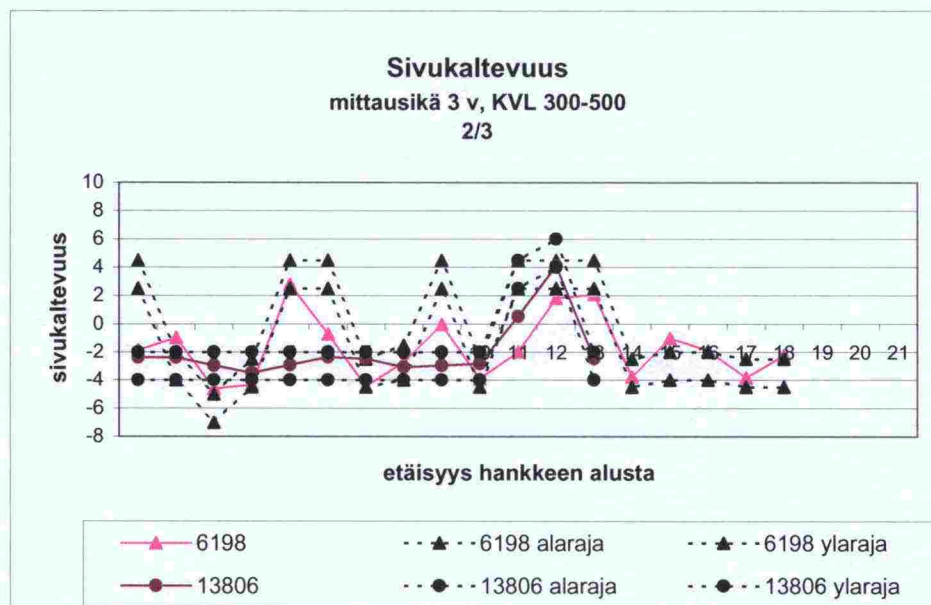
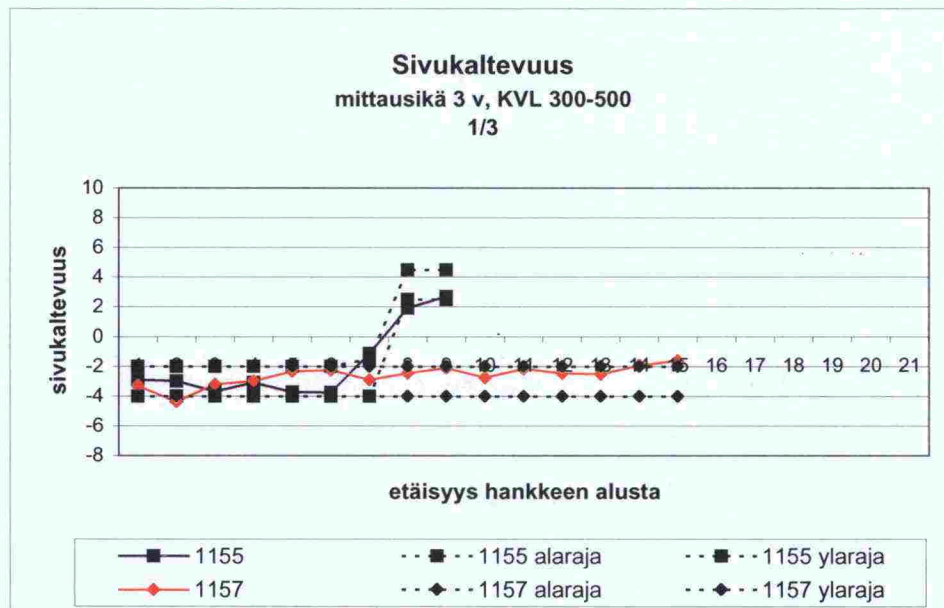
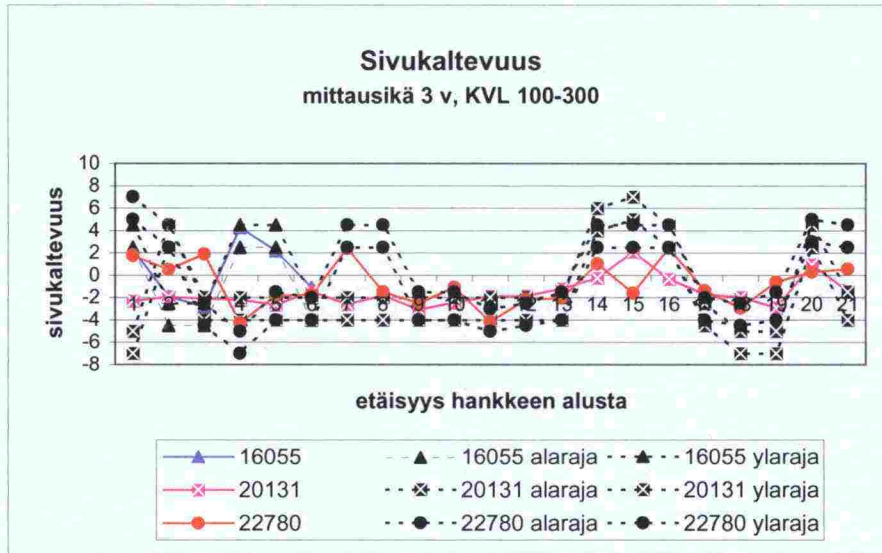


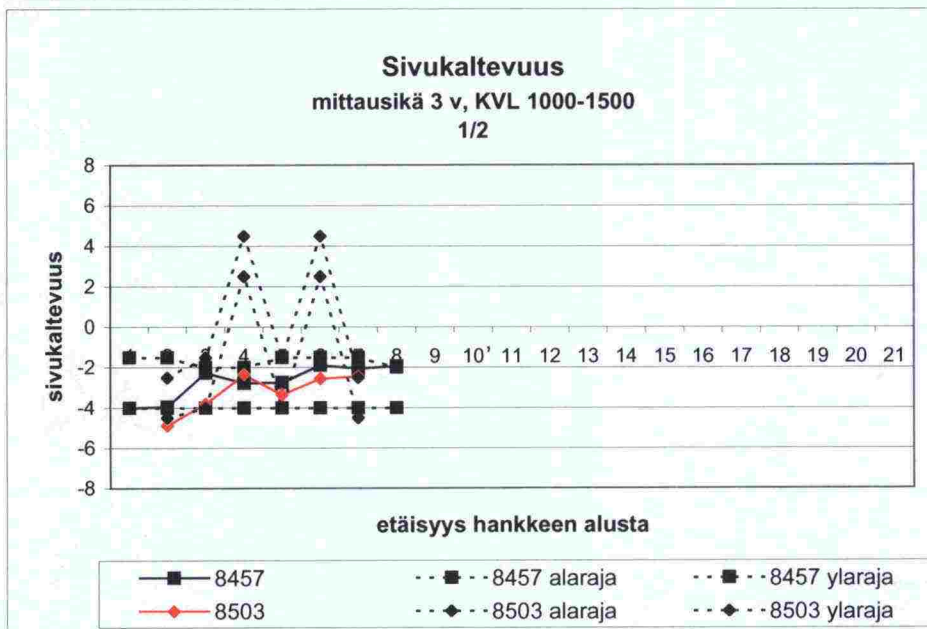
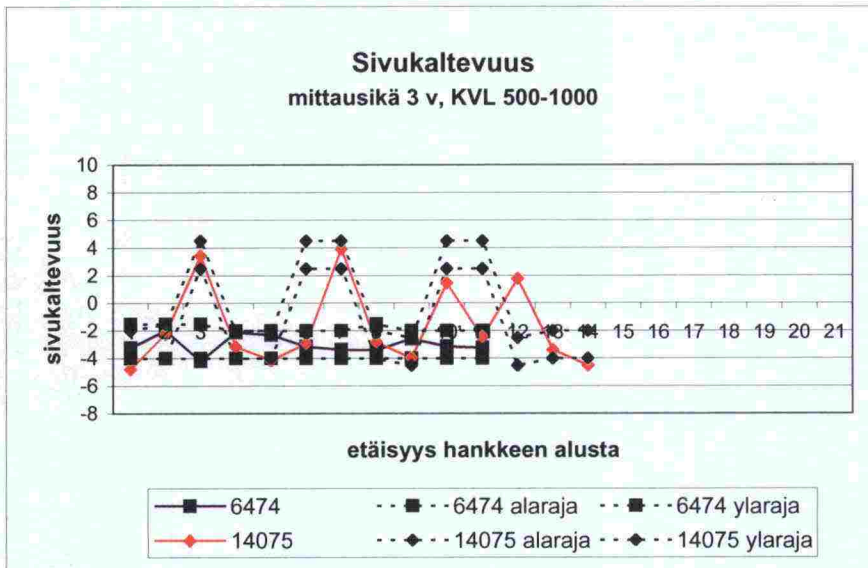
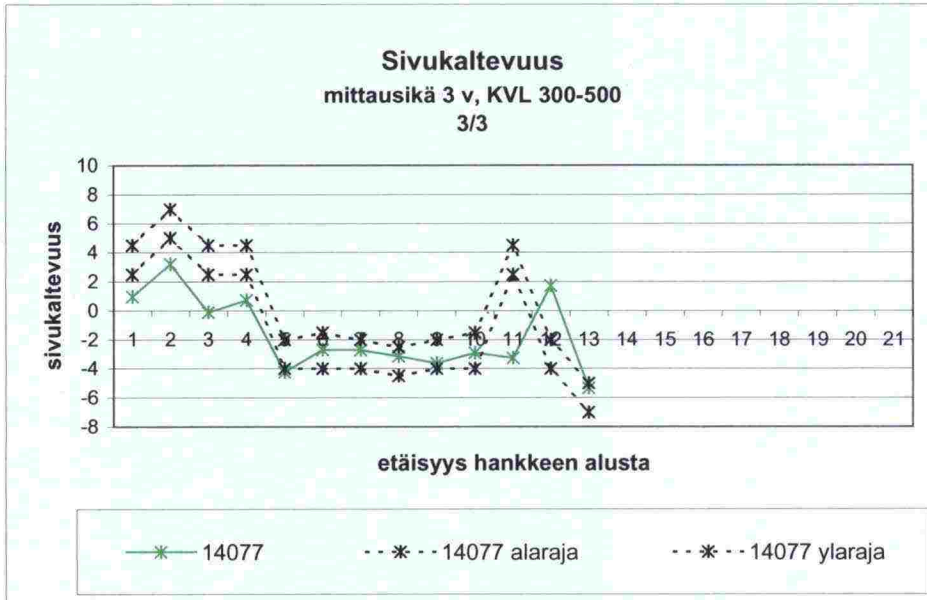


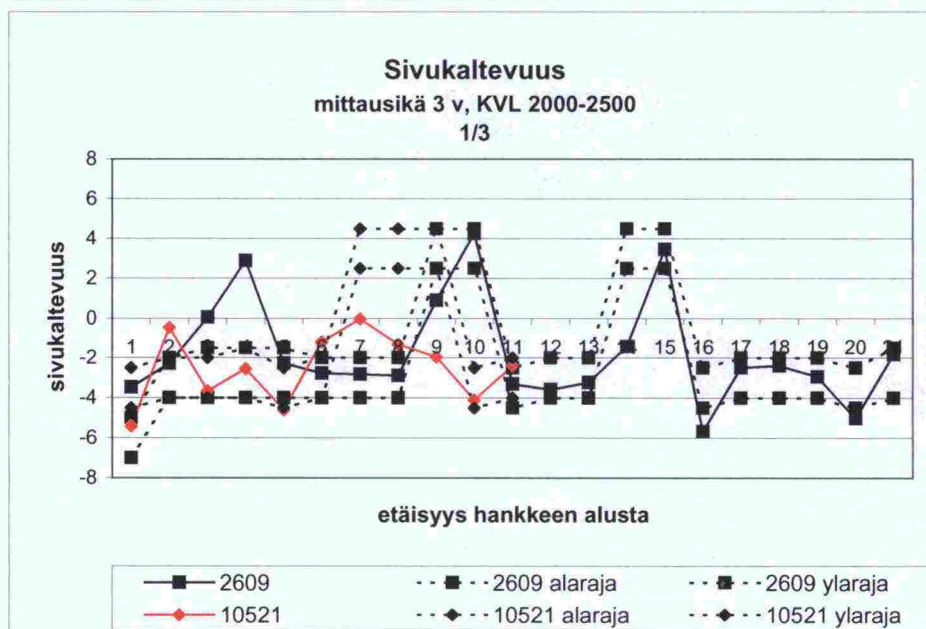
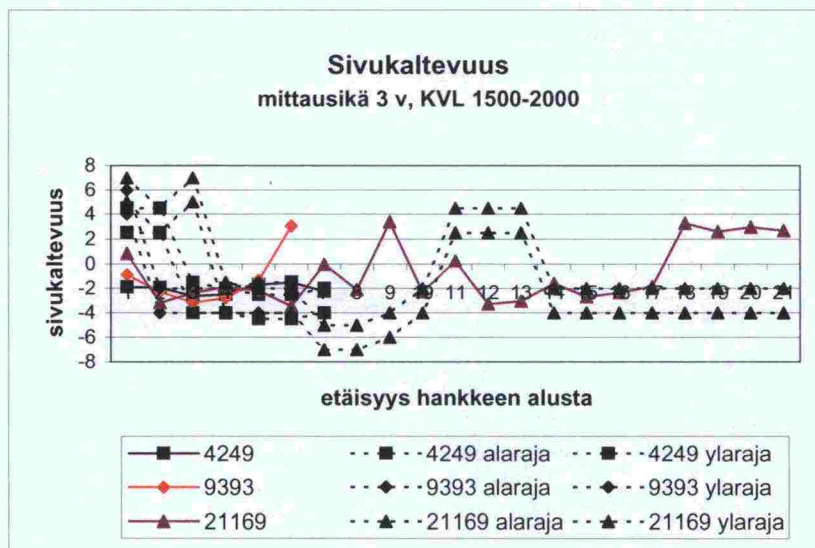
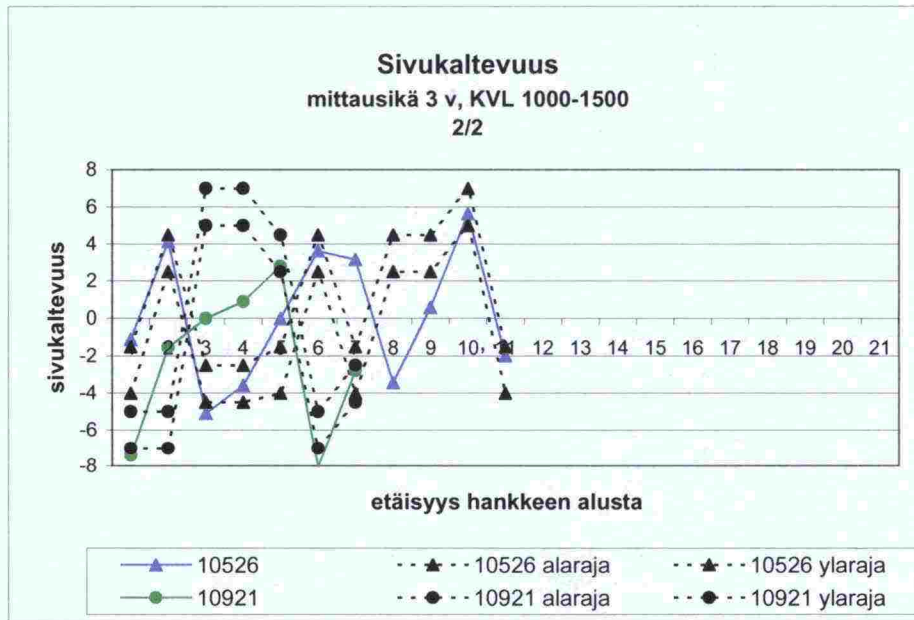


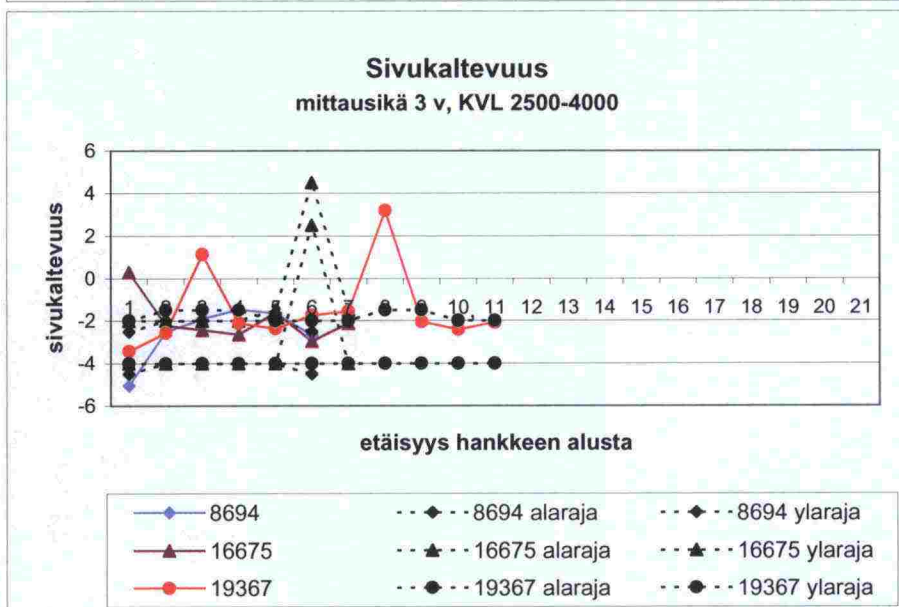
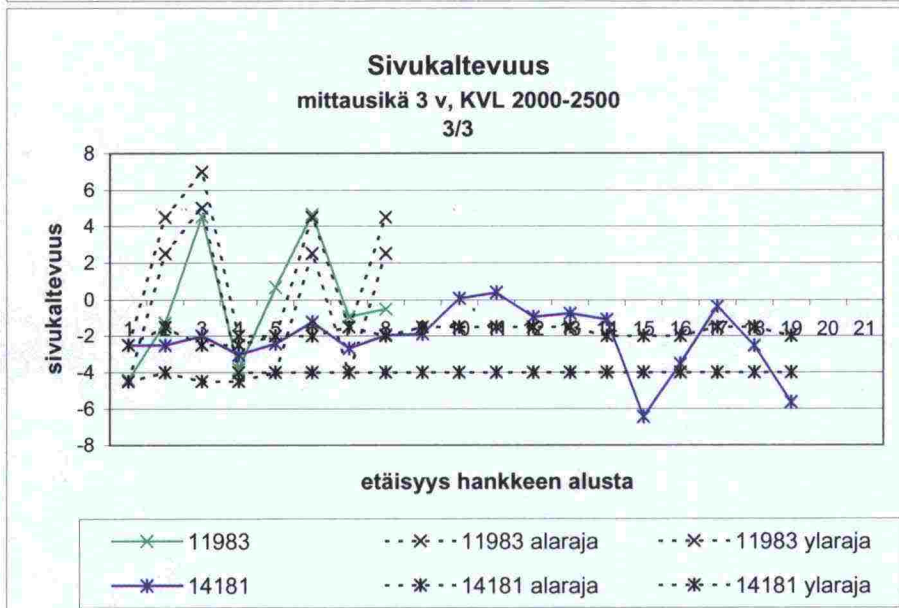
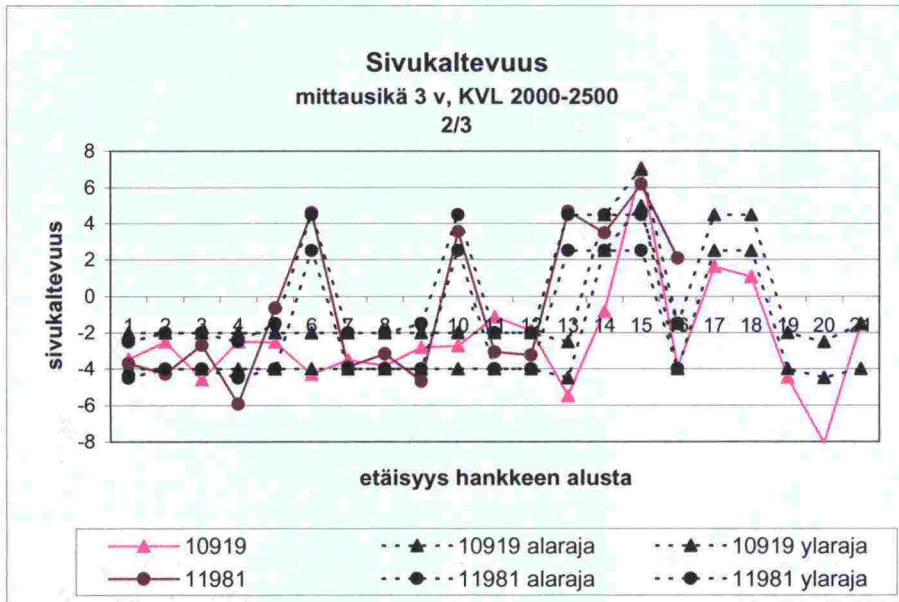


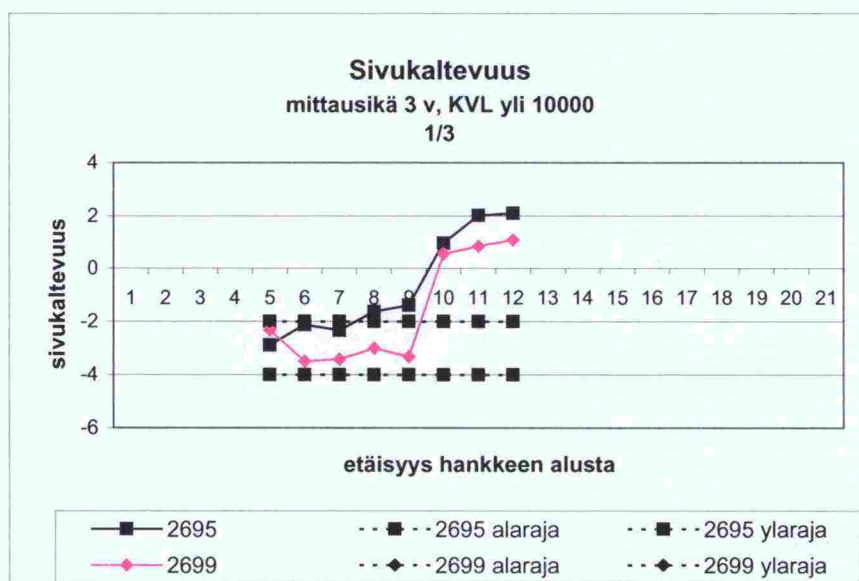
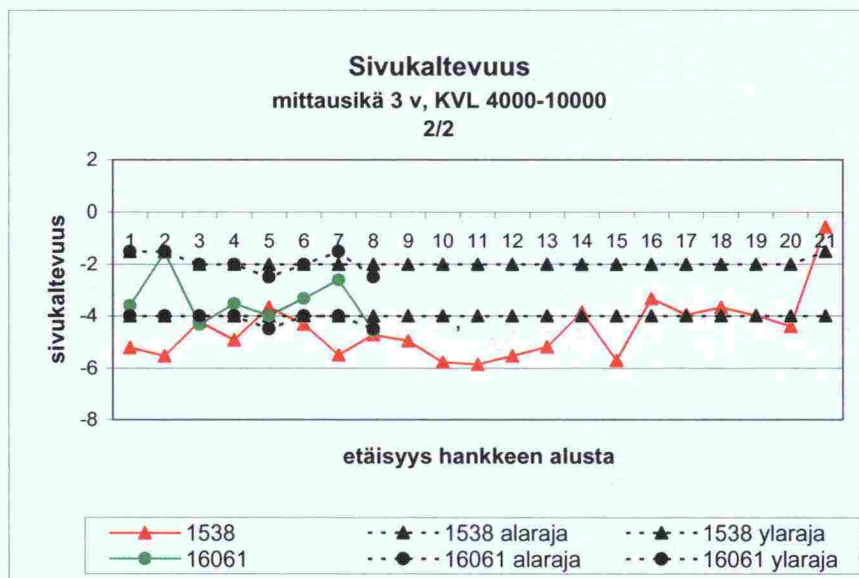
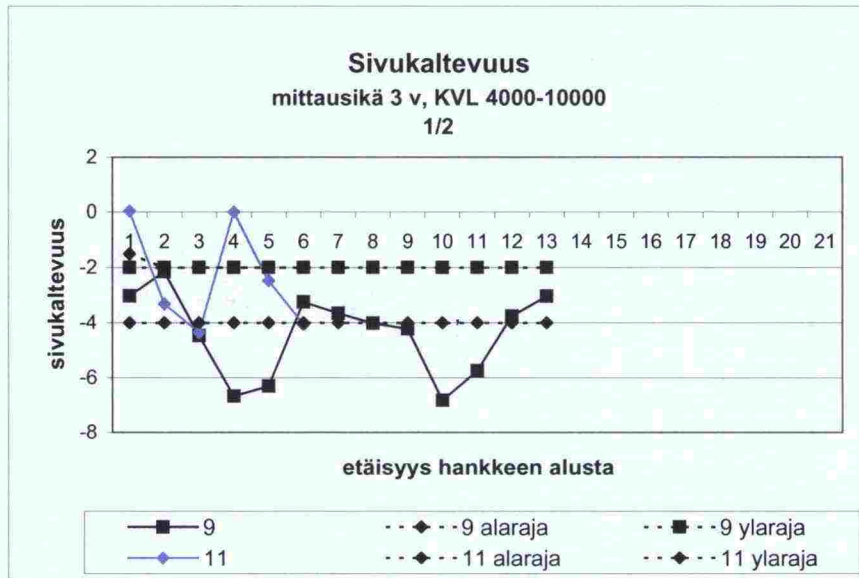


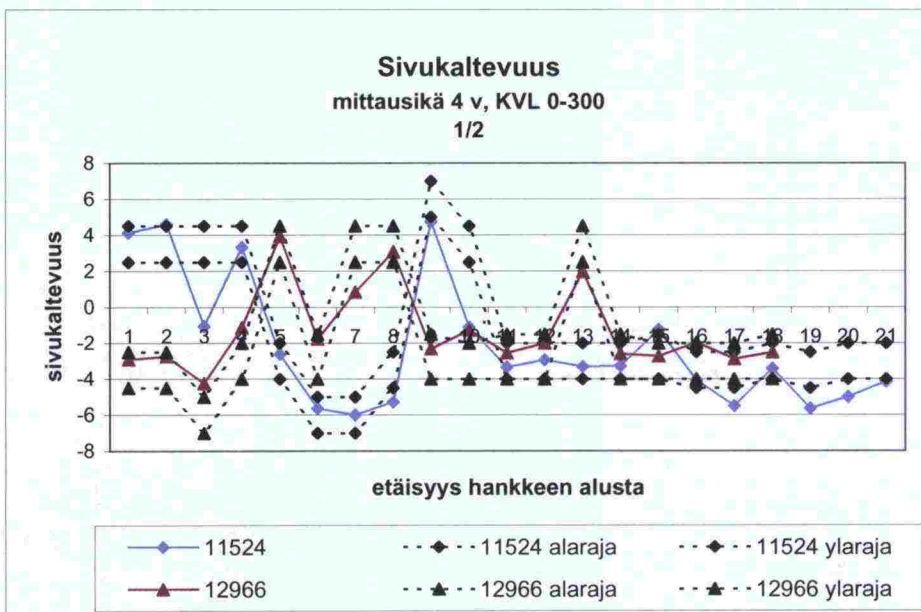
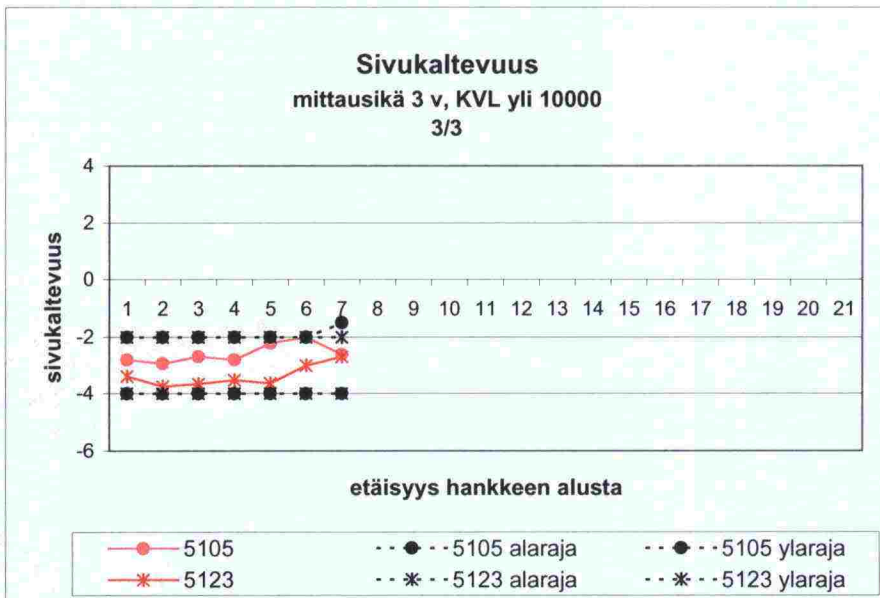
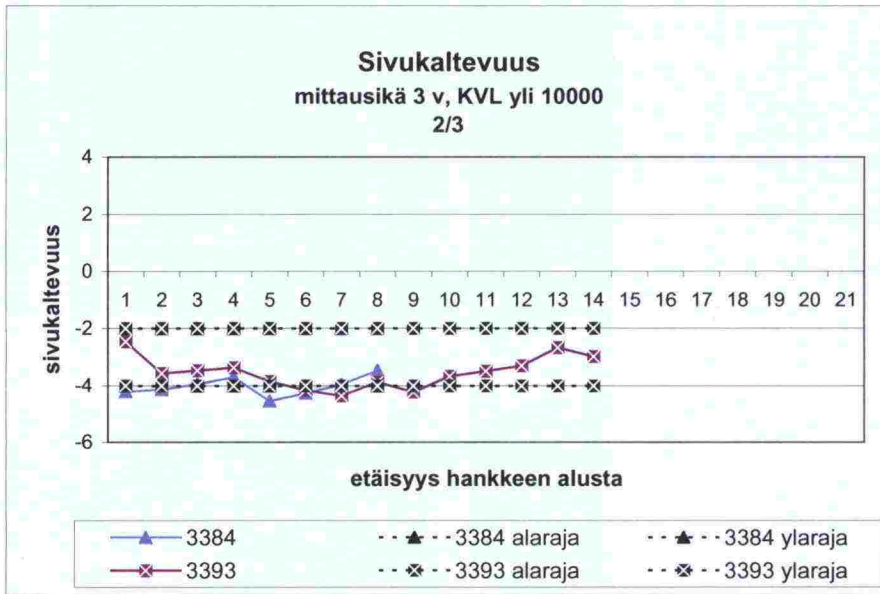


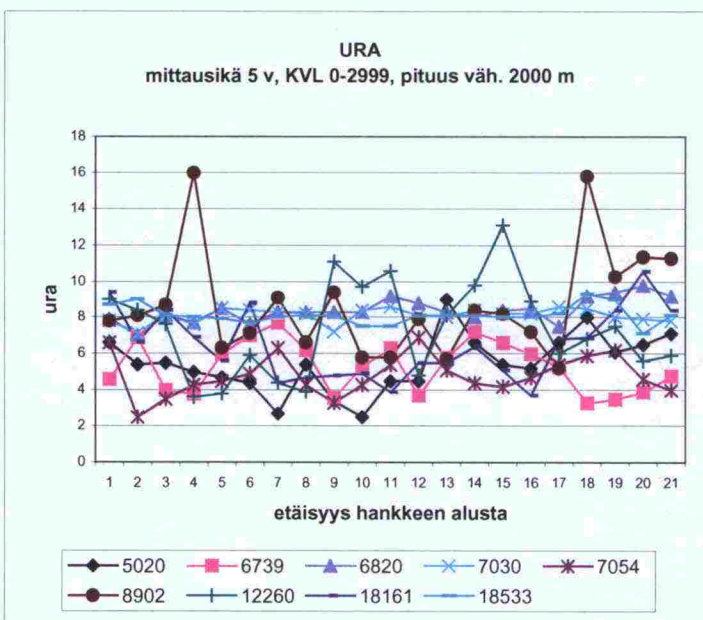
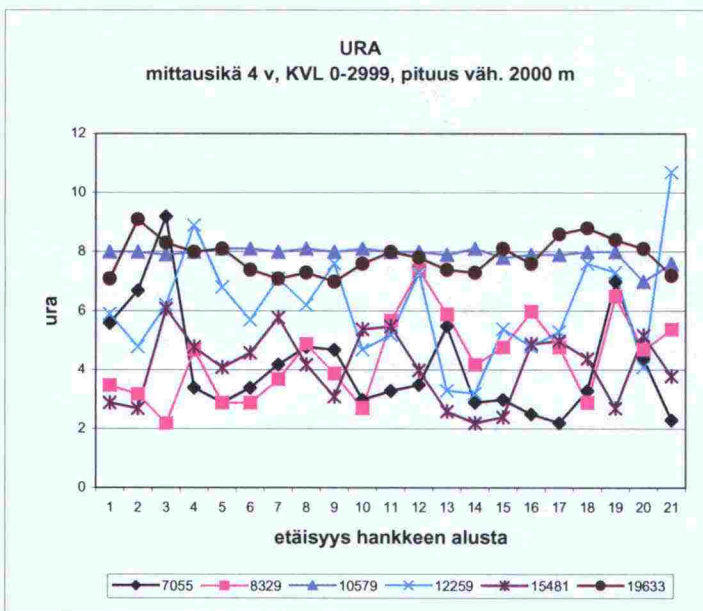
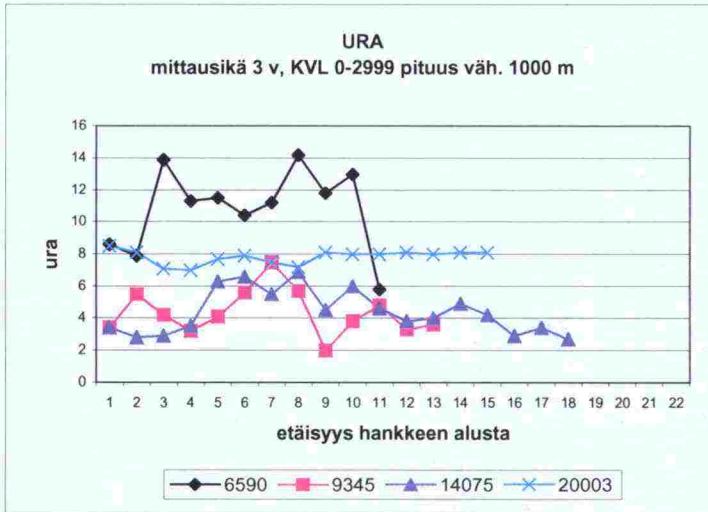


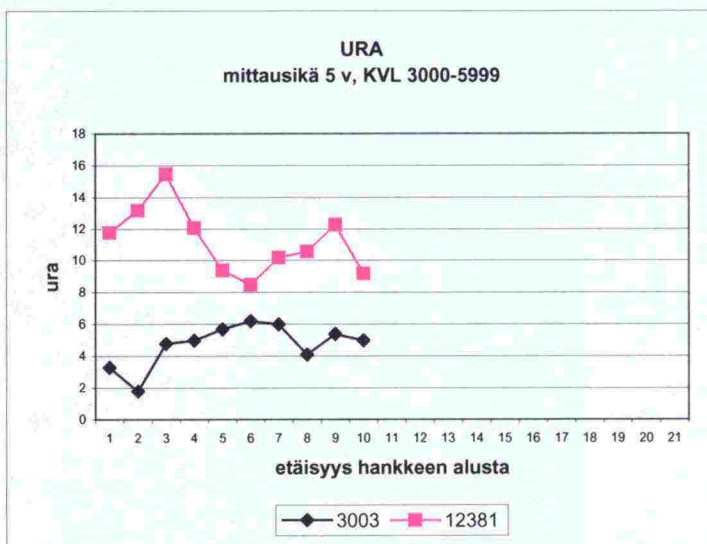
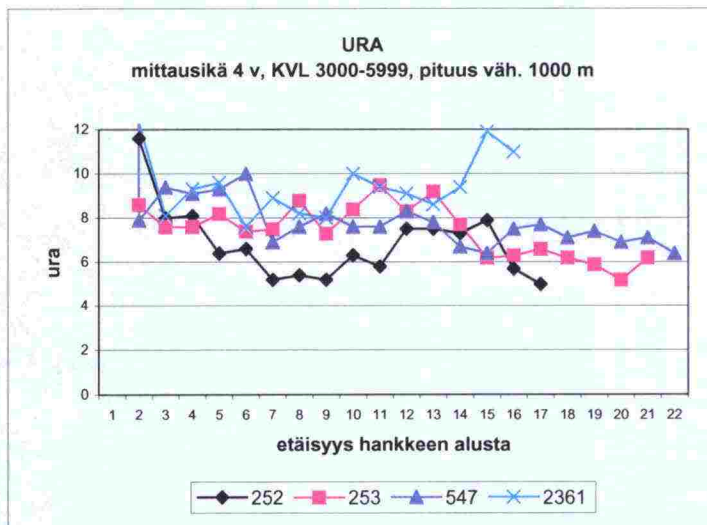
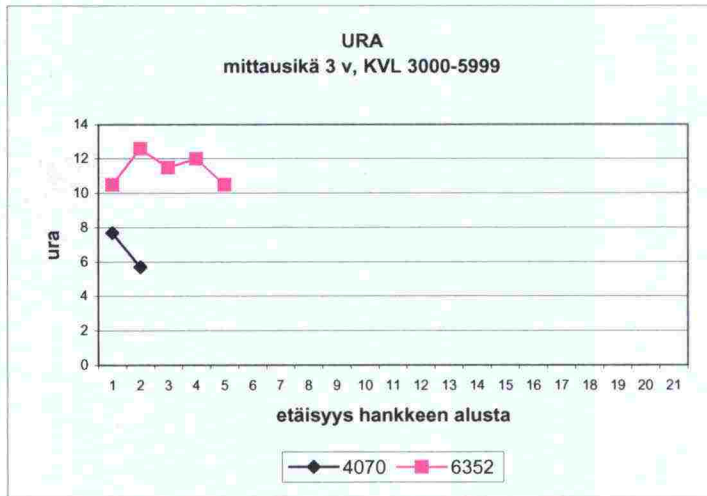


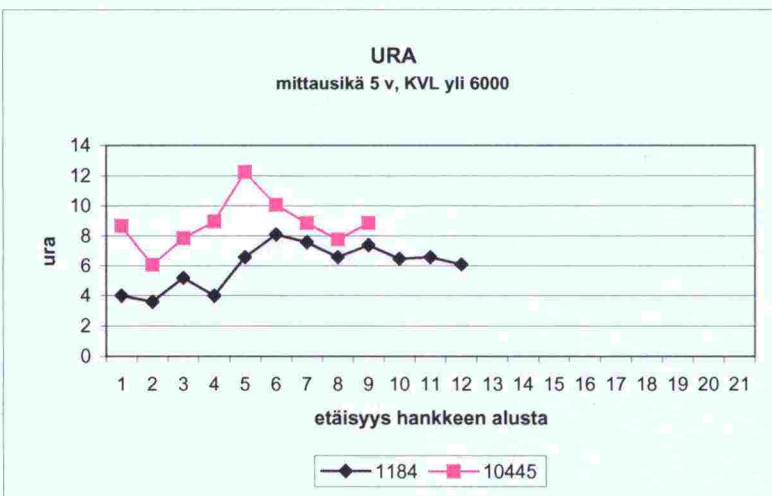
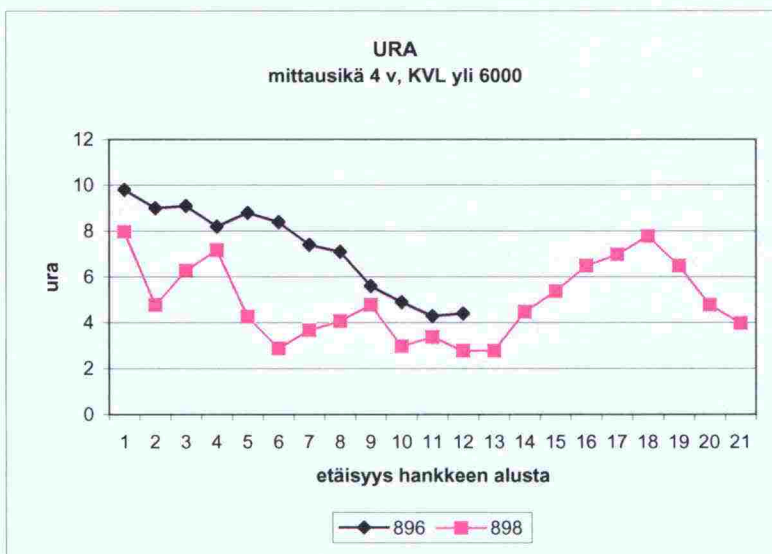
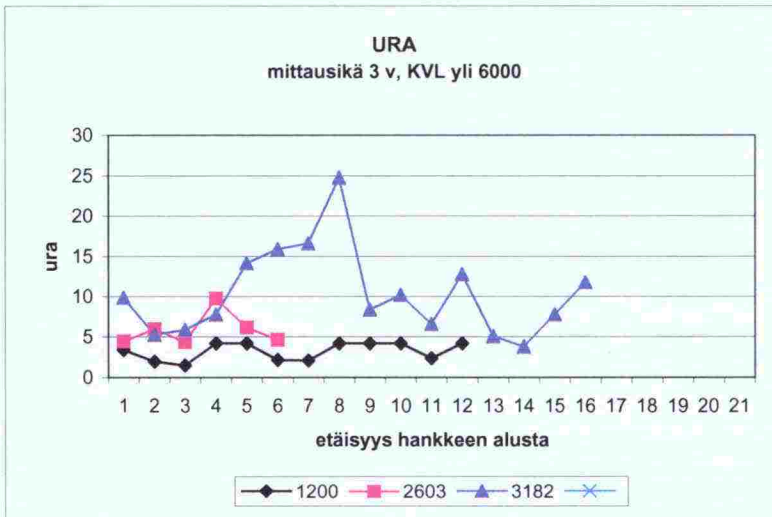


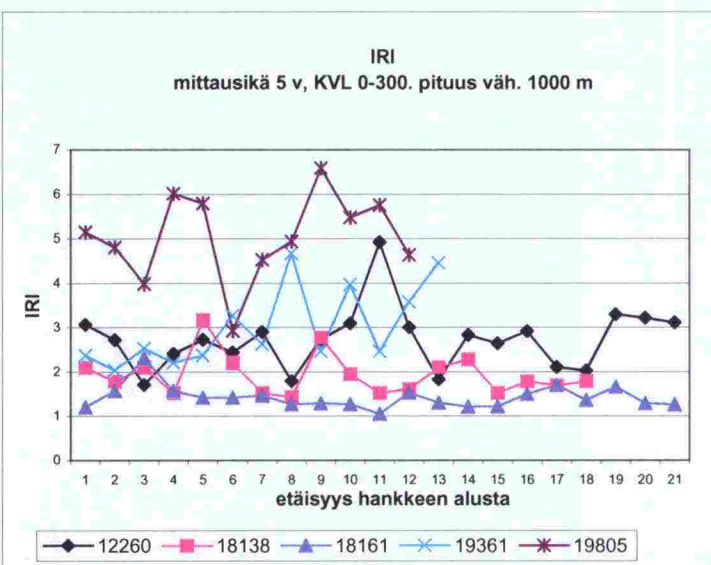
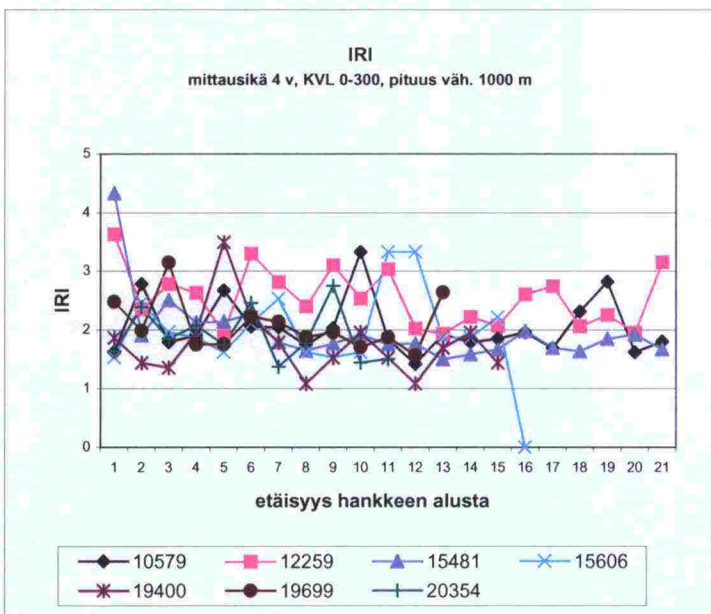
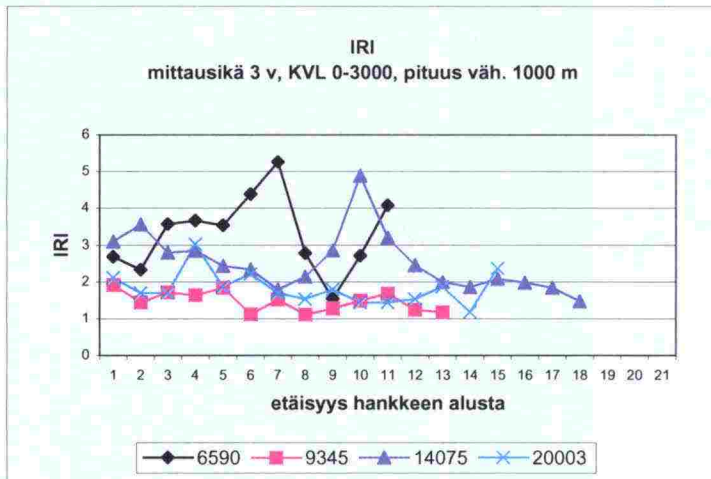


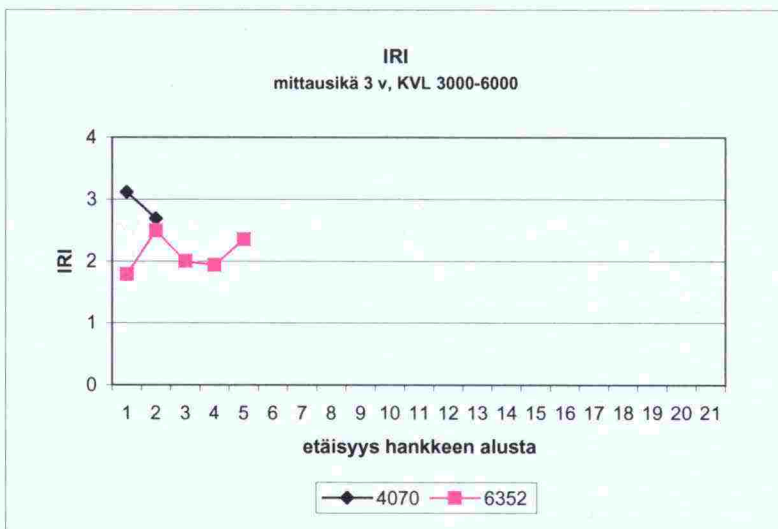
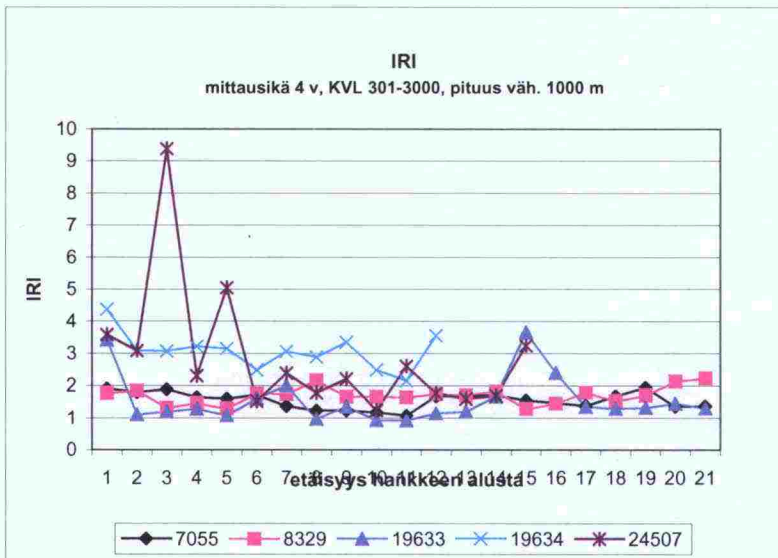
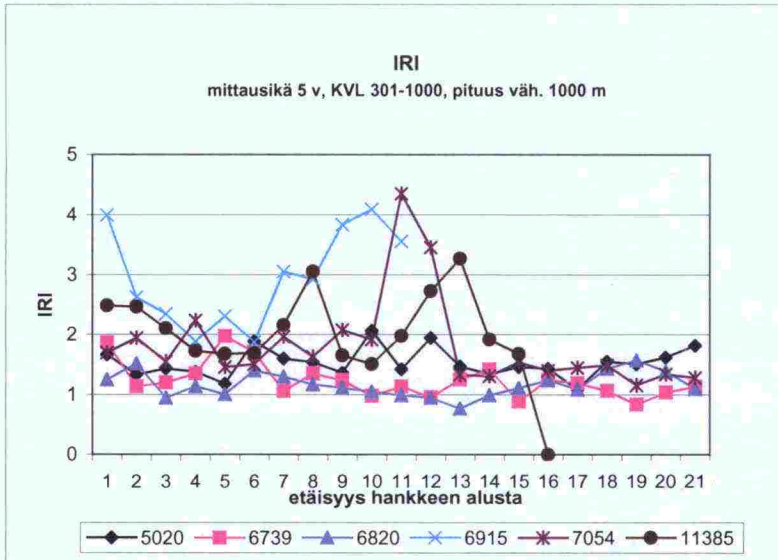


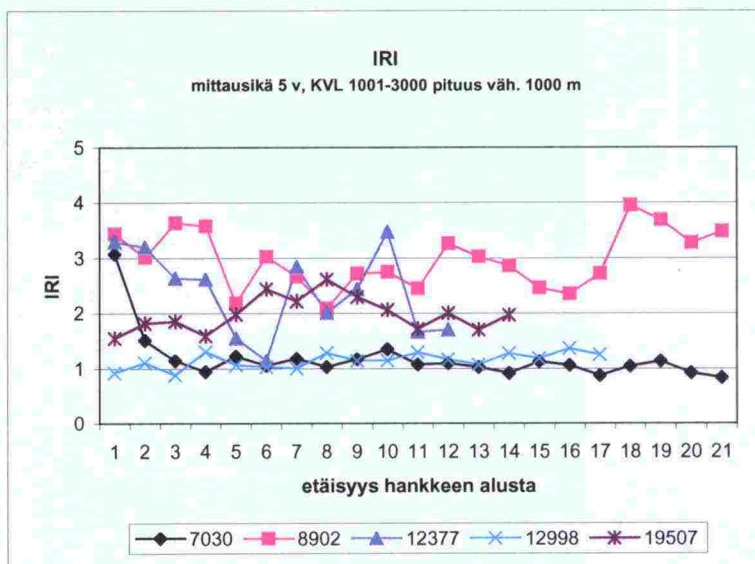
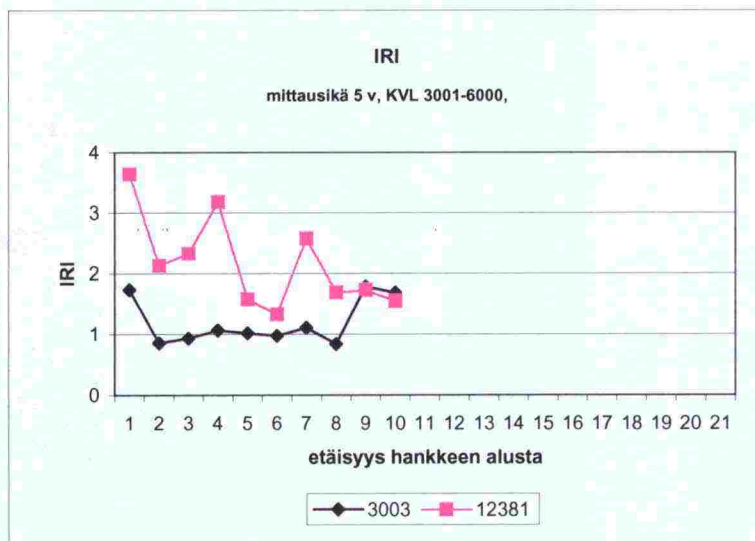
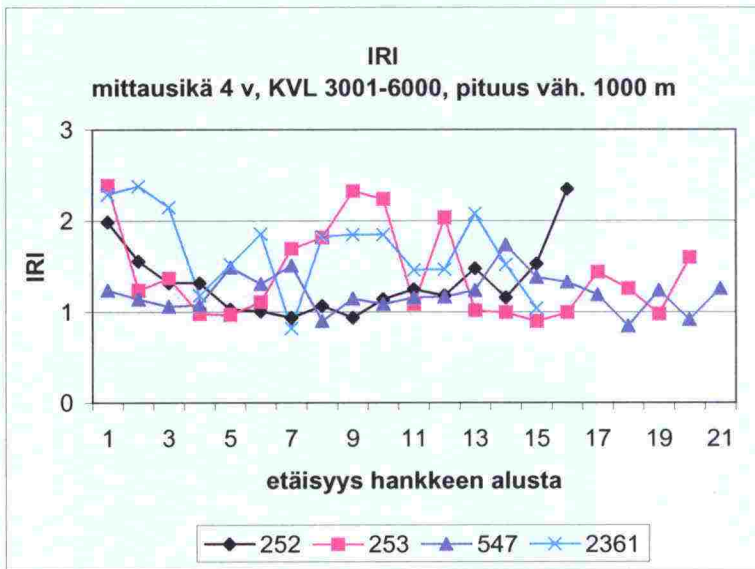


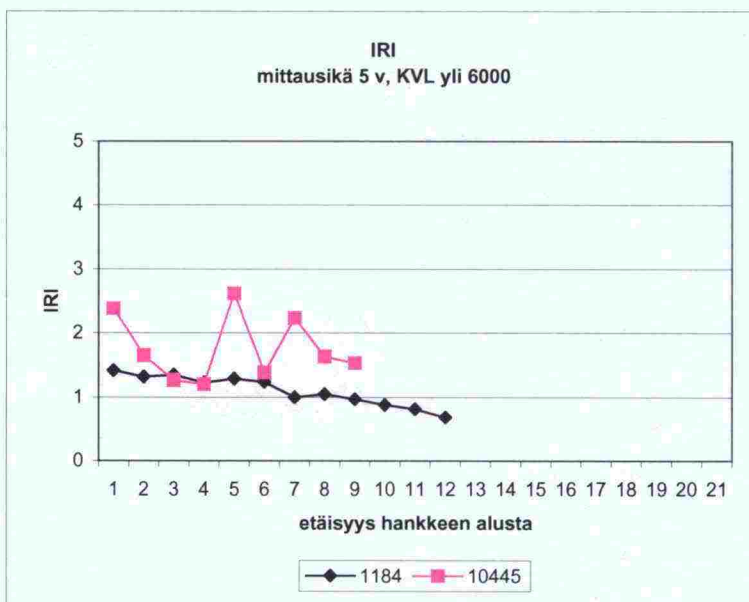
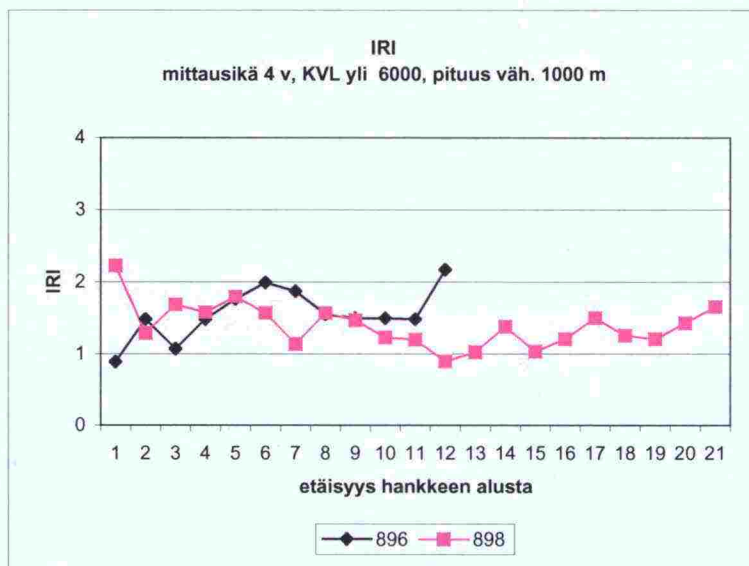
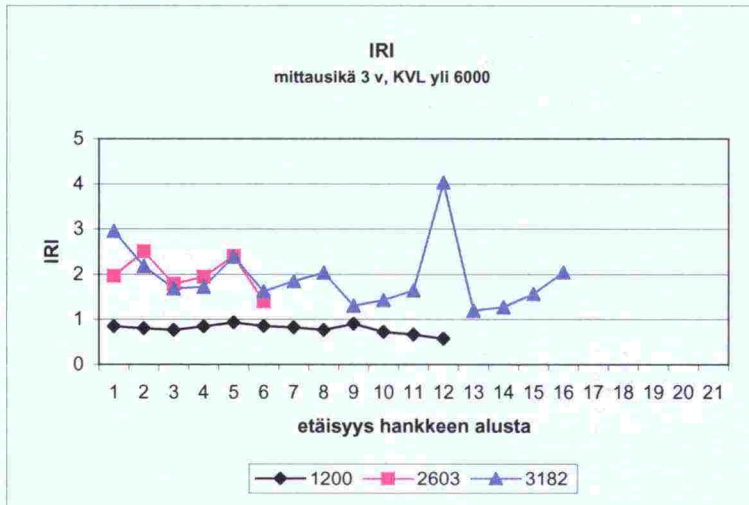


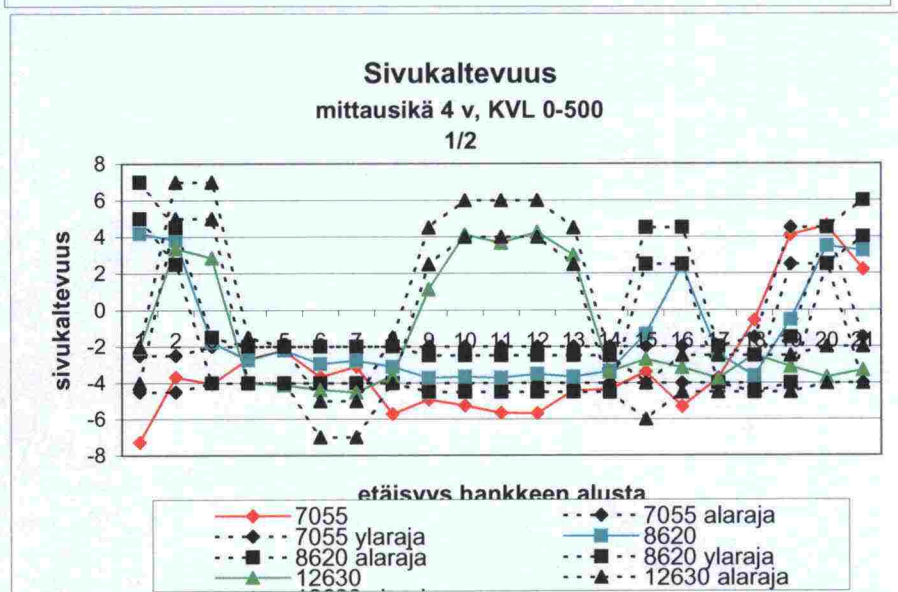
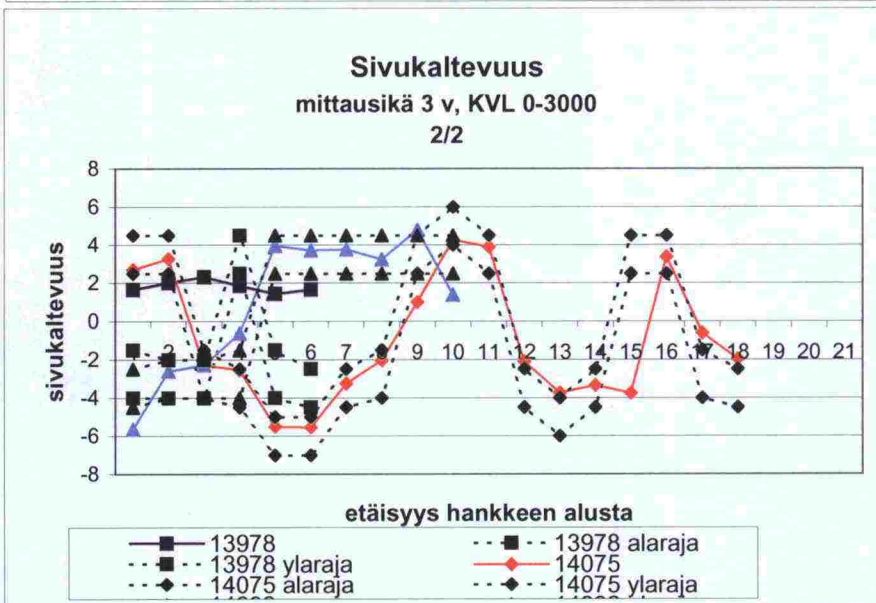
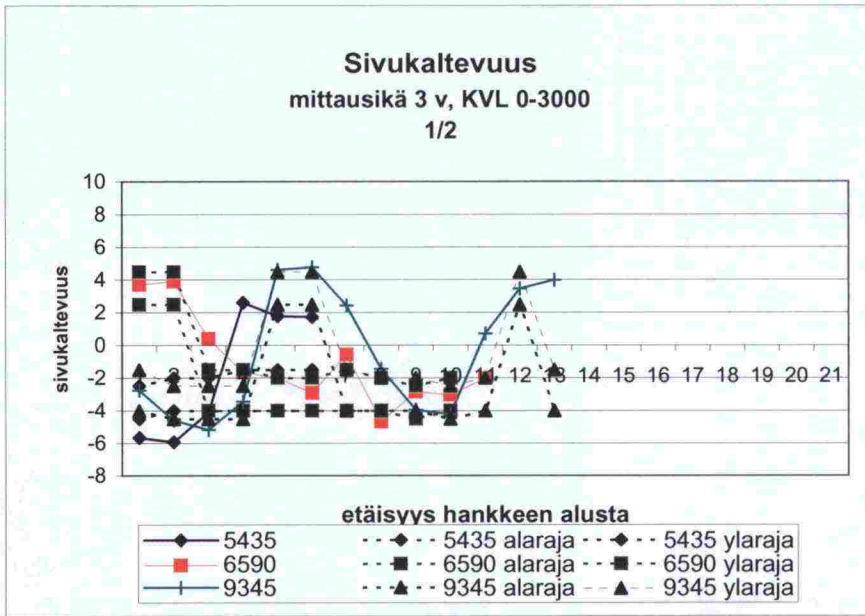


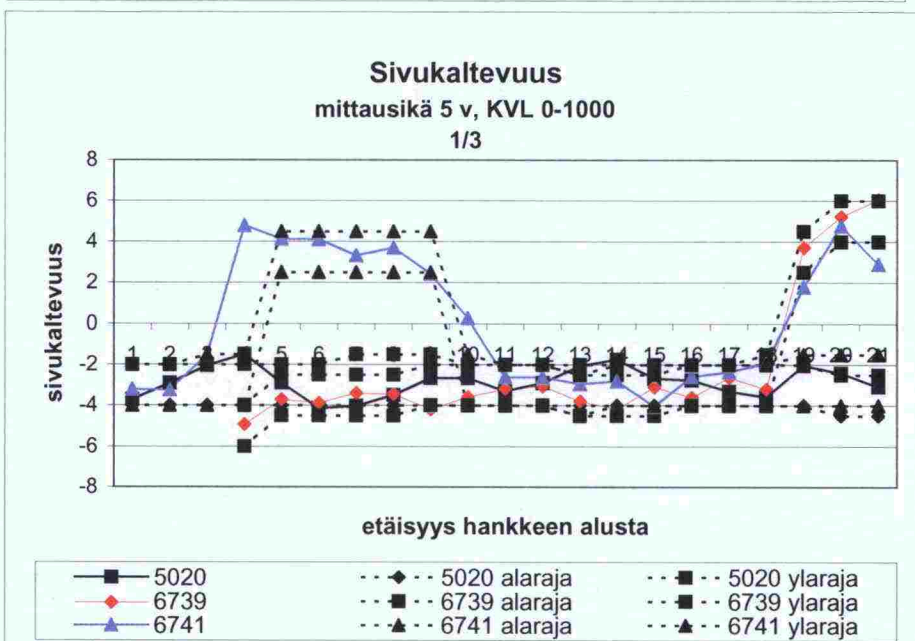
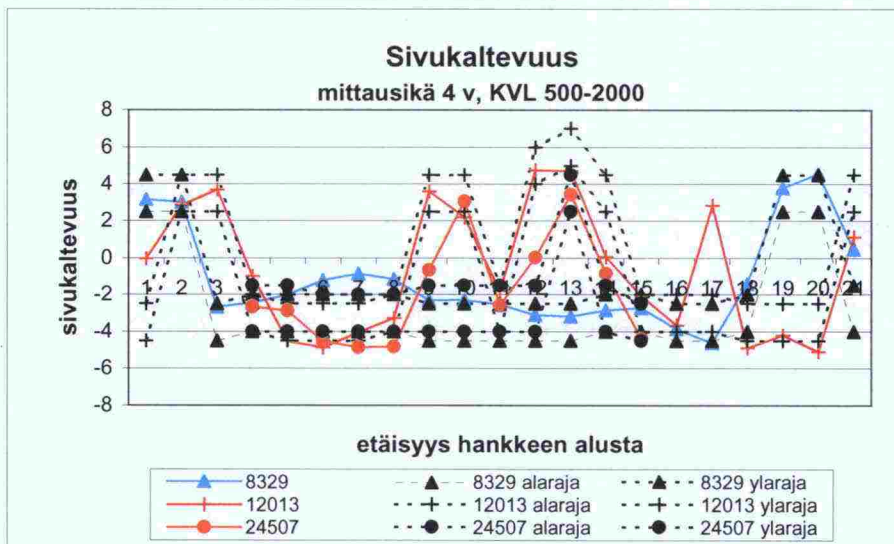
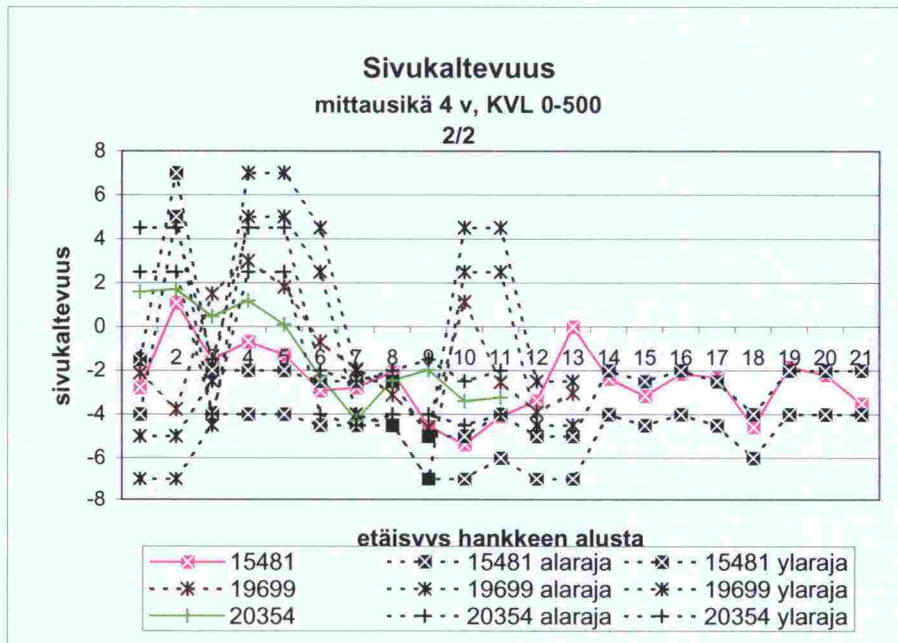


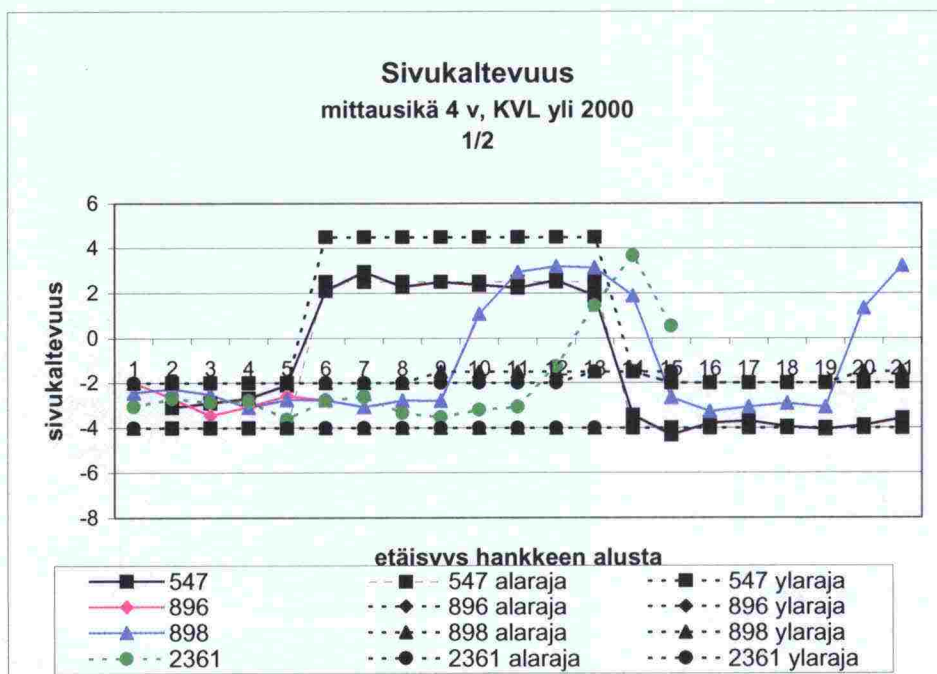
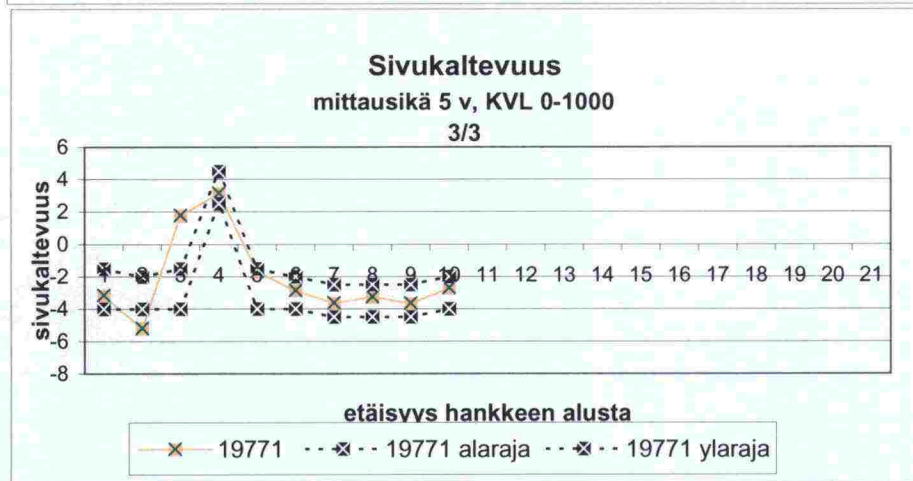
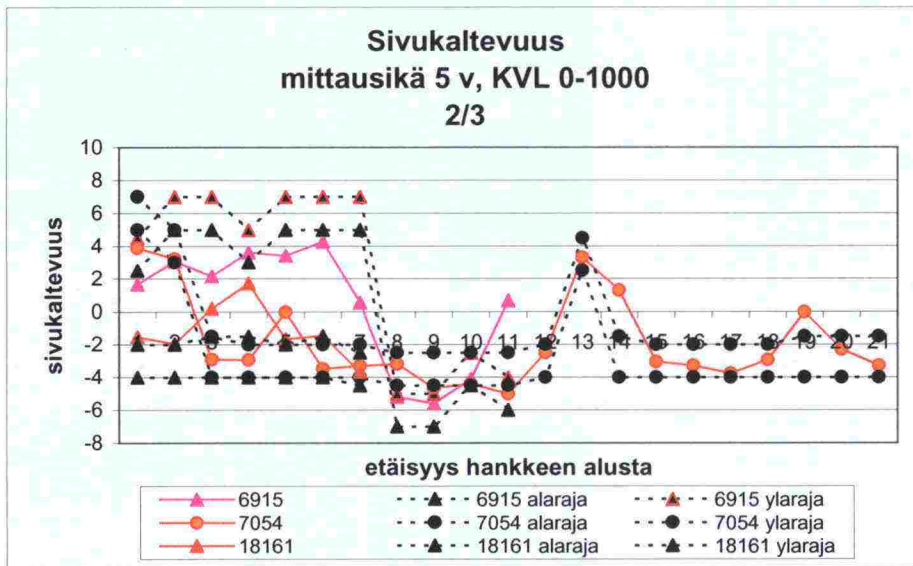


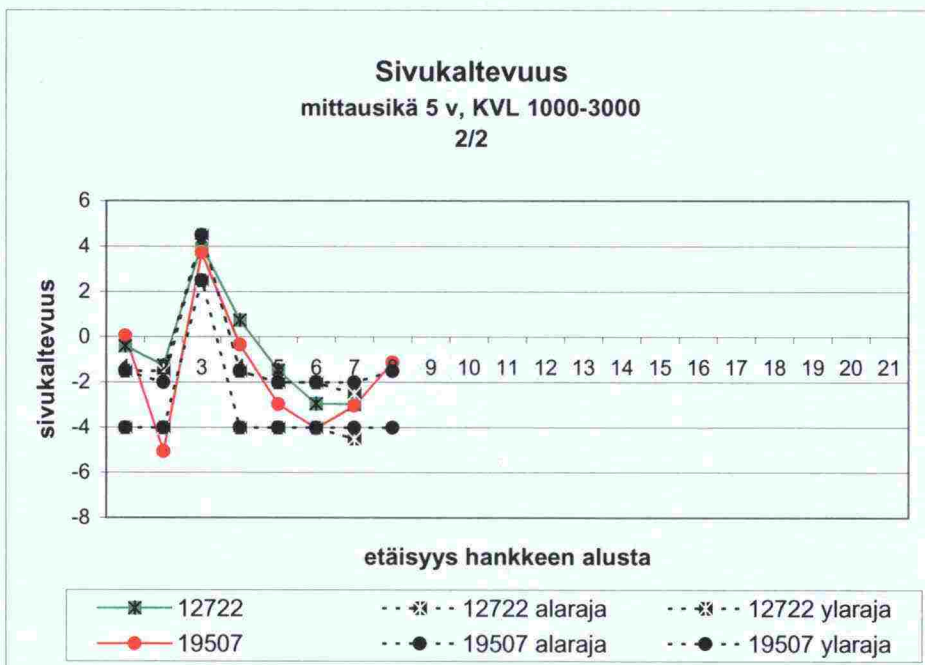
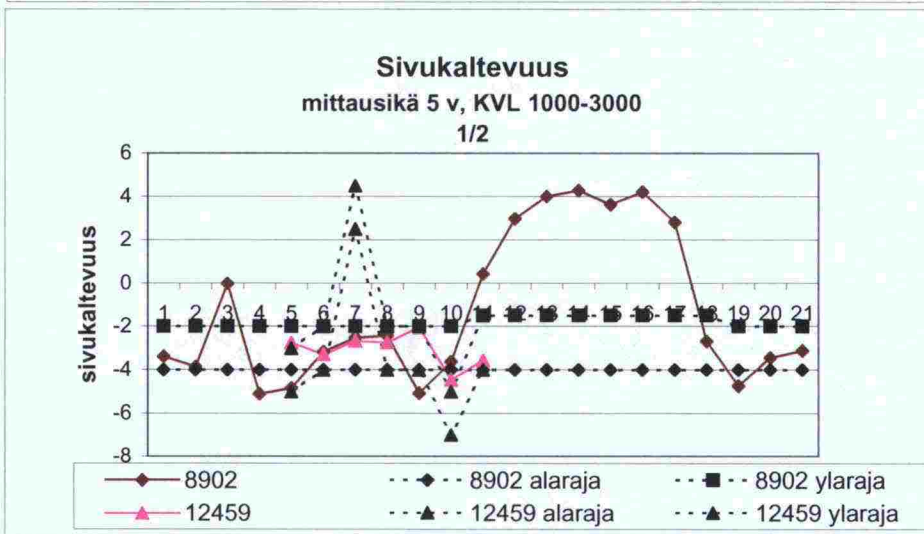
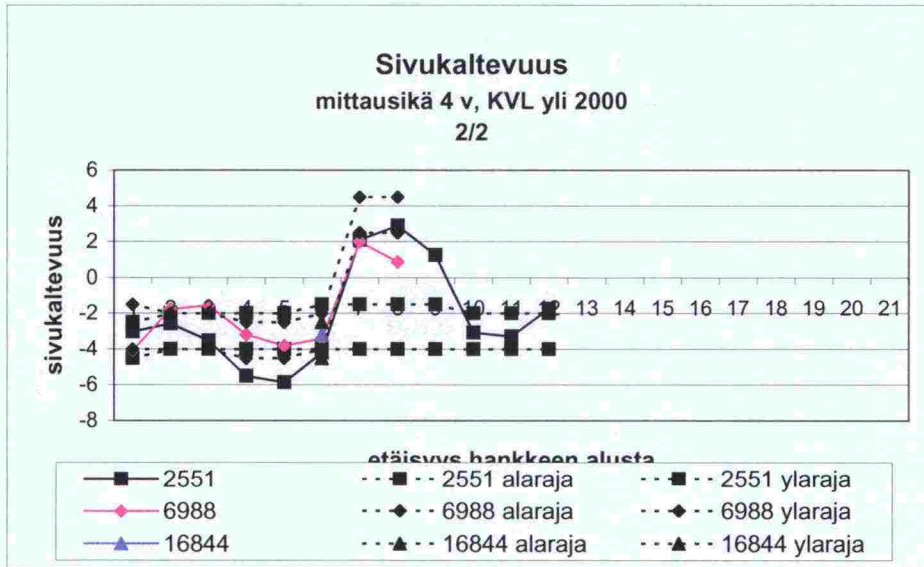


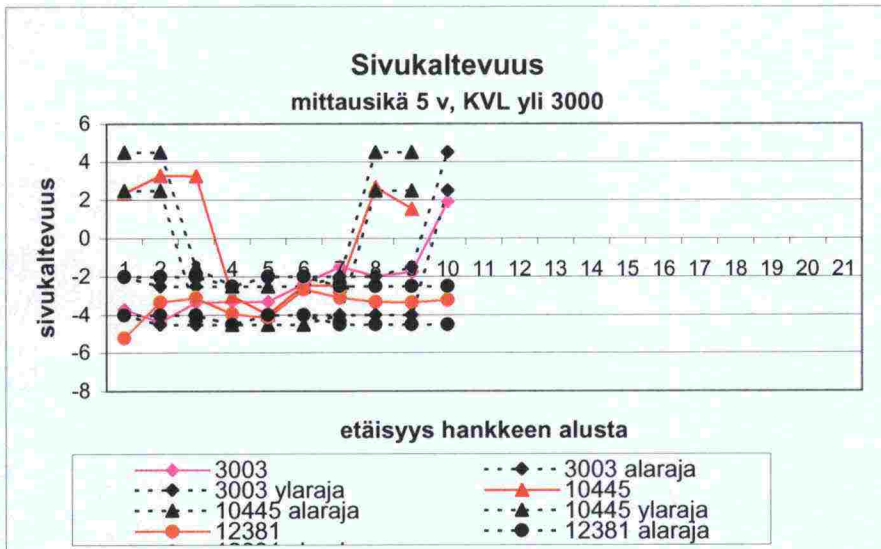
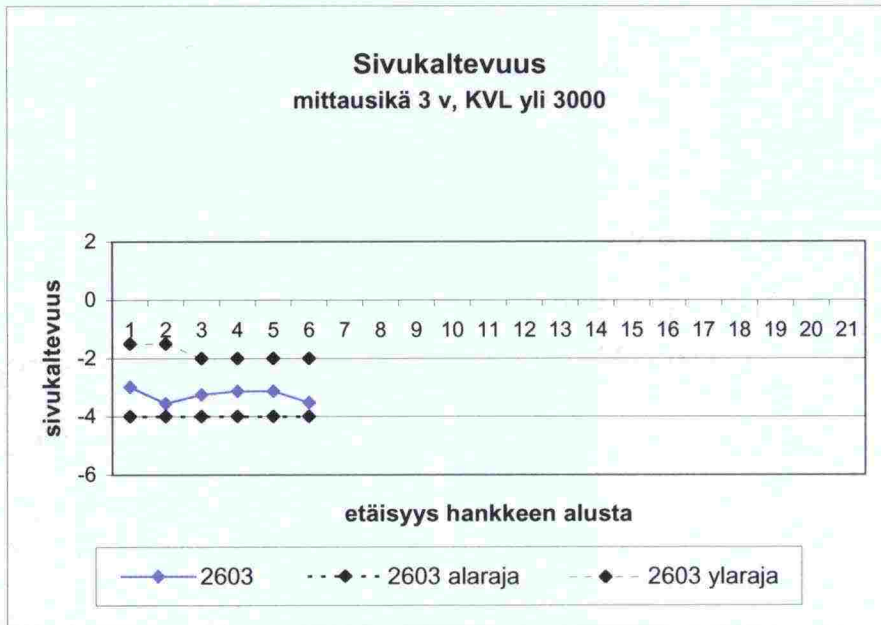


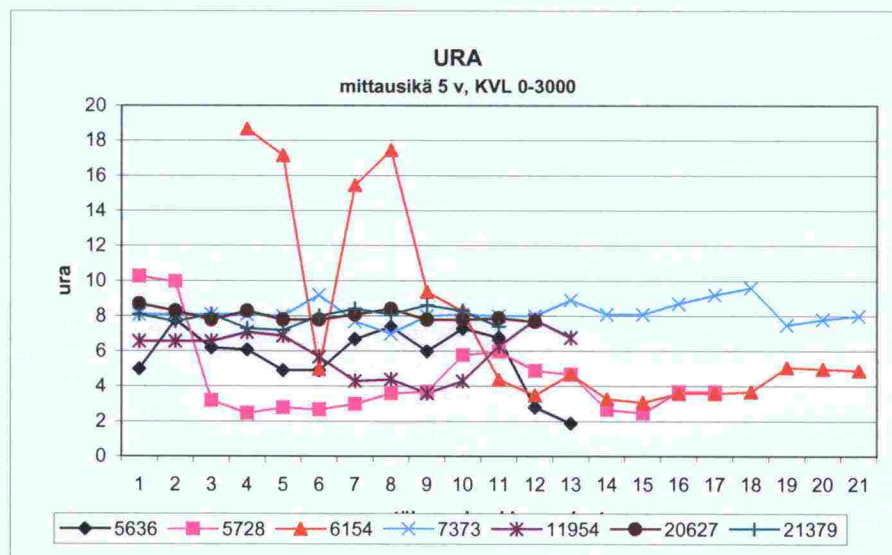
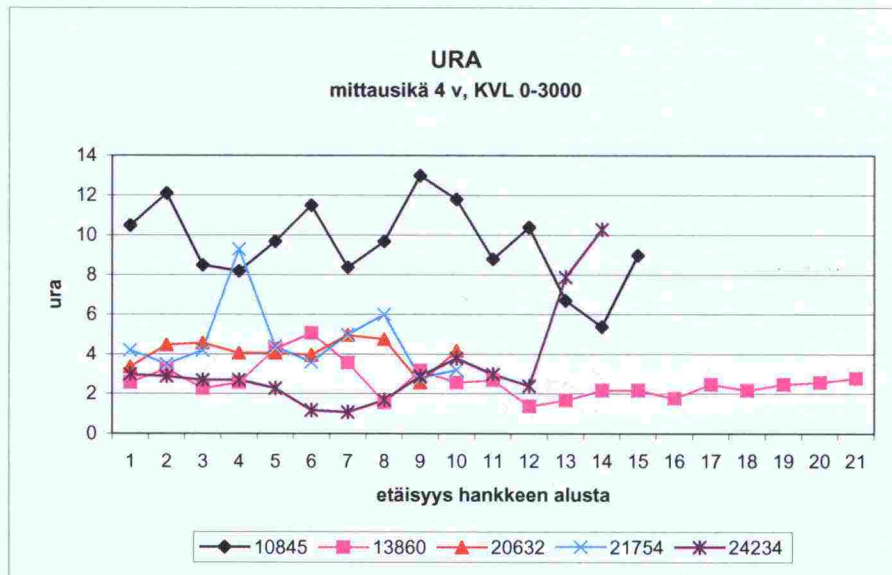
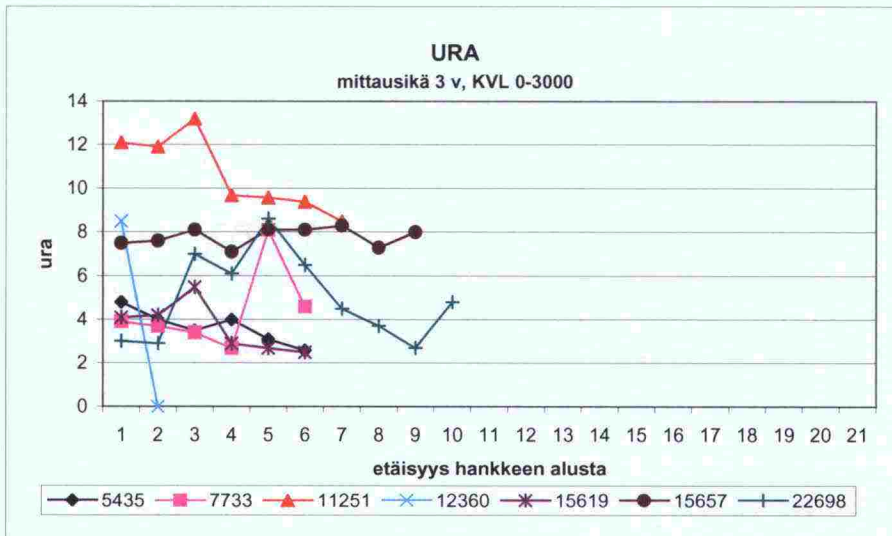


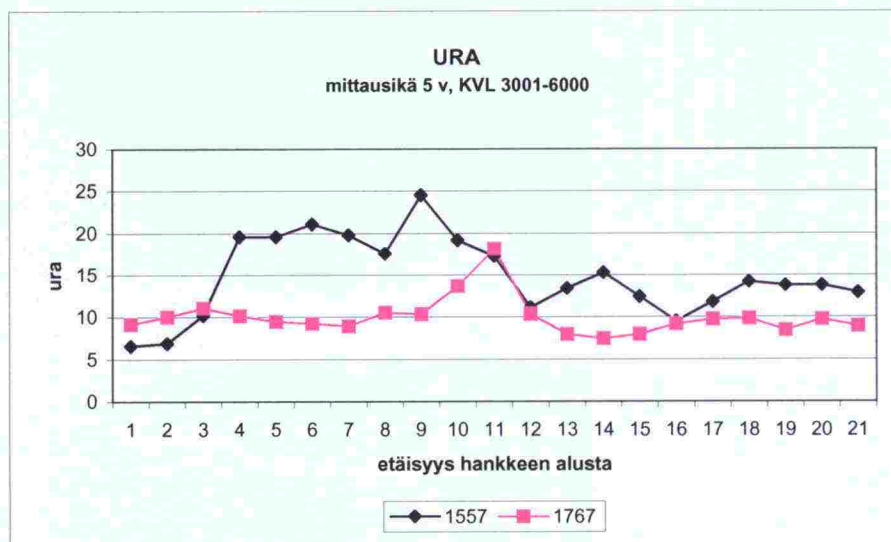
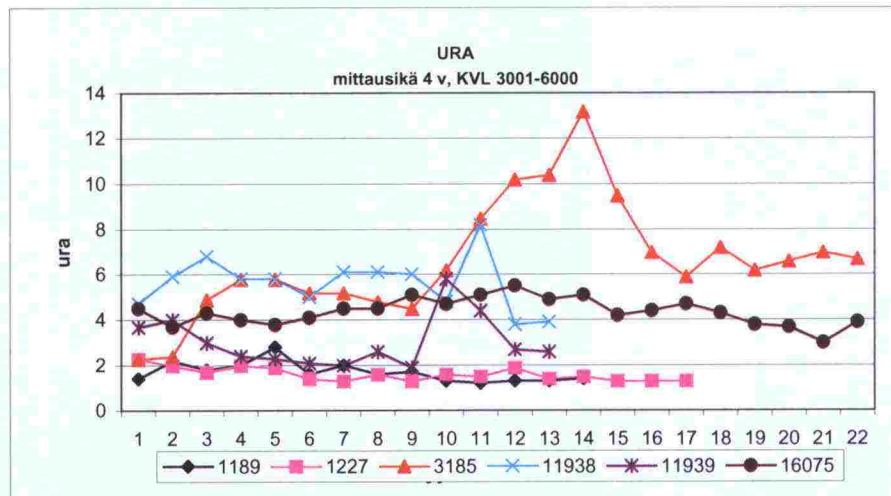
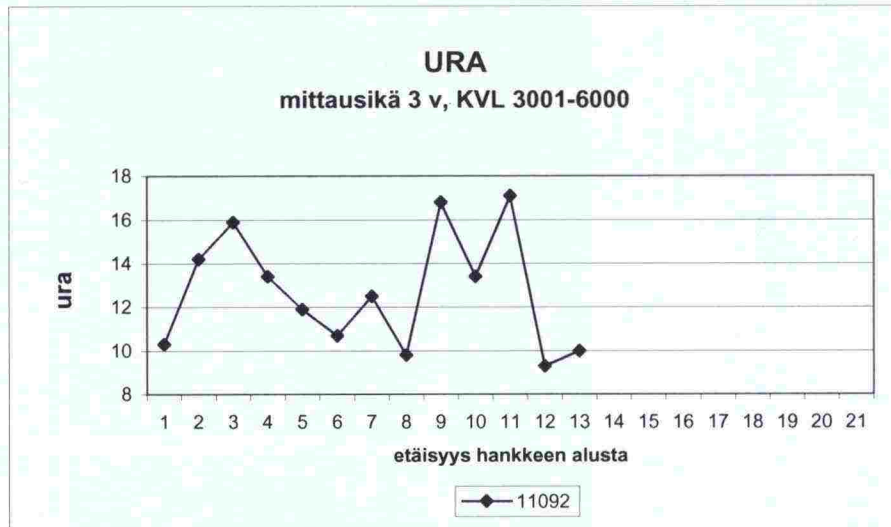


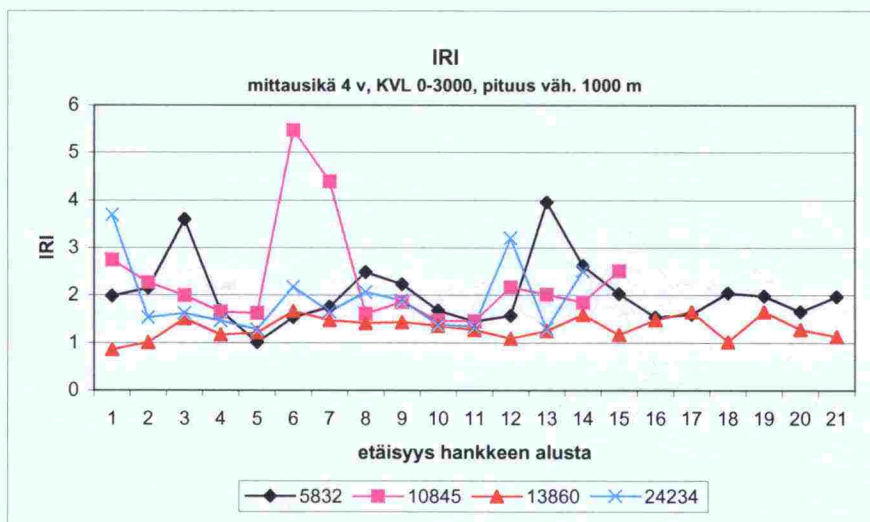
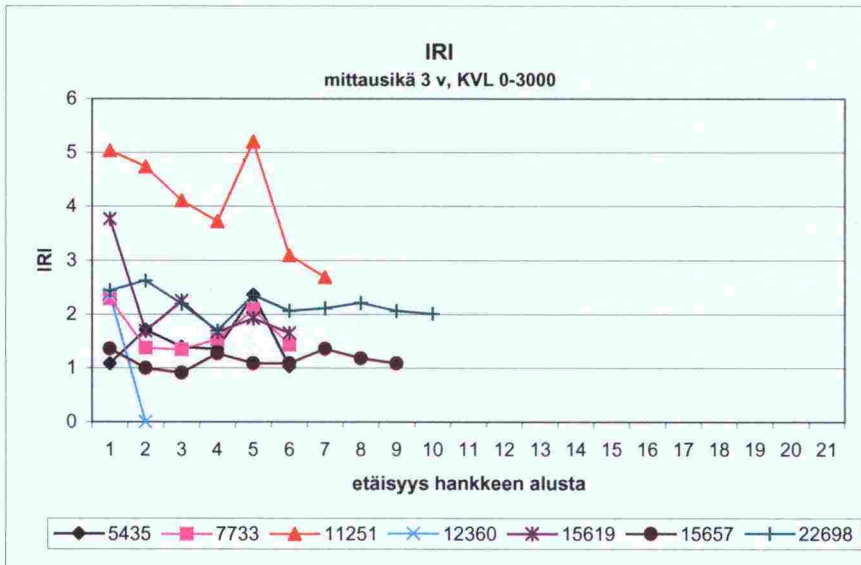
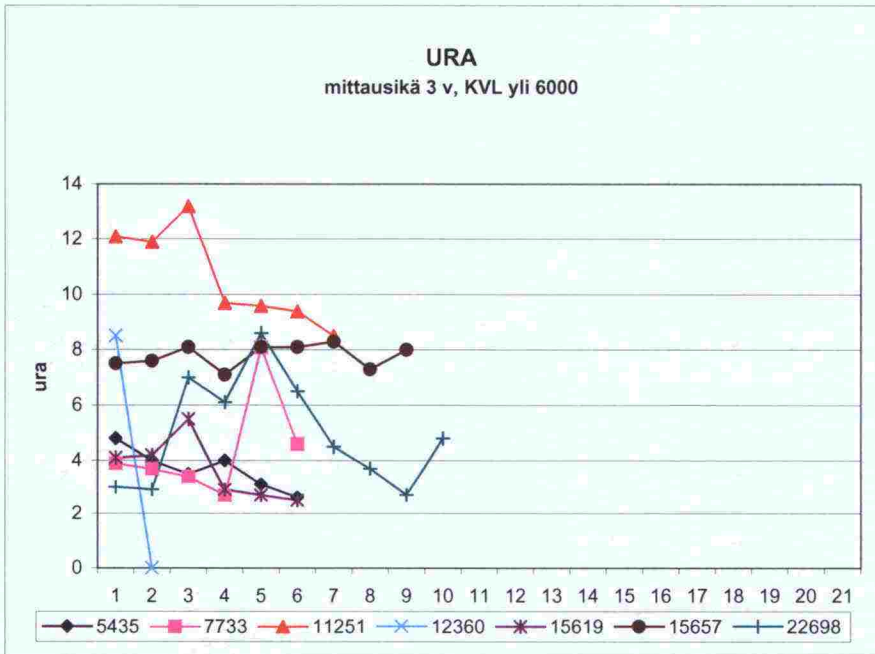


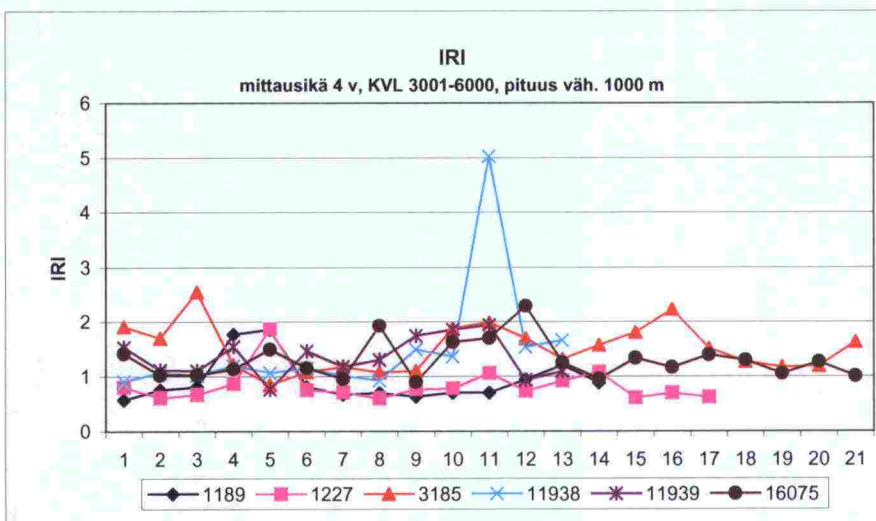
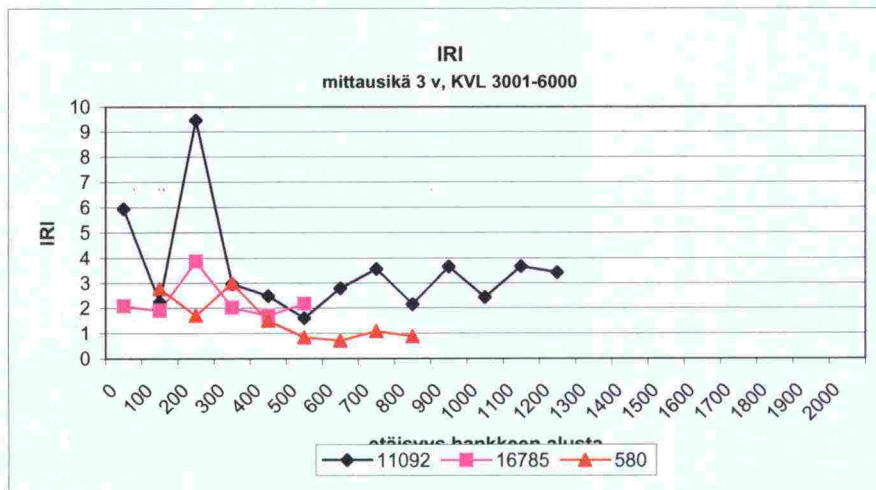
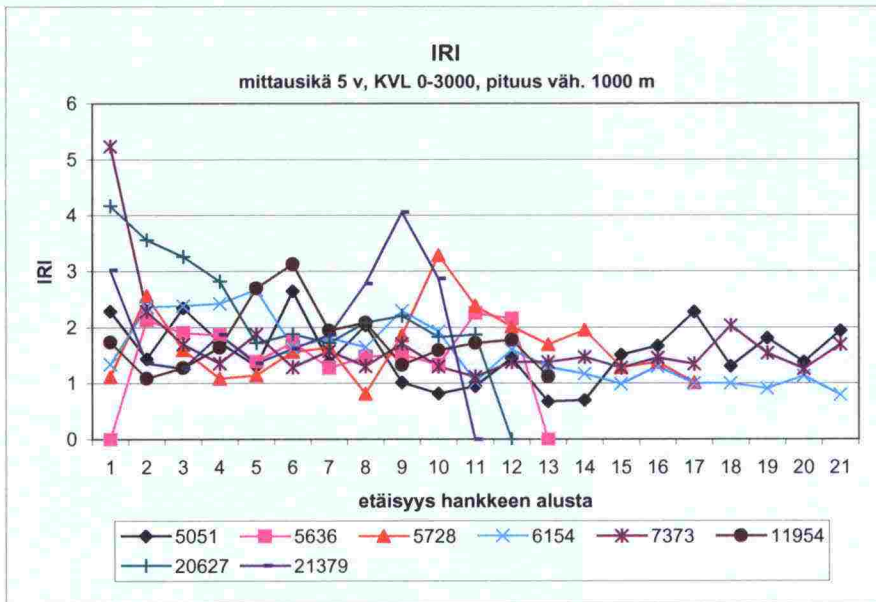


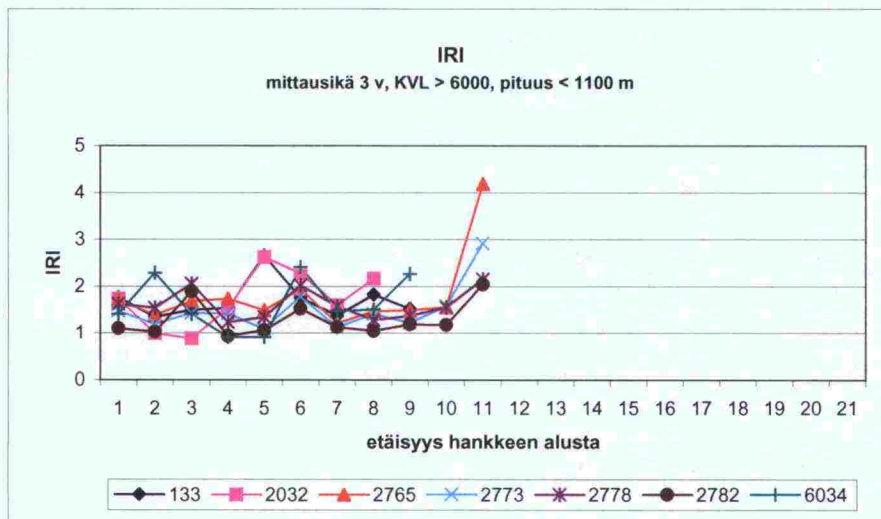
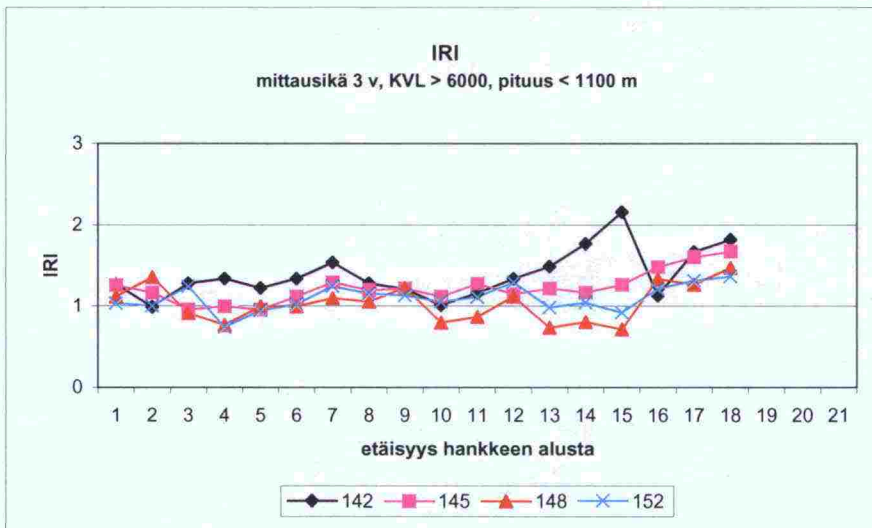
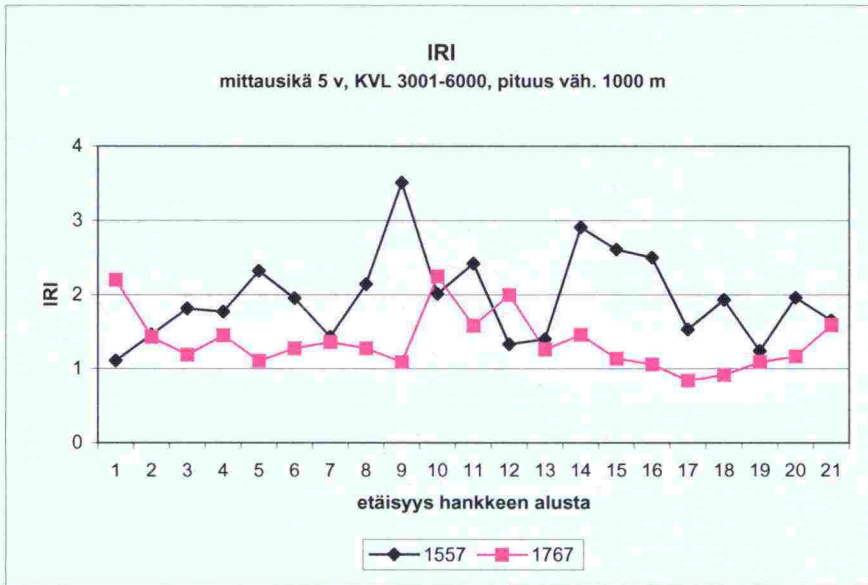


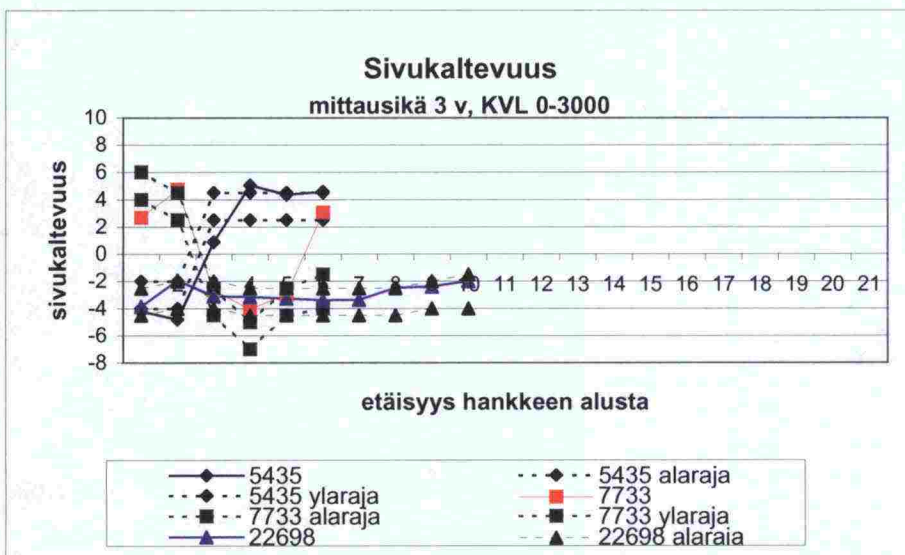
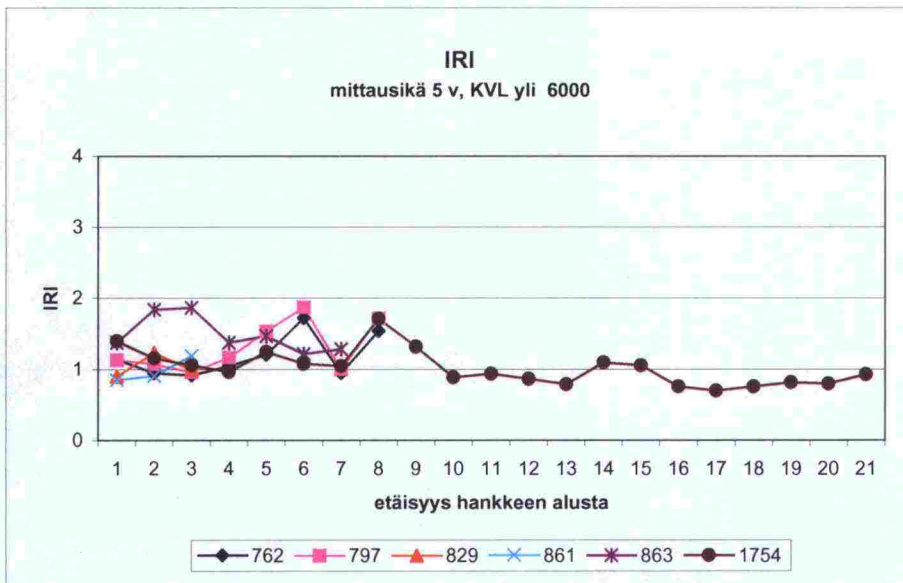
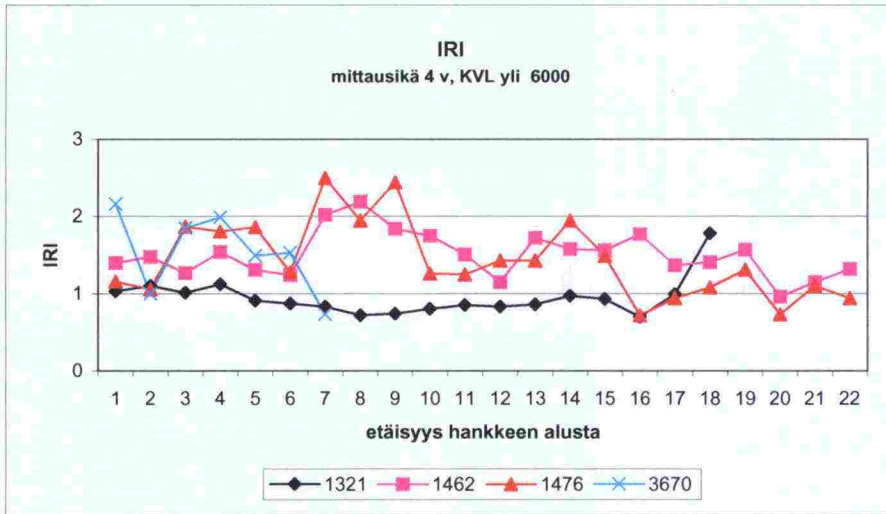


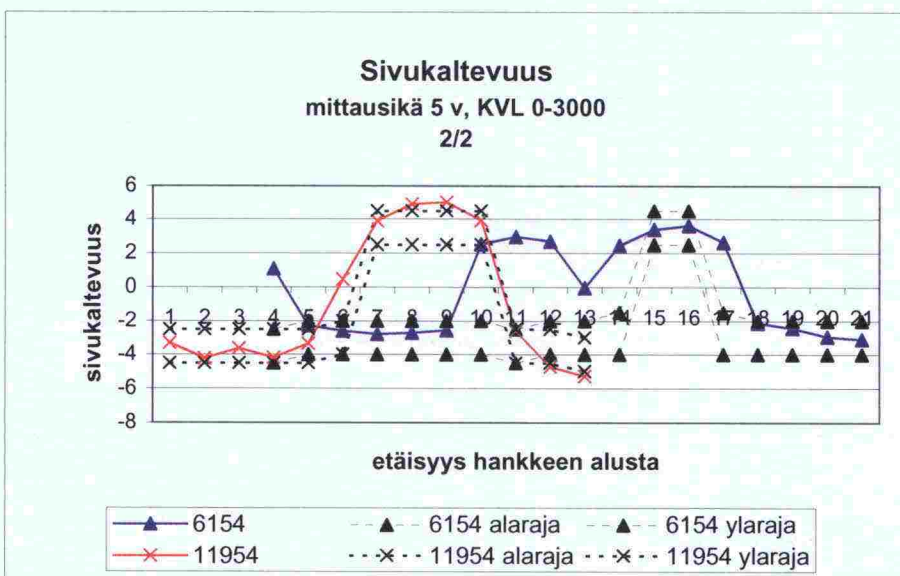
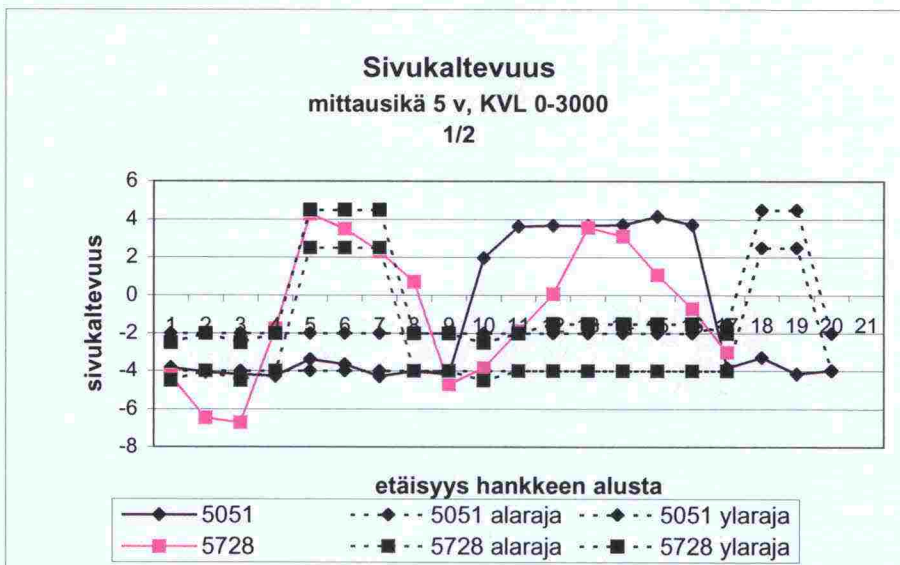
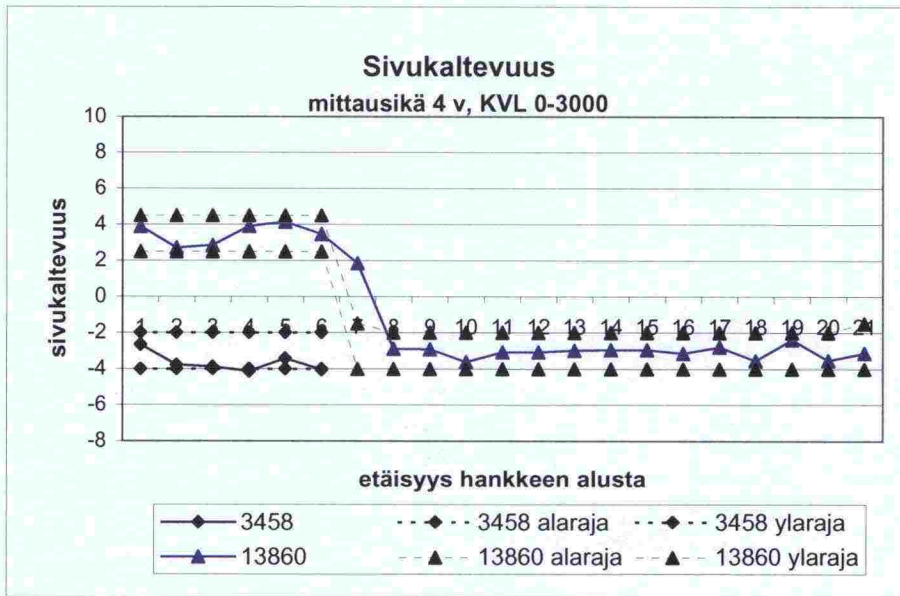


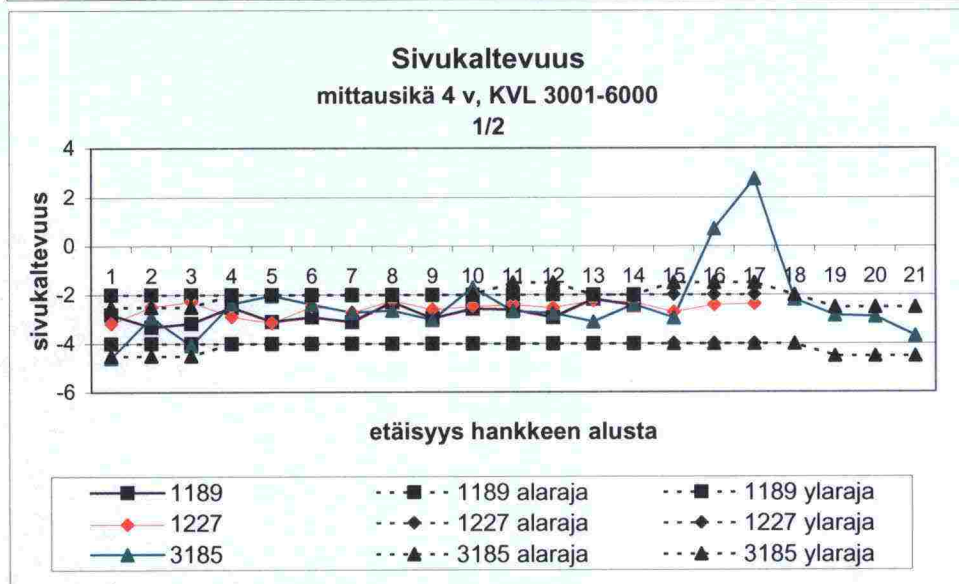
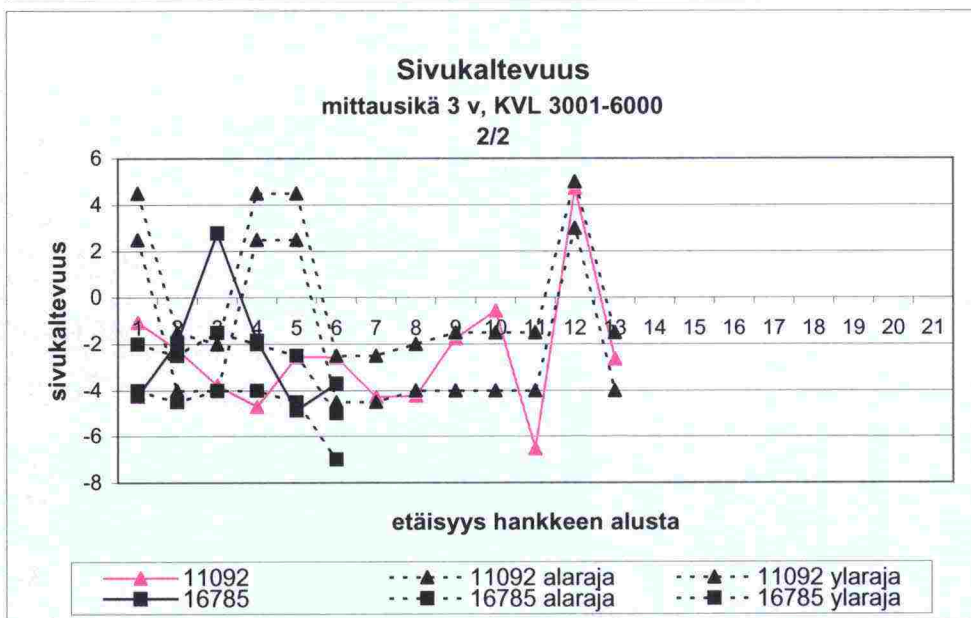
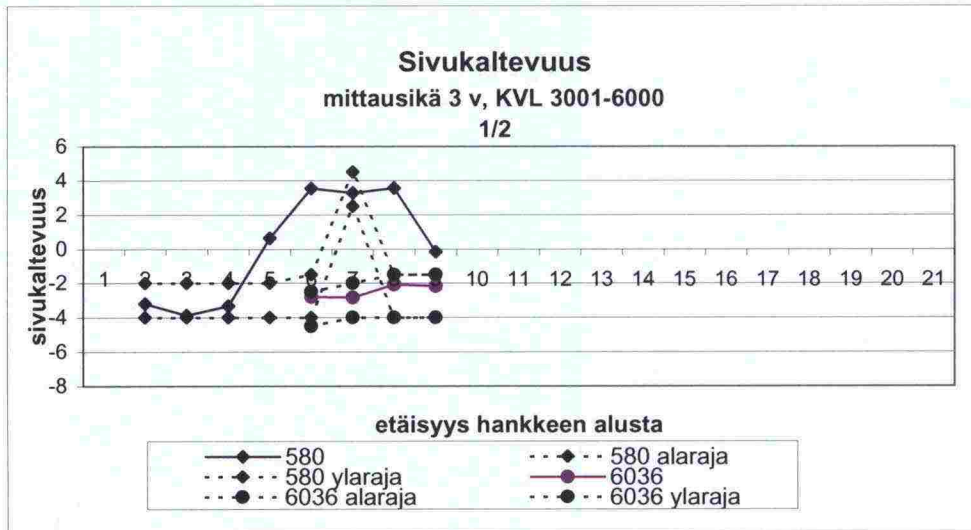


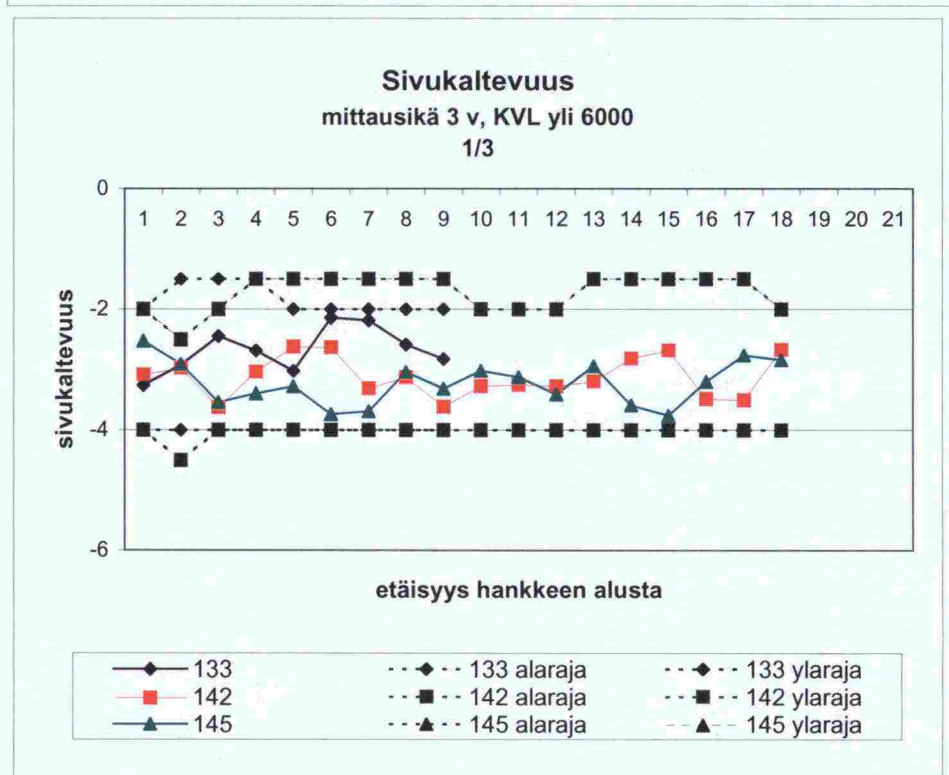
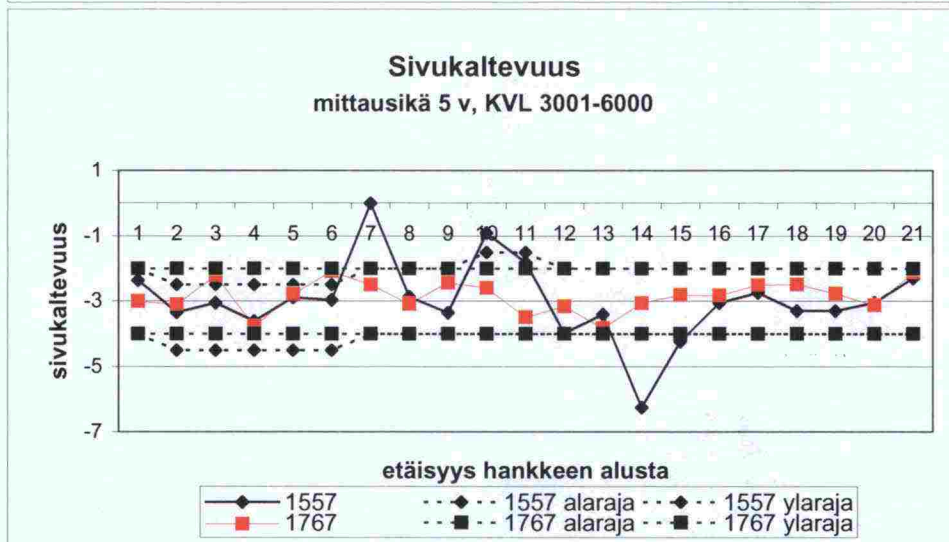
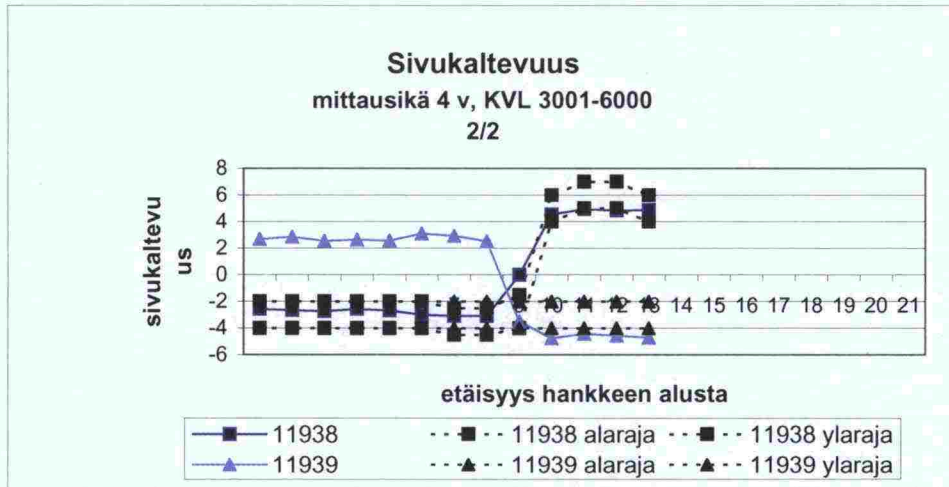


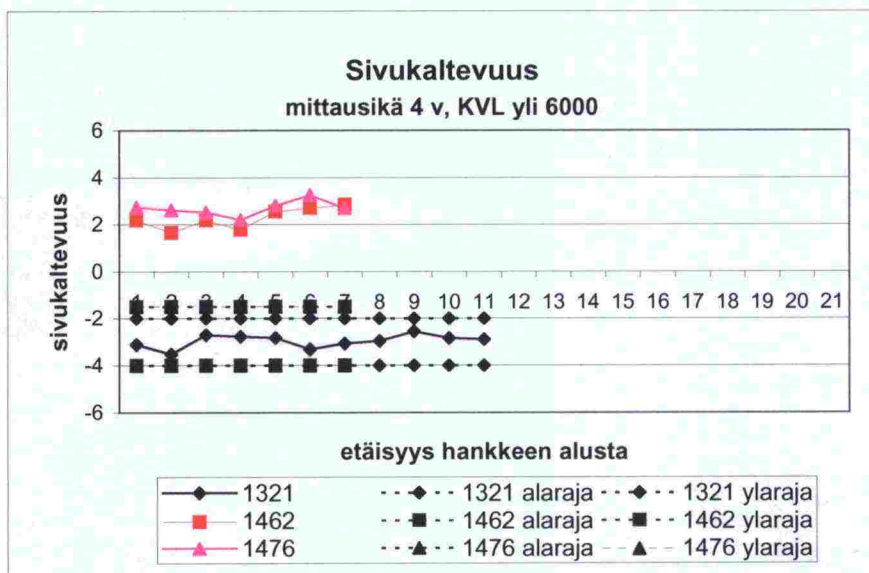
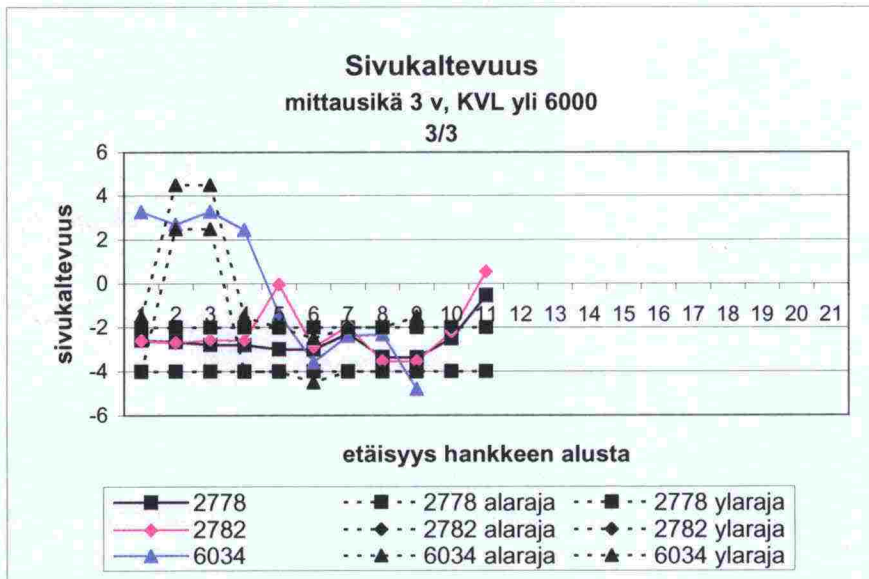
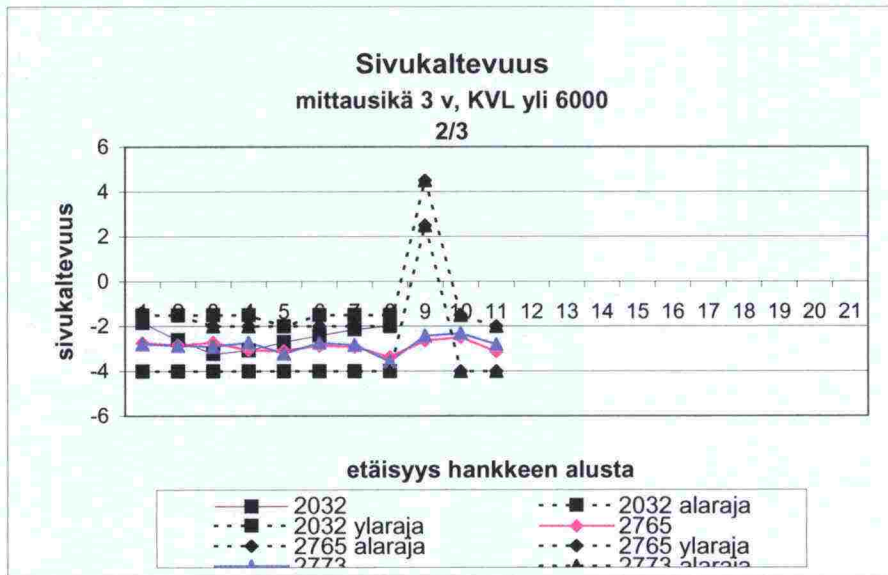


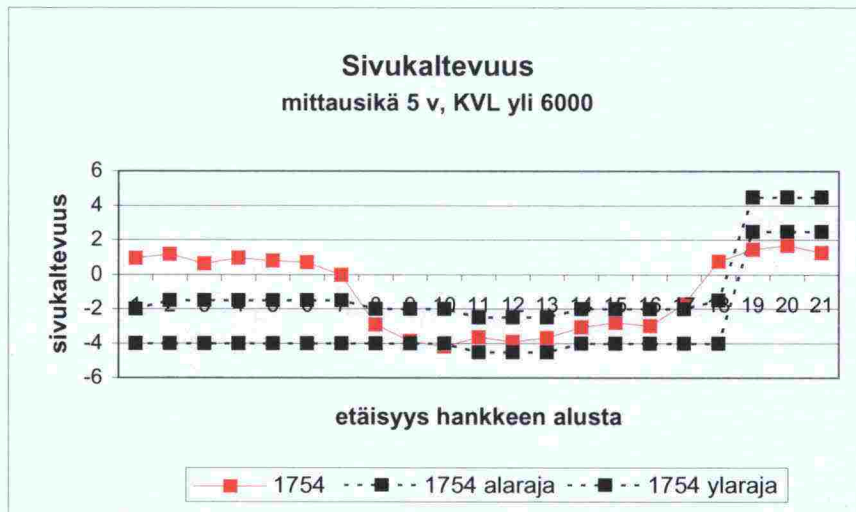












| Tiepituus sivukaltevuuspoikkeamille Kaikki yhteensä | Poikkeama tavoitealueen keskiluvusta, Kun KVL >3000 | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|-----------------|
| | > 2 % yksikköä liian pieni | 1-2 % yksikköä liian pieni | 0.7 - 1 % yksikköä liian pieni | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian pieni | tavoitearvo +/- 0.5% yksikköä | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian suuri | 0.7 - 1 % yksikköä liian suuri | 1-2 % yksikköä liian suuri | > 2 % yksikköä liian suuri | | |
| Sivukaltevuuden tavoitearvo | | | | | | | | | | | Yhteensä |
| '-3' KM | 1.3 | 8.82 | 7.5 | 9.66 | 92.57 | 14.72 | 14.99 | 14.45 | 10.14 | | 174.2 |
| SUORA % | 0.7 % | 5.1 % | 4.3 % | 5.5 % | 53.2 % | 8.5 % | 8.6 % | 8.3 % | 5.8 % | | |
| '(-3.5) ; (-4) ; (-5) ; (-6) KM | 1.4 | 1.5 | 1 | 0.8 | 15.95 | 4.4 | 0.2 | | 0.2 | | 25.5 |
| Jyrkkä ulkokaarre % | 5.5 % | 5.9 % | 3.9 % | 3.1 % | 62.7 % | 17.3 % | 0.8 % | 0.0 % | 0.8 % | | |
| (-2.5) ; (+2.5) KM | 1.27 | 2.6 | 1.69 | 1.62 | 13.25 | 5.09 | 6 | 3.33 | 0.1 | | 35.0 |
| Loiva ulkokaarre % | 3.6 % | 7.4 % | 4.8 % | 4.6 % | 37.9 % | 14.6 % | 17.2 % | 9.5 % | 0.3 % | | |
| '(3.5) ; (4) ; (5) ; +6 KM | 1.85 | 2.88 | 2.1 | 1.46 | 10.54 | 3.7 | 4.7 | 5.9 | 0.5 | | 33.6 |
| Jyrkkä sisäkaarre | 5.5 % | 8.6 % | 6.2 % | 4.3 % | 31.3 % | 11.0 % | 14.0 % | 17.5 % | 1.5 % | | |
| SIIRTYMÄ Alue (muutosalue) | | | | | 113.59 | | | | | | 113.6 |
| % | | | | | 100.0 % | | | | | | |
| Yhteensä KM | 5.82 | 15.80 | 12.29 | 13.54 | 245.90 | 27.91 | 25.89 | 23.68 | 10.94 | | 381.8 |
| Yhteensä % | 2.2 % | 5.9 % | 4.6 % | 5.0 % | 64.4 % | 10.4 % | 9.7 % | 8.8 % | 4.1 % | | |

Sivukaltevuuden poikkeamat tavoitevälin keskiluvusta, kun geometrian on mukainen luokittelu (suora, loiva kaarre, jyrkkä kaarre).

Sivukaltevuuden poikkeamat tavoitevälin keskiluvusta, kun geometrian on mukainen luokittelu (suora, loiva kaarre, jyrkkä kaarre).

| Tiepitämys sivukaltevuuspoikkeamille Uusi tie ja suuntauksen parantaminen | Poikkeama tavoitealueen keskiluvusta, Kun KVL >3000 | | | | | | | | | Yhteensä |
|--|---|----------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------|
| | > 2 % yksikköä liian pieni | 1-2 % yksikköä liian pieni | 0.7 - 1 % yksikköä liian pieni | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian pieni | tavoitearvo +/- 0.5% yksikköä | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian suuri | 0.7 - 1 % yksikköä liian suuri | 1-2 % yksikköä liian suuri | > 2 % yksikköä liian suuri | |
| Sivukaltevuuden tavoitearvo | | | | | | | | | | |
| '-3' KM | 0.1 | 2 | 2.3 | 4.2 | 44.22 | 8.1 | 6.5 | 5.9 | 6.7 | 80.0 |
| SUORA % | 0.1 % | 2.5 % | 2.9 % | 5.2 % | 55.3 % | 10.1 % | 8.1 % | 7.4 % | 8.4 % | |
| '(-3.5) ; (-4) ; (-5) ; KM (-6) | 0.1 | 0.3 | 0.1 | | 5.75 | 2.2 | 2.2 | 2.1 | 0.1 | 12.9 |
| Jyrkkä ulkokaarre % | 0.8 % | 2.3 % | 0.8 % | | 44.7 % | 17.1 % | 17.1 % | 16.3 % | 0.8 % | |
| (-2.5) ; (+2.5) KM | 0.06 | 0.7 | 0.69 | 0.5 | 7 | 3 | 4.2 | 2.09 | 0.1 | 18.3 |
| Loiva ulkokaarre % | 0.3 % | 3.8 % | 3.8 % | 2.7 % | 38.2 % | 16.4 % | 22.9 % | 11.4 % | 0.5 % | |
| '(3.5) ; (4) ; (5) ; KM +6 | 1 | 1.7 | 0.9 | 0.86 | 3.2 | 2 | 2.7 | 3.2 | 0.1 | 15.7 |
| Jyrkkä sisäkaarre | 6.4 % | 10.9 % | 5.7 % | 5.5 % | 20.4 % | 12.8 % | 17.2 % | 20.4 % | 0.6 % | |
| SIIRTYMÄ Alue (muutosalue) | | | | | 48.49 | | | | | 48.5 |
| % | | | | | 100.0 % | | | | | |
| Yhteensä KM | 1.26 | 4.70 | 3.99 | 5.56 | 108.66 | 15.30 | 15.60 | 13.29 | 7.00 | 175.4 |
| Yhteensä % | 0.7 % | 2.7 % | 2.3 % | 3.2 % | 62.0 % | 8.7 % | 8.9 % | 7.6 % | 4.0 % | |

Sivukaltevuuden poikkeamat tavoitevälin keskiluvusta, kun geometrian on mukainen luokittelu (suora, loiva kaarre, jyrkkä kaarre).

| Tiepituus sivukaltevuuspoikkeamille Raskas RP | Poikkeama tavoitealueen keskiluvusta, Kun KVL >3000 | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|-----------------|
| | > 2 % yksikköä liian pieni | 1-2 % yksikköä liian pieni | 0.7 - 1 % yksikköä liian pieni | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian pieni | tavoitearvo +/- 0.5% yksikköä | 0.5 - 0.7 % yksikköä liian suuri | 0.7 - 1 % yksikköä liian suuri | 1-2 % yksikköä liian suuri | > 2 % yksikköä liian suuri | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Sivukaltevuuden tavoitearvo | | | | | | | | | | | Yhteensä |
| '-3' KM | 1.2 | 6.43 | 4.9 | 4.96 | 39.36 | 5.72 | 7.92 | 8.15 | 2.05 | | 80.7 |
| SUORA % | 1.5 % | 8.0 % | 6.1 % | 6.1 % | 48.8 % | 7.1 % | 9.8 % | 10.1 % | 2.5 % | | |
| '(-3.5) ; (-4) ; (-5) ; (-6) KM | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.41 | 3.3 | 0.7 | 0.5 | 0.2 | 0.9 | | 7.4 |
| Jyrkkä ulkokaarre % | 5.4 % | 6.7 % | 6.7 % | 5.5 % | 44.5 % | 9.4 % | 6.7 % | 2.7 % | 12.1 % | | |
| (-2.5) ; (+2.5) KM | 1.21 | 1.9 | 0.7 | 1.02 | 4.46 | 0.9 | 0.5 | 0.94 | | | 11.6 |
| Loiva ulkokaarre % | 10.4 % | 16.3 % | 6.0 % | 8.8 % | 38.3 % | 7.7 % | 4.3 % | 8.1 % | 0.0 % | | |
| '(3.5) ; (4) ; (5) ; +6 KM | 0.75 | 0.95 | 0.6 | 0.5 | 4.24 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | | | 8.1 |
| Jyrkkä sisäkaarre | 9.2 % | 11.7 % | 7.4 % | 6.1 % | 52.1 % | 3.7 % | 3.7 % | 6.1 % | | | |
| SIIRTYMÄ Alue (muutosalue) | | | | | 42.06 | | | | | | 42.1 |
| % | | | | | 100.0 % | | | | | | |
| Yhteensä KM | 3.56 | 9.78 | 6.70 | 6.89 | 93.42 | 7.62 | 9.22 | 9.79 | 2.95 | | 149.9 |
| Yhteensä % | 2.4 % | 6.5 % | 4.5 % | 4.6 % | 62.3 % | 5.1 % | 6.1 % | 6.5 % | 2.0 % | | |

ISSN 1457-9871
ISBN 978-951-803-786-9
TIEH 3201022