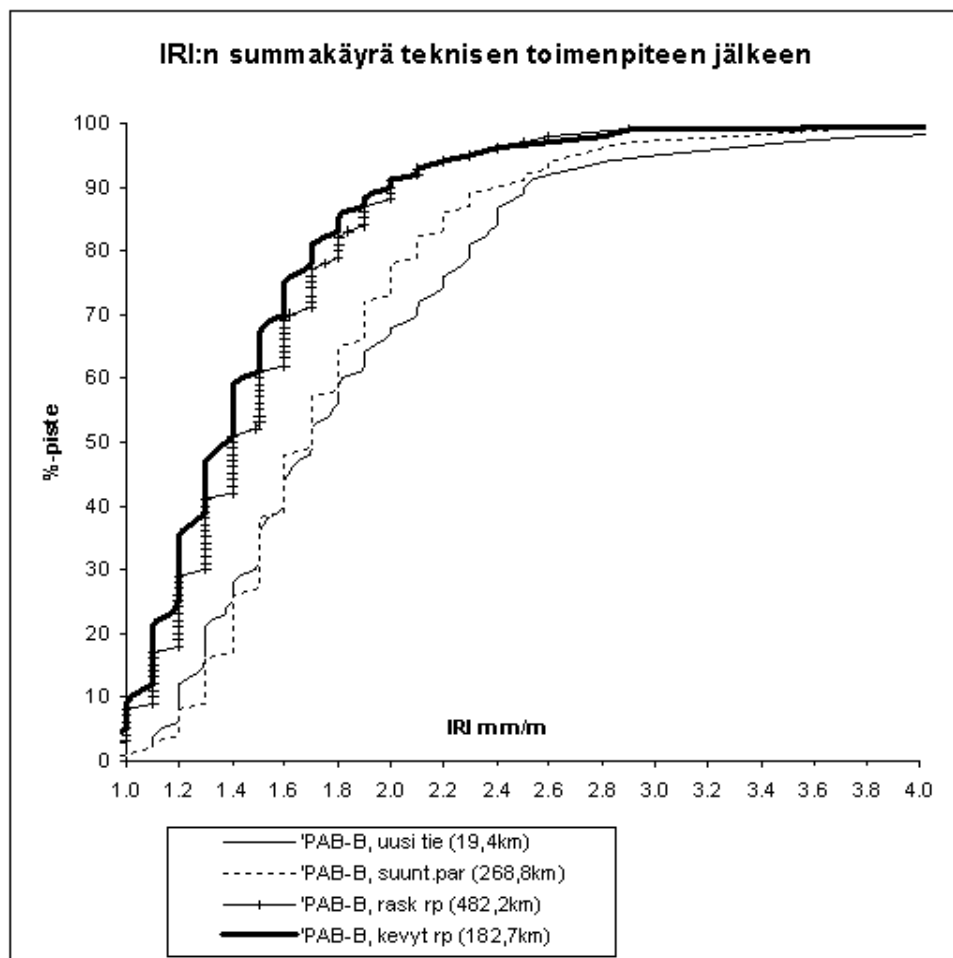


Seppo Järvinen, Kari Lehtonen

Tien epätasaisuus 3 – 6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen



Seppo Järvinen, Kari Lehtonen

Tien epätasaisuus 3 – 6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen

Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 15/2002

Tiehallinto

Helsinki 2002

ISSN 1457-991X
TIEH 4000326

Edita Prima Oy
Helsinki 2002

Julkaisua myy/saatavana:
Tiehallinto, julkaisumyynti
Telefaksi 0204 22 2652
S-posti julkaisumyynti@tiehallinto.fi
www.tiehallinto.fi/julk2.htm

Tiehallinto
Tekniset palvelut
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 2211

Seppo Järvinen & Kari Lehtonen: : Tien epätasaisuus 3 – 6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen. Helsinki 2002. Tiehallinto, Tekniset palvelut. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 15/2002. 22 s. ISSN 1457-991X, TIEH 4000326.

Asiasanat: Tasaisuus, tiet
Aiheluokka: 32, 33

TIIVISTELMÄ

Raportissa esitetään päällystettyjen yleisten teiden tasaisuusjakautumia 3-6 vuotta tien rakentamisen tai parantamisen jälkeen.

Tuloksia on tarkoitus käyttää laatuvaatimuksia asetettaessa.

IRI:n 100 m keskiarvon mediaani on

- 1,80 mm PAB-V-teillä
 - 1,45 mm PAB-B ja AB-teillä, joiden KVL < 2000 ajon/d
 - 1,35 mm AB-teillä, joiden KVL > 2000 ajon/d
- 3-6 vuotta parantamisen jälkeen.

Rakentamisen jälkeen IRI on 0,15 mm suurempi. AB-teillä viimeinen rakentamiseen kuuluva päällystekerros on tavallisesti tehty pari vuotta rakentamisen jälkeen. Jos näin ei tehdä, IRI on tavallisesti 0,1 mm suurempi kuin vaiheittainrakentamista käytettäessä.

Teillä, joilla on suuri taipuma (ja mahdollisesti kapea poikkileikkaus, jyrkät luiskat jne.) on tavallisesti 0,2 mm suurempi IRI kuin teillä, joilla on 0,2 mm pienempi taipuma (ja leveämpi poikkileikkaus ym.)

Kevyesti kunnostettujen teiden tasaisuus riippuu ennen parantamista vallinneesta tasaisuudesta.

Järvinen, Seppo & Lehtonen, Kari: Tien epätasaisuus 3 – 6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeeni. The roughness of roads 3 –6 years after the construction or rehabilitation. Helsinki 2002. Finnish Road Administration. Finnra Internal Publications . 22 p. ISSN 0788-3722, TIEH 4000326.

Keywords: Roughness, roads

SUMMARY

This report is a summary on roughness, measured on the paved public roads in Finland 3 – 6 years after building or rehabilitating the road.

Results can be used when choosing the performance requirements for constructing or rehabilitating paved roads.

The results show that 50 per cent of the IRI results are higher than

- 1.80 mm on soft asphalt concrete pavements (ADT < 1000 veh./day)
 - 1.45 mm on asphalt concrete pavements (ADT 1000...2000 veh./day)
 - 1.35 mm on asphalt concrete pavements (ADT > 2000 veh./day)
- 3 – 6 years after rehabilitating the road.

After building a new road the IRI result is 0.15 mm higher. It is common that one of asphalt layers is built one or two years after opening the road for the traffic. Without using this kind of two stage construction the roughness would be 0.1 mm higher than in the stage construction.

Roads with a high deflection (and possibly narrow cross section, steep slopes etc.) have typically 0.2 mm higher IRI result than roads with 0.2 mm lower deflection (and wider cross section, etc.).

The roughness of rehabilitated roads depend on the roughness measured before the rehabilitation.

ESIPUHE

Julkaisun aineiston on koonnut ja kuvannut Tiehallinnon kuntorekisteristä Seppo Järvinen SCC Viatek Oy:stä. Hän on myös tehnyt alustavat johtopäätökset. Osa kuvista on samoja kuin julkaisussa Vaurioitumismallit kuntorekisteriaineistossa rakenteen suunnitteluohjeita varten, Tiehallinnon selvityksiä 79/2001.

Tarkastelut on tilannut Tiehallinnon Tekniset palvelut, jossa Kari Lehtonen on ohjannut työtä ja kirjoittanut johtopäätökset.

Tuloksia voidaan käyttää valittaessa tasaisuusvaatimuksia rakennus- ja rakenteen parantamisurakoihin.

Helsinki maaliskuu 2002

Tiehallinto
Tekniset palvelut, Tie- ja geotekniikka

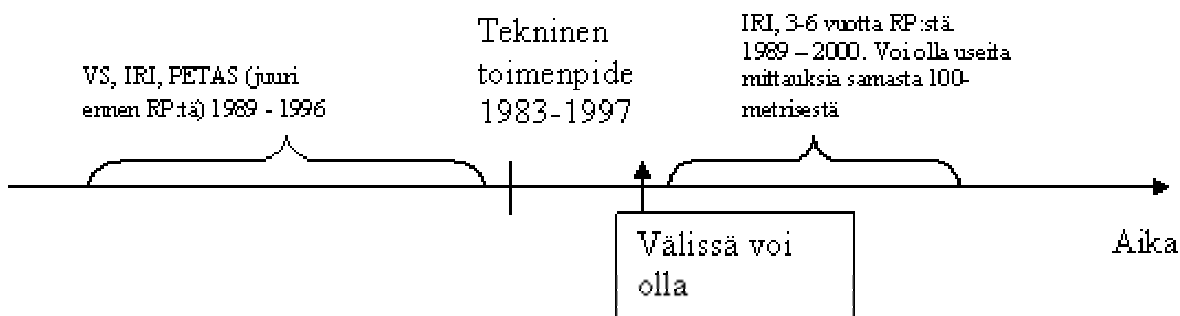
Sisältö

1	TUTKIMUSAINEISTO	8
2	EPÄTASAISUUS ERI TILANTEISSA	10
2.1	Mittausaika 3-4 vuotta tai 5-6 vuotta rakentamisesta tai parantamisesta	10
2.2	Epätasaisuus eri toimenpiteiden jälkeen	12
2.3	Päällysteiden vaiheittain rakentamisen vaikutus tasaisuuteen	14
2.4	Taipuman vaikutus teknisen toimenpiteen jälkeiseen IRI:n keskiarvoon	16
2.5	Teknistä toimenpidettä edeltävän IRI-tason vaikutus toimenpiteen jälkeiseen IRI:n keskiarvoon	20

1 TUTKIMUSAINEISTO

Kuntorekisteristä poimitaan 100 m osuuksia, joiden tasaisuus on mitattu 3 - 6 vuotta teknisen toimenpiteen jälkeen. Aineistona käytetään vuoden 2000 mittaustiedot sisältävää KURRE-SAS-tietokantaa, josta poimitaan seuraavien ehtojen mukaisesti sopivat 100-metriset:

- RP:n jälkeiset päällystämiset
- Päällystämisiä ennen RP:tä ei huomioida
- Päällysteen laji RP:n tekovuonna tehdystä päällystämisestä ja sen puuttuessa käytetään tierekisterin yleistietona olevaa päällysteen lajia
- IRI-mittaus RP:n jälkeen (kaikki 3-6 väliltä)
- IRI-mittaus ennen RP:tä (juuri ennen RP:tä)
- Ensimmäinen taipumamittaus RP:n jälkeen.



Kuva 1. Aineiston periaatekuva.

Kohteiksi valitaan suuntaan 1 mitatut 100 m osuudet.

Aineisto jaetaan luokkiin seuraavien muuttujien suhteen:

Edellinen tekninen toimenpide:

- 1 = uusi tie
- 2 = suuntauksen parantaminen
- 3 = raskas rakenteen parantaminen
- 4 = kevyt rakenteen parantaminen.

Ikä teknisestä toimenpiteestä IRI-mittaukseen:

- 3-4 vuotta
- 5-6 vuotta.

Liikennemäärä ja päällyste:

- PAB-V
- PAB-B
- AB < 2000
- AB > 2000.

Taipuma:

- PAB-teillä: <0,7 mm; >0,7 mm
- AB-teillä: < 0,5 mm; > 0,5 mm.

Teknisen toimenpiteen ja IRI-mittauksen välillä mahdollinen päällystystoimenpide:

- ON/EI

IRI ennen rakenteen parantamista

- kaksi luokkaa ja jako mediaanin kohdalta.

2 EPÄTASAISUUS ERI TILANTEISSA

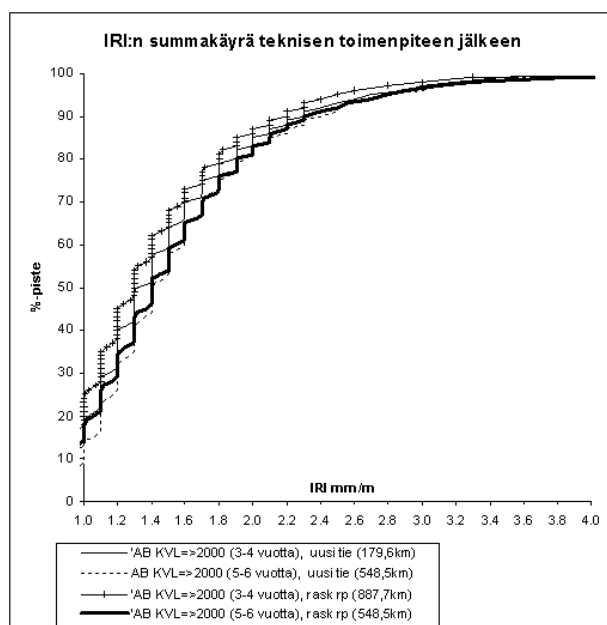
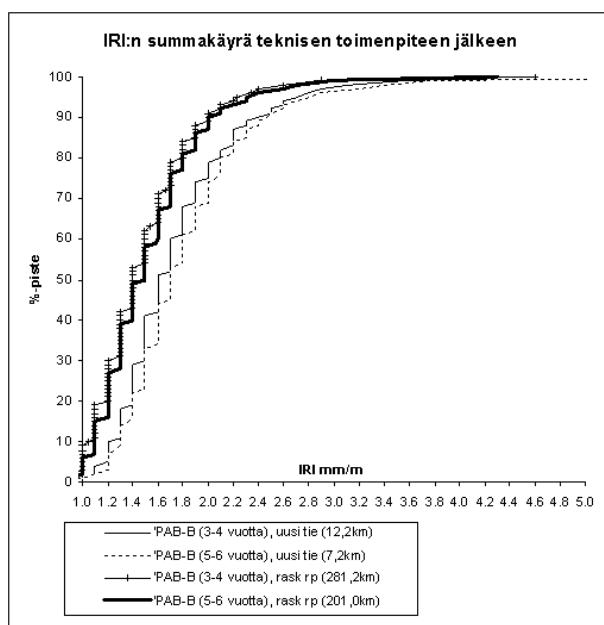
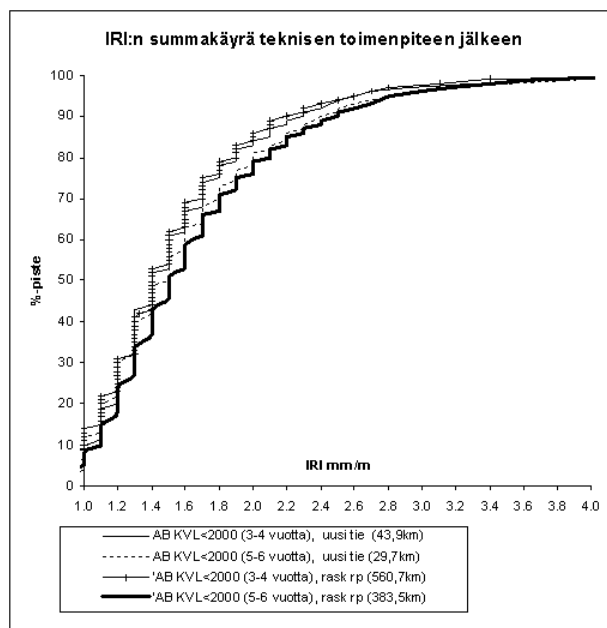
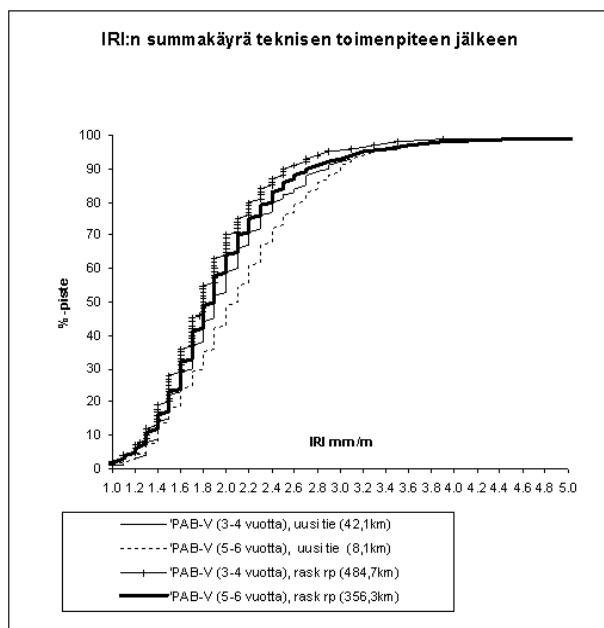
2.1 Mittausaika 3-4 vuotta tai 5-6 vuotta rakentamisesta tai parantamisesta

Tässä luvussa tarkastellaan, mikä ero on 5-6 ja 3-4 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen mitatuilla epätasaisuuksilla. Kun ero on todettu, eri ikäisinä mitatut osajoukot voidaan yhdistää.

Taulukko 1. 5-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen mitattujen ja 3-4 vuotiaana mitattujen (eri tieosuuksien) epätasaisuuksien erotus kuvasta 2. Nähdään että erotus on keskimäärin noin 0,08 mm. Sama tulos saadaan myös aineistomäärällä painotettuna keskiarvona.

Päällystetyyppi ja tekninen toimenpide	IRI:n erotus (mm/100 m) 5-6 v. – 3-4 v.
PAB-V, uusi tie	0,17
PAB-V, rak.par	0,07
PAB-B, uusi tie	0,08
PAB-B, rak.par	0,02
AB, KVL < 2000, uusi tie,	0,07
AB, KVL < 2000, rak.par	0,10
AB, KVL > 2000, uusi tie	0,08
AB, KVL > 2000, rak.par	0,10
Keskiarvo	0,08

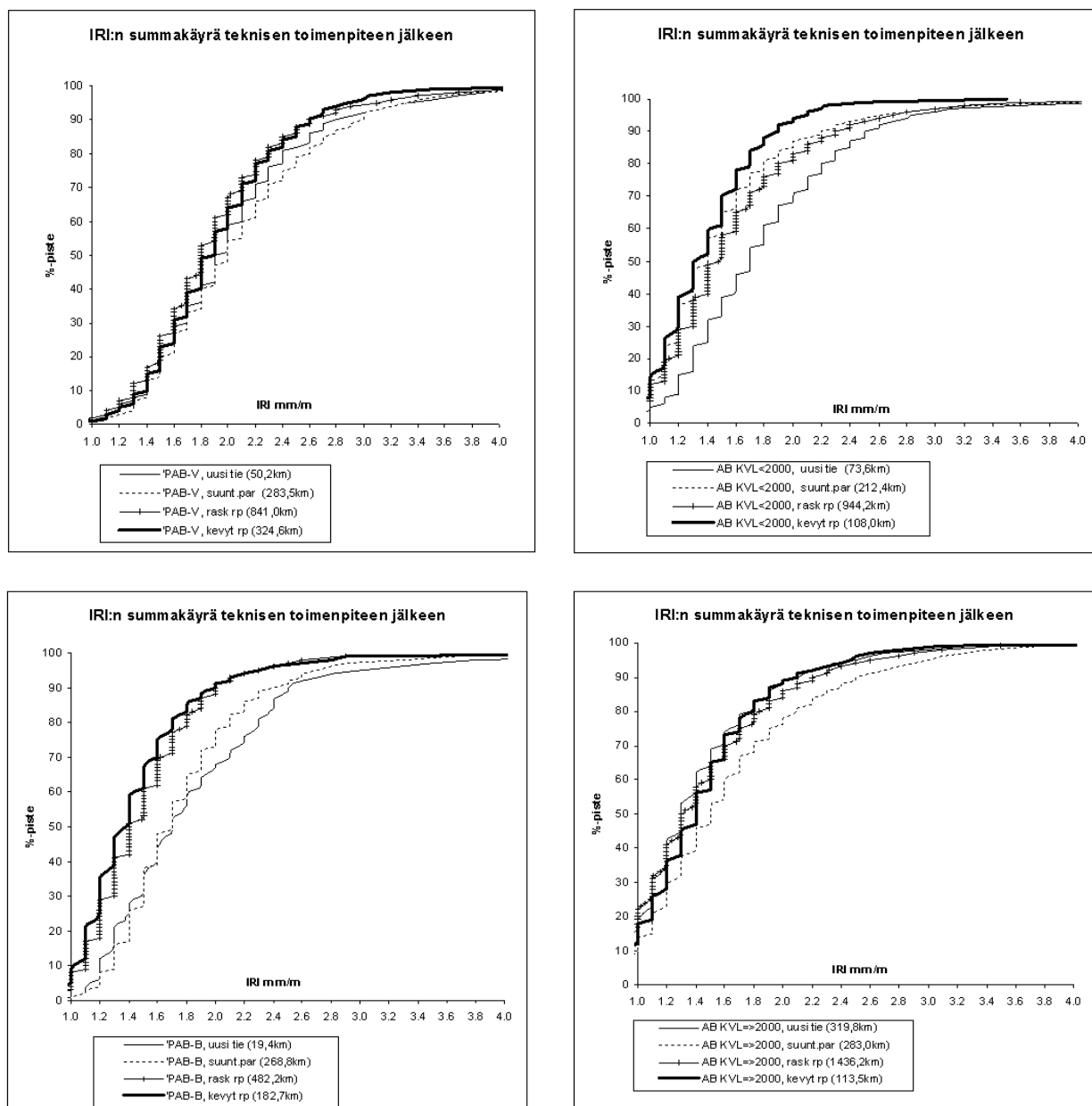
IRI:n mittatarkkuus yhdellä tiellä on 0,1 mm/100 m, joten 0,08 mm ero ei ole kovin merkittävä.



Kuva 2. Kahden eri teknisen toimenpiteen jälkeiset 100 m osuuksilta mitatut IRI:n summakäyrät päällystetyypeittäin, kun tasaisuus on mitattu 3-4 tai 5-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen. Ikäryhmien tietosuudet eivät ole samoja. Aineistosta on poistettu tapaukset, joissa rakentamisen tai parantamisen jälkeen on tehty uudelleenpäällystys ennen mittausta.

2.2 Epätasaisuus eri toimenpiteiden jälkeen

Tässä luvussa ikäryhmät on yhdistetty, mutta rakenteen parantaminen on jaettu raskaaseen ja kevyeen. Lisäksi on toimenpide suuntauksen parantaminen. Nyt on mahdollista vertailla päällystetyyppejä ja teknisiä toimenpiteitä toisiinsa, kun osajoukon koko on riittävä.



Kuva 3. IRI:n summakäyrät 3-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen. Aineistosta on poistettu tapaukset, joissa rakentamisen tai parantamisen jälkeen on tehty uudelleenpäällystys ennen mittausta.

Taulukko 2. 3-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen mitattujen epätasaisuuksien mediaanit kuvasta 3.

Nähdään, että

- PAB-V teillä IRI on selvästi (0,5 mm) suurempi ja PAB-B teillä hiukan (0,1 mm) suurempi kuin AB-teillä
- uusilla teillä ja suuntauksen parantamisessa IRI on tavallisesti hiukan (0,1 mm) suurempi kuin kevyessä tai raskaassa rakenteen parantamisessa.

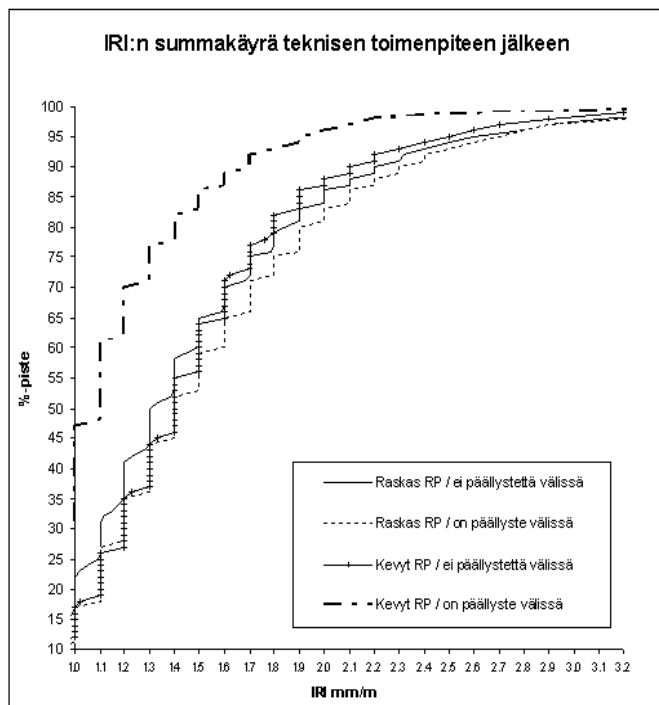
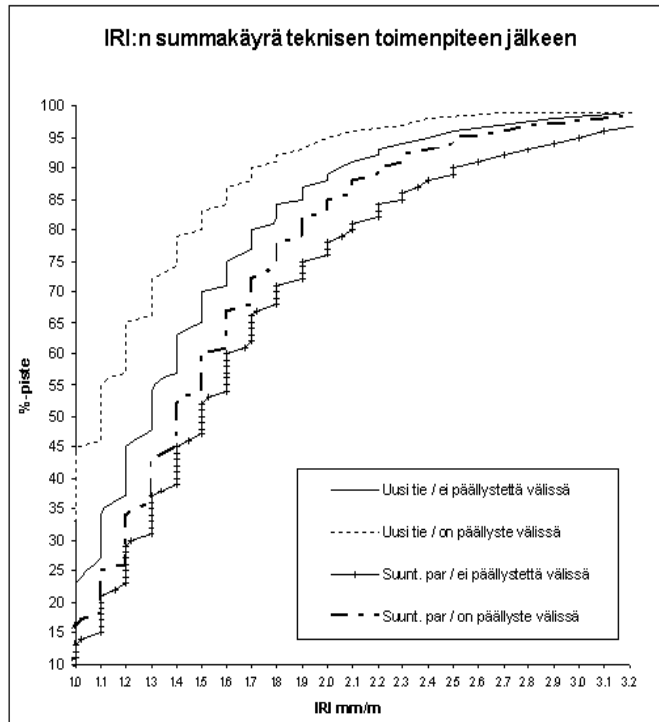
	PAB-V	PAB-B	AB, KVL<2000	AB, KVL >2000	Keskiarvo
Uusi tie	1,95 ***	1,70 *	1,70 *	1,30	1,65
Suuntauksen p.	2,00 ***	1,65 *	1,35	1,50	1,60
Raskas rp.	1,80 **	1,45	1,45	1,35	1,50
Kevyt rp.	1,85 **	1,35	1,35	1,40	1,50
Keskiarvo	1,90	1,55	1,45	1,40	

2.3 Päälysteiden vaiheittain rakentamisen vaikutus tasaisuuteen

Seuraavassakin aineistossa on teitä, joilla IRI on mitattu 3-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen. Toinen osajoukko on edellisten tarkastelujen vilkasliikenteiset AB-tiet. Toinen osajoukko on muuten samanlainen, mutta tielle on tehty kuntorekisterin mukaan päällystäminen rakentamisen tai parantamisen jälkeisinä vuosina kuitenkin ennen IRI:n mittausta. Tämä on tavallisesti suunnitelmallista päällysteiden vaiheittain rakentamista, jolla pyritään pienentämään epätasaisuuksia. Toinen päällyste tehdään silloin, kun liikenne on saanut aikaan suurimmat jälkitiivistymät uusiin rakennekerroksiin. Kevyessä rakenteen parantamisessa vaiheittain rakentamista ei tavallisesti käytetä. Aineistosta ei näy selvästi, onko vaiheittain rakennetuissa tapauksissa pienempi taipuma tai muu lisäisy, joka pienentäisi tai suurentaisi IRI:ä.

Taulukko 3. 3-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen mitattu IRI AB-teillä, joiden KVL > 2000. Nähdään, että vaiheittain rakentamisessa IRI on useimmissa tapauksissa 0,1..0,2 mm pienempi kuin teillä, joilla ei ole vaiheittain rakentamista.

	Päälysteiden vaiheittain rakentaminen				Ero
	Ei		On		
Tekninen TP	Keski-arvo/ IRI	Havain-toja	Keski-arvo / IRI	Havain-toja	On-Ei
Uusi tie	1.44	3198	1.20	20381	-0.24
Suuntauksen p.	1.64	2830	1.53	6096	-0.11
Raskas rp	1.47	14362	1.55	13251	0.08
Kevyt rp	1.46	1135	1.17	1181	-0.29
Yhteensä	1.49	21525	1.36	40909	-0.11



Kuva 4. 3-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen mitattujen epätasaisuuksien summakäyrä AB-teillä, joiden KVL > 2000. Ylemmän kuvan tapauksessa tielle on tehty päällyste rakentamisen tai parantamisen jälkeen ennen IRI:n mittaamista.

2.4 Taipuman vaikutus teknisen toimenpiteen jälkeiseen IRI:n keskiarvoon

Tässä luvussa tarkastellaan, onko huonosti kantavilla teillä (suuri taipuma) suurempi IRI, kuin hyvin kantavilla.

Tarkasteluja varten osa-aineistot on jaettu taulukoiden 4...8 mukaisesti kahteen tai kolmeen luokkaan taipuman perusteella.

Seuraavan aukeaman kuvista nähdään, että IRI näyttää kasvavan noin 0,2 mm, kun D0 kasvaa 0,2 mm. Todellisuudessa IRI:n kasvu ei johdu pelkästään D0:n kasvusta, vaan mukana on myös muita syitä, jotka liittyvät alemman asteisiin teihin, joilla on suuri taipuma. Osajoukkojen IRI-arvojen mediaaneja tarkastelemalla saataisiin ehkä eri tuloksia. Tarkempia monimuuttujatarkasteluita on esitetty julkaisussa Vaurioitumismallit kuntorekisteriaineistossa rakenteen suunnitteluohjeita varten, Tiehallinnon selvityksiä 79/2001.

Taulukko 4. Havaintomäärät AB-teillä.

	1:suuri KVL 2000- 2:pieni KVL -1999					
	d0 taso			d0 taso		
	1:pieni	2:keski	3:suuri	1:pieni	2:keski	3:suuri
	N	N	N	N	N	N
Uusi tie	3706	3792	3907	128	129	135
Suunt. Par	1178	1226	1247	592	622	626
Raskas RP	3164	3194	3280	1776	1764	1870

Taulukko 5. Havaintomäärät PAB-B – ja PAB-V-teillä.

	PL LAJI					
	2:PAB-B			3:PAB-V		
	d0 taso			d0 taso		
	1:pieni	2:keski	3:suuri	1:pieni	2:keski	3:suuri
	N	N	N	N	N	N
Uusi tie	38	.	45	119	.	123
Suunt. Par	370	379	389	444	450	464
Raskas RP	470	476	490	975	1032	1081

Taulukko 6. D0-taipuman luokkarajat (prosenttipisteet).

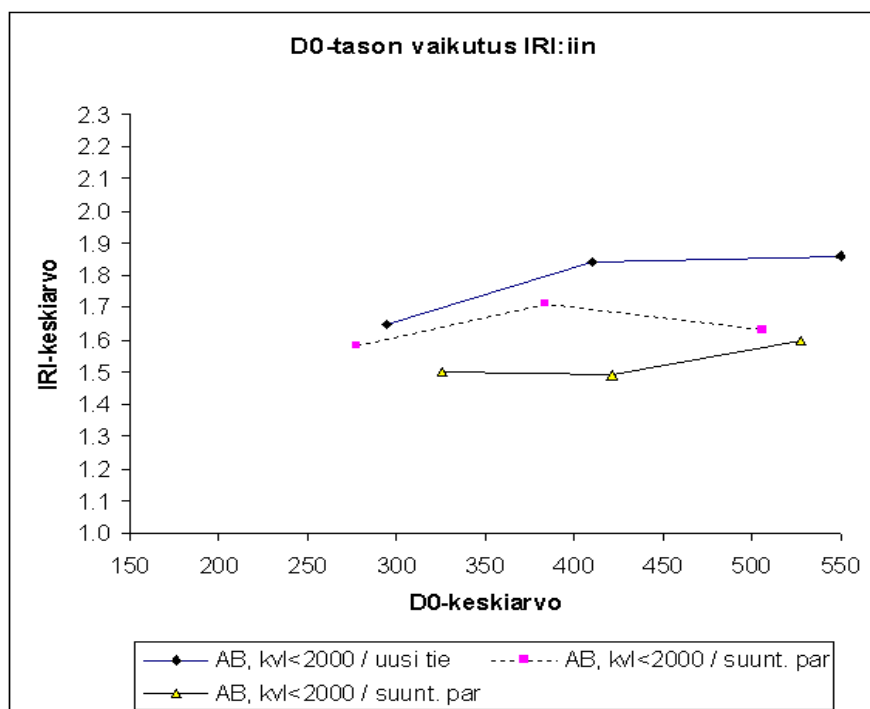
	Liikenne	Tekninen	p33	p50	p66
AB	kv<2000	Uusi tie	370	-	460
	kv>1999	Uusi tie	199	-	251
PAB-B	-	Uusi tie	414	450	466
PAB-V	-	Uusi tie	360	447	519
AB	kv<2000	Suunt. par.	340	-	435
	kv>1999	Suunt. par.	280	-	372
PAB-B	-	Suunt. par.	403	-	527
PAB-V	-	Suunt. par.	460	-	559
AB	kv<2000	Raskas RP	385	-	460
	kv>1999	Raskas RP	284	-	377
PAB-B	-	Raskas RP	435	-	540
PAB-V	-	Raskas RP	460	-	550

Taulukko 7. AB-teiden D0-luokkakeskiarvot.

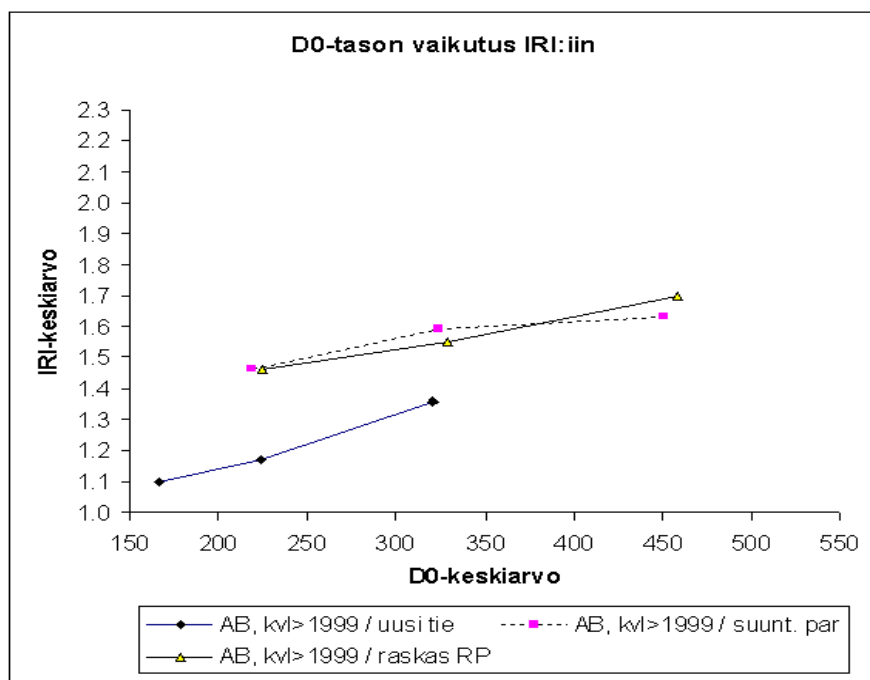
	KVL-luokka					
	1:suuri KVL 2000-			2:pieni KVL -1999		
	D0-luokka			D0-luokka		
	1:pieni	2:keski	3:suuri	1:pieni	2:keski	3:suuri
Uusi tie	167	224	321	295	410	550
Suunt. Par	219	324	452	278	384	507
Raskas RP	225	329	458	326	421	528

Taulukko 8. PAB-teiden D0-luokkakeskiarvot (PAB-B- ja PAB-V-teiden D0-luokkarajana käytetty mediaania).

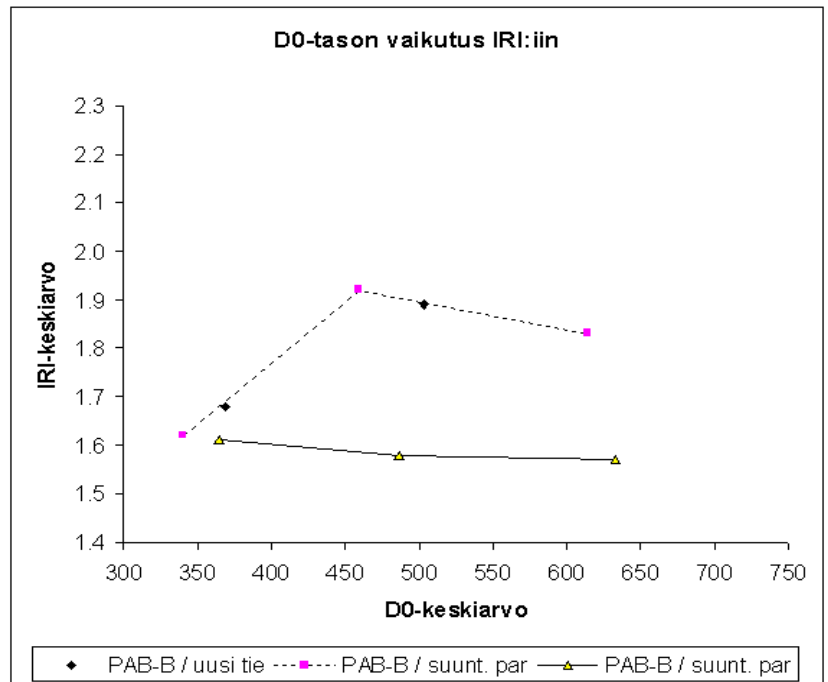
	Päällyste					
	2:PAB-B			3:PAB-V		
	D0-luokka			D0-luokka		
	1:pieni	2:keski	3:suuri	1:pieni	2:keski	3:suuri
Uusi tie	369		503	341		568
Suunt. Par	341	459	615	402	506	715
Raskas RP	364	486	634	401	501	647



Kuva 5. IRI:n keskiarvot D0-luokittain vähäliikenteisillä AB-teillä 3-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen. Havaintomäärät (100 m osuuksia) yhtä symbolipistettä kohti: uusi tie 130 kpl, suunt. par. 600 kpl, raskas RP 1800 (merkitty kolmiolla). Kun D0 kasvaa 0,2 mm, IRI näyttää kasvavan keskimäärin 0,1 mm.

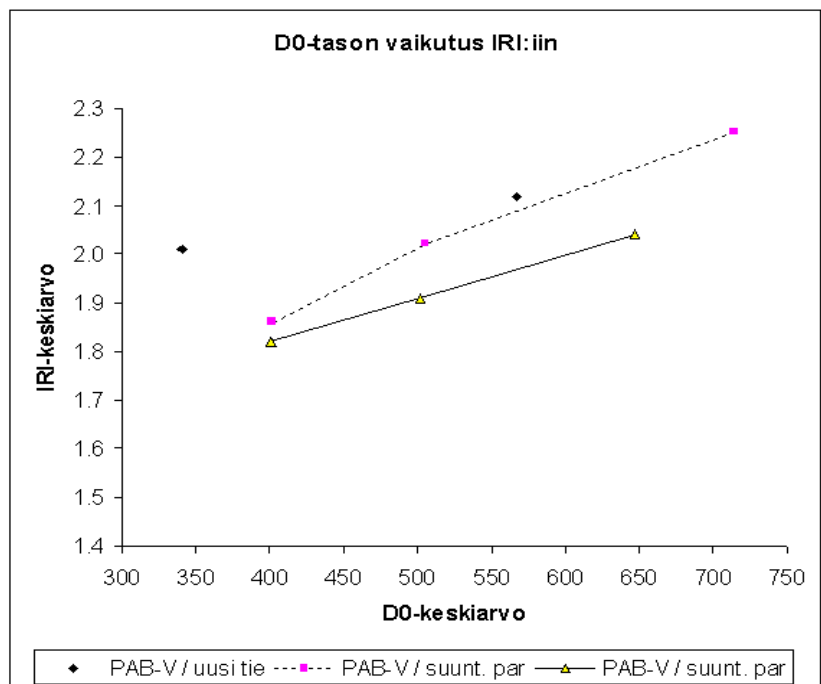


Kuva 6. IRI:n keskiarvot D0-luokittain vilkaskenteisillä AB-teillä 3-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen. Havaintomäärät (100 m osuuksia) yhtä symbolipistettä kohti: uusi tie 3700 kpl, suunt. par. 1200 kpl, raskas RP 3200 (merkitty kolmiolla). Kun D0 kasvaa 0,2 mm, IRI näyttää kasvavan keskimäärin 0,2 mm.



Kuva 7.

IRI:n keskiarvot D0-luokittain vähäliikenteisillä AB-teillä 3-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen. Havaintomäärät (100 m osuuksia) yhtä symbolipistettä kohti: uusi tie 120 kpl, suunt. par. 450 kpl, raskas RP 1000 (merkitty kolmiolla). Kun D0 kasvaa 0,2 mm, IRI näyttää kasvavan keskimäärin 0,15 mm.



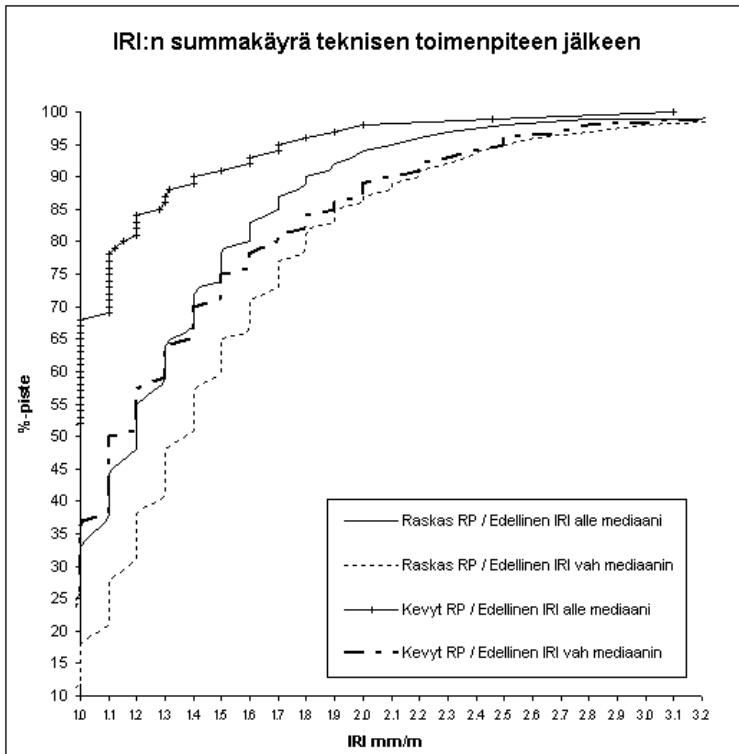
Kuva 8.

IRI:n keskiarvot D0-luokittain vähäliikenteisillä AB-teillä 3-6 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen. Havaintomäärät (100 m osuuksia) yhtä symbolipistettä kohti: uusi tie 50 kpl, suunt. par. 380 kpl, raskas RP 480 (merkitty kolmiolla). Kun D0 kasvaa 0,2 mm, IRI näyttää kasvavan keskimäärin 0,25 mm.

2.5 Teknistä toimenpidettä edeltävän IRI-tason vaikutus toimenpiteen jälkeiseen IRI:n keskiarvoon

Taulukko 9. 3-6 vuotta parantamisen jälkeen mitatun IRI:n keskiarvo, kun parantamista edeltävä IRI on mediaania suurempi tai pienempi. (KVL>2000).

	IRI-luokka ennen teknistä toimenpidettä				Ero (yli med)- (alle med)
	1:alle med		2:=> med		
Tekninen TP	Keskiarvo / IRI	Havaintoja	Keskiarvo / IRI	Havaintoja	
Raskas RP	1.27	5899	1.48	6132	0.20
Kevyt RP	1.04	447	1.30	634	0.26
Kaikki yhteensä	1.26	7030	1.48	7665	

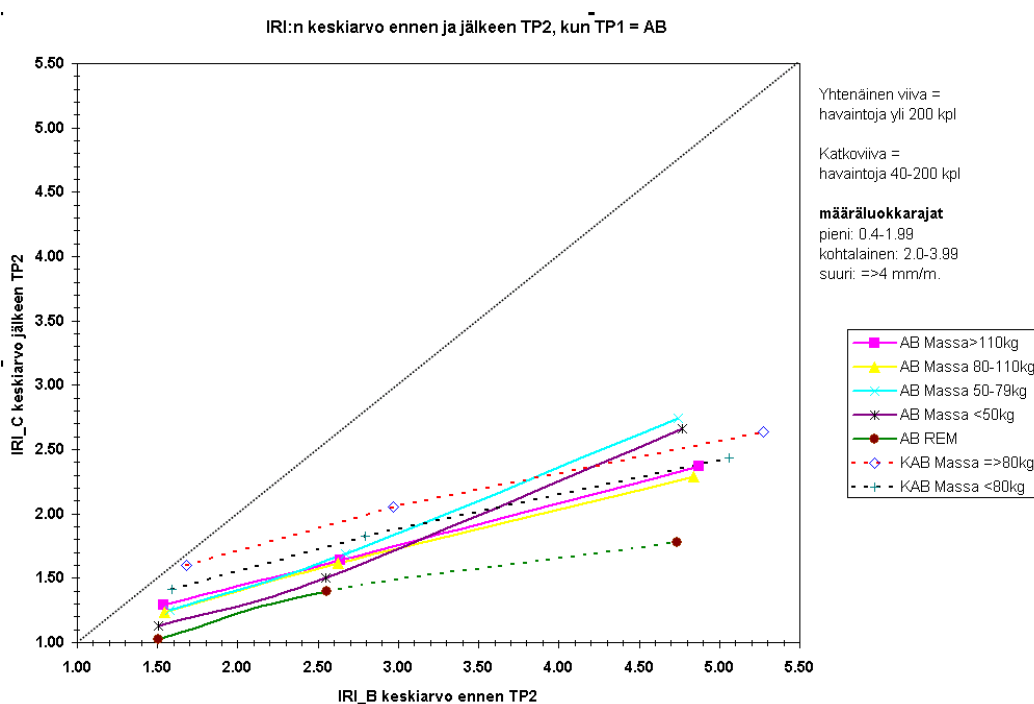


Kuva 9. IRI:n summajakauma 3-6 vuotta parantamisen jälkeen. Nähdään, että parantamista edeltänyt IRI vaikuttaa voimakkaasti parantamisen jälkeiseen IRI:iin,

Seuraavat kuvat ovat peräisin aiemmasta Tiehallinnon julkaisusta ”vaurioitumismallit kuntorekisteriaineistossa rakenteen suunnitteluohjeita varten (1999 – 2001)” sivuilta 74 - 75.

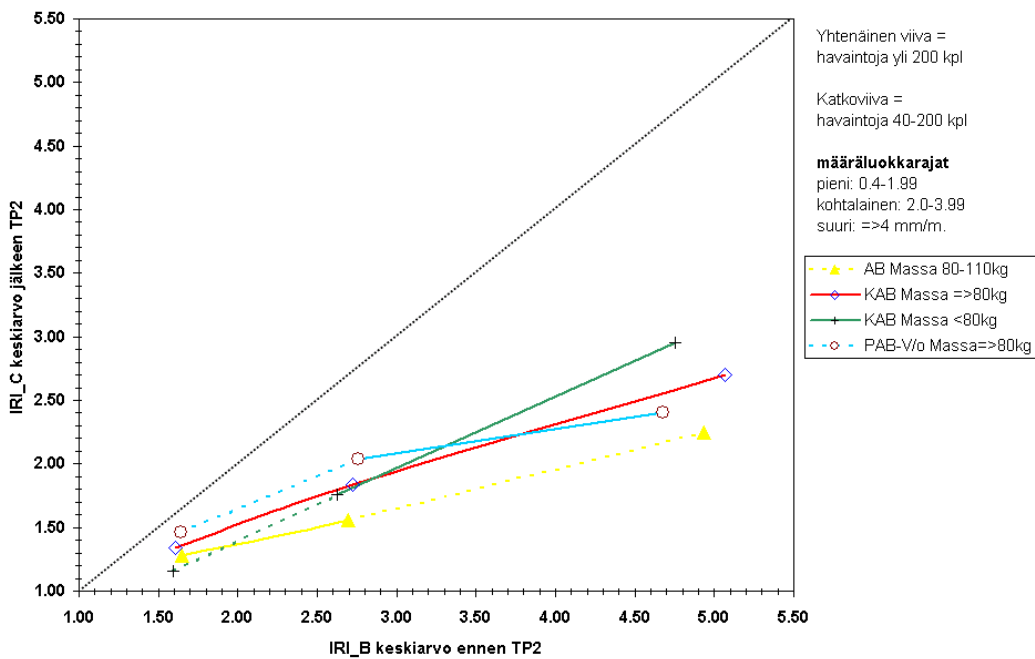
Kuvissa on kunnostustoimenpidettä edeltävän ja jälkeisen IRI:n keskiarvot. Kunnostustoimenpiteen rankkuus vaihtelee. Tässä luvussa viitatus tutkimuksen aineistossa kunnostustoimenpiteen jälkeiset IRI-mittaukset on tehty vähintään 3 vuotta rakentamisen tai parantamisen jälkeen.

Edellinen toimenpide on karkeasti luokiteltu kolmeen päällysteluokkaan: AB, PAB-B ja PAB-V. Jälkimmäisen toimenpiteen luokituksessa on käytetty jo massamäärää ja toimenpidetyyppiä luokitusperusteina.



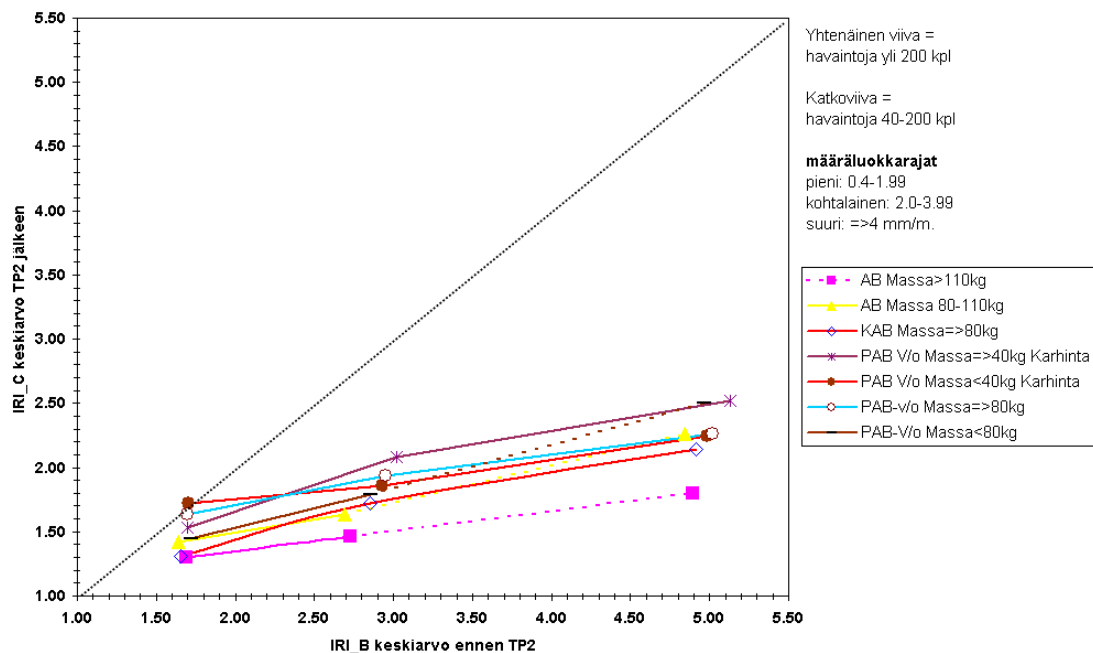
Kuva 10. Kahden toimenpiteen välissä olevan ja myöhemmän toimenpiteen jälkeisen IRI:n keskiarvot (edellinen toimenpide AB).

IRI:n keskiarvo ennen ja jälkeen TP2, kun TP1 = PB



Kuva 11. Kahden toimenpiteen välissä olevan ja myöhemmän toimenpiteen jälkeisen IRI:n keskiarvot (edellinen toimenpide PAB-B).

IRI:n keskiarvo ennen ja jälkeen TP2, kun TP1 = PV



Kuva 12. Kahden toimenpiteen välissä olevan ja myöhemmän toimenpiteen jälkeisen IRI:n keskiarvot (edellinen toimenpide PAB-V).

