

PTM-vertailukokeet ja mittaustulosten käsittely

PANK-hyväksytyjen laboratorioden ja testausorganisaatioiden
neuvottelupäivä
Tampere 23.10.2008

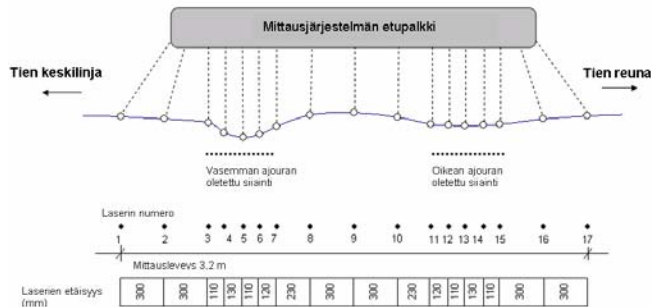
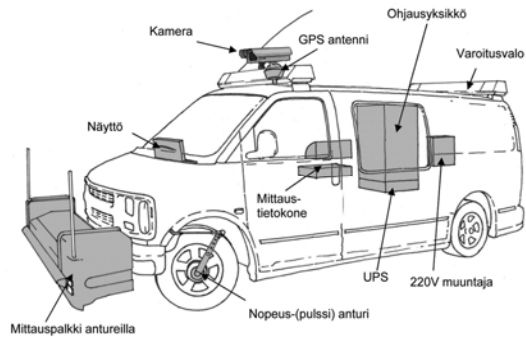
Jaakko Dietrich
Pöyry Infra Oy

Sisällys

- Palvelutasomittaukset
- Vertailukokeiden tarkoitus
- Vertailukokeissa tarkasteltavia asioita
- Testijärjestelyt
- Tulosten käsittely ja analysointi
- Laadunkehitystyön haasteita

Palvelutasomittaukset (PTM)

- Mittauksilla hankitaan tietoa päällystettyjen teiden tasaisuudesta ja geometriasta.
- Mittaukseen käytetään laser - tekniikkaan perustuvia PTM –autoja.
- Mittaus tapahtuu liikenteen mukana.

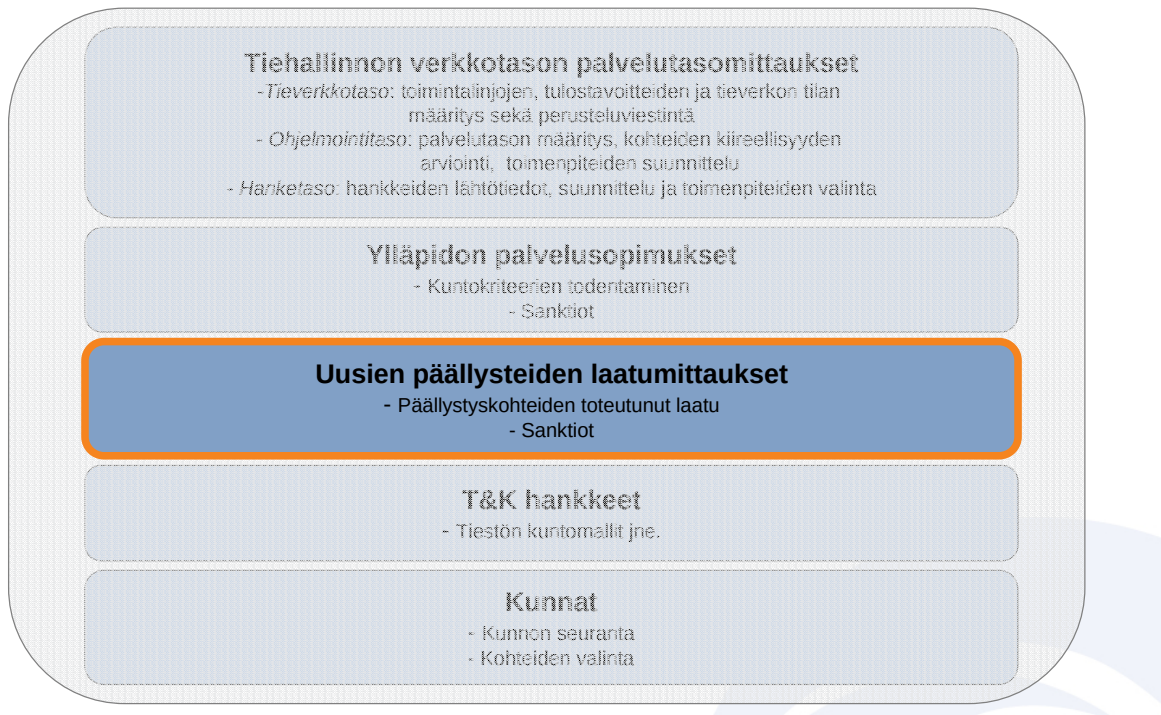


- 17 laseria
- Mittausleveys 3,2 m
- Mittaushavainnot pituussuunnassa alle millin välein
- Profiilien korkeustiedon tarkkuus alle 1 mm
- Tuloksena noin 30 eri muuttujaa

Palvelutasomittausautoja



Käyttökohteet



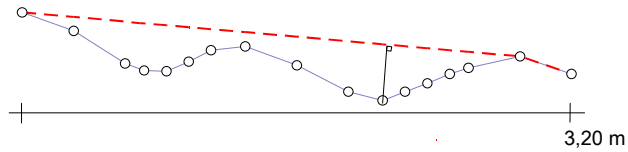
Uusien päällysteiden laatumittaukset

- Tiehallinto edellyttää, että urakoitsija osoittaa päällystyskohteiden toteutuneen laadun PTM-mittauksilla.
- Mittaajilla tulee olla PANK-hyväksyntä.
- Mittausten toimittajia 3 kpl.
- Päällystyskohteita vuonna 2007 noin 3400 km (kaikkia ei mitata).

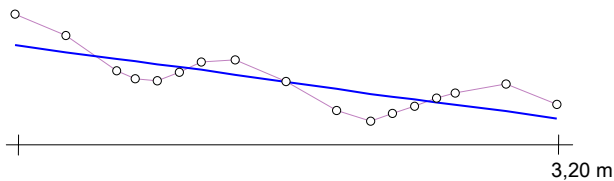


Uusien päällysteiden laatumittauksissa tarkasteltavat muuttujat

- Ura



- Sivukaltevuus



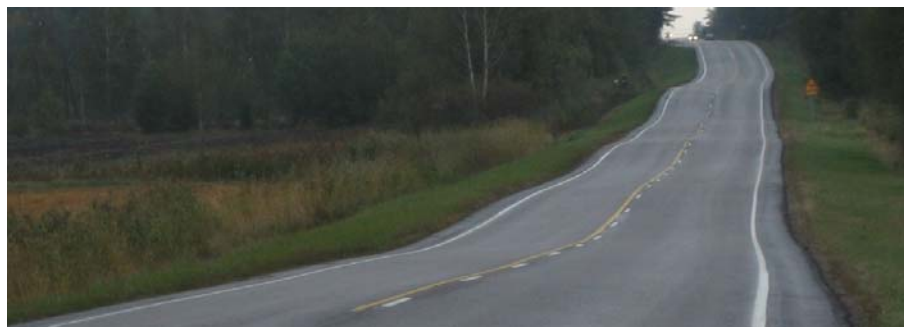
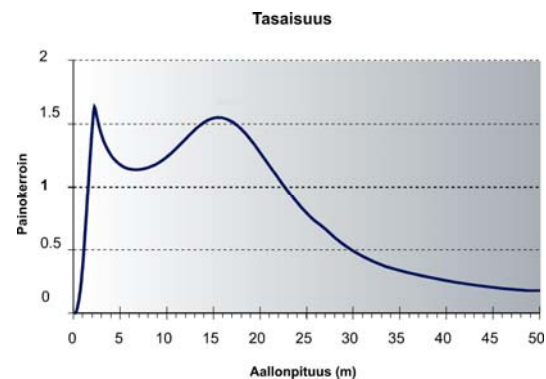
Uusien päällysteiden laatumittauksissa tarkasteltavat muuttujat

- IRI

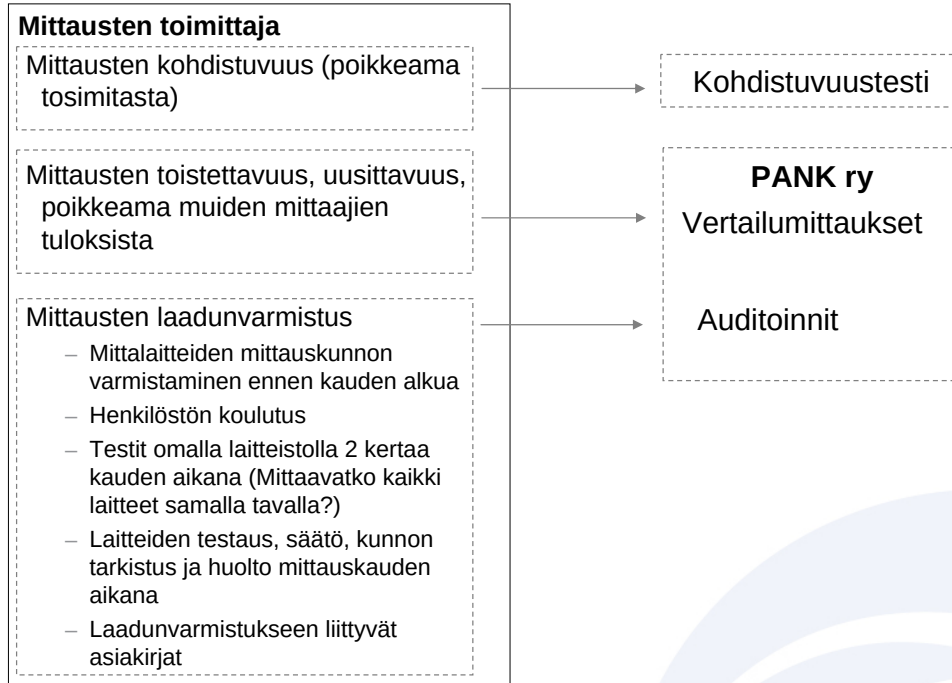
- Tien pituussuuntainen tasaisuus välillä 0,5 – 50 m
- Maailmanpankin määrittelemä laskentamalli
- Kuvaa tienkäyttäjän kokemaa ajomukavuutta

- IRI-4

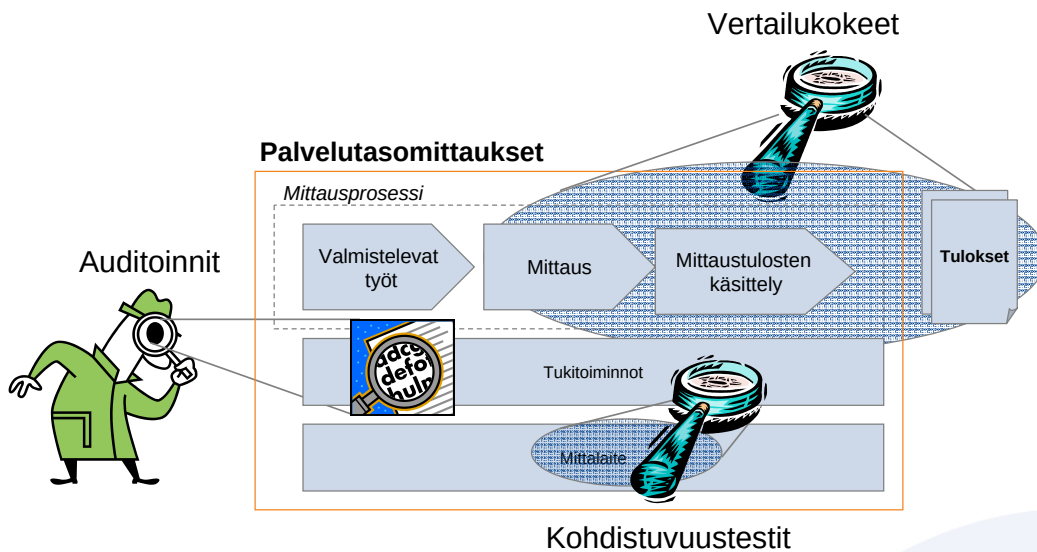
- IRI jossa mukana vain aallonpituudet 0,5 – 4,0 m



Mittausten laadun seuranta ja arviointi



Vertailukokeet



Lisäksi:

Mittaajan oma laaduntestaus

Laitevalmistajan testit

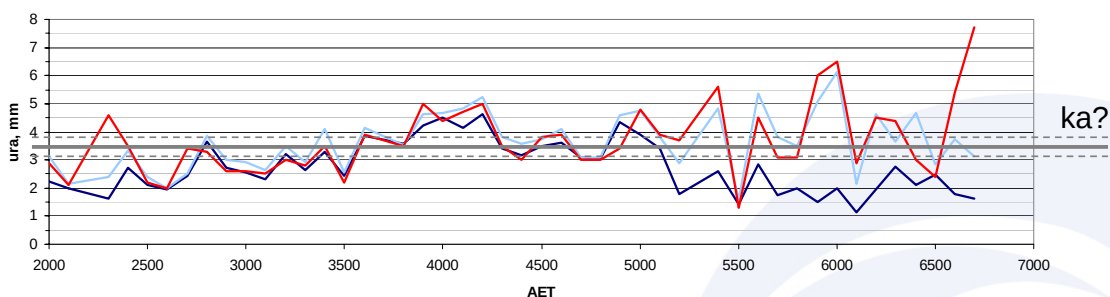
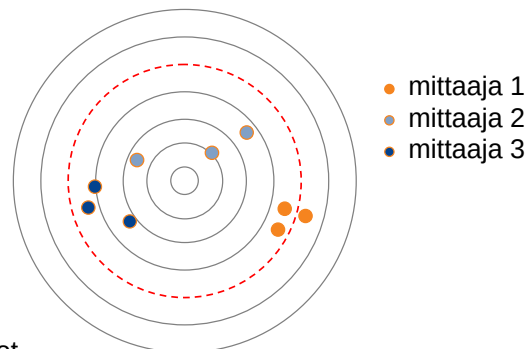
Laitteiston omat vikatestit, lokit ja raportit

Miksi vertailukokeita järjestetään?

- Varmistetaan, että eri toimittajat ja mittalaitteet antavat yhdenmukaisia tuloksia
 - Urakoitsijoiden yhdenmukainen kohtelu
 - Toimivat mittausmarkkinat
 - Tilaaja-toimittaja riskien hallinta
- Todennetaan mittareiden ja mittausten laatutaso
- Tiedotetaan mittausten laadusta mittaajia, mittausten hyödyntäjiä ja sidosryhmiä
- Annetaan mittaajille mahdollisuus verrata tuloksiaan vertailuryhmän kanssa (ei tosimittaa) → varmistetaan mittausten pysyvyys
- Tunnistetaan laatuun liittyviä ongelmakohtia
- Edistetään toimintatapojen yhtenäistämistä
- Edistetään toimittajien laadunkehitystyötä

Vertailumittauksissa tarkasteltavia asioita

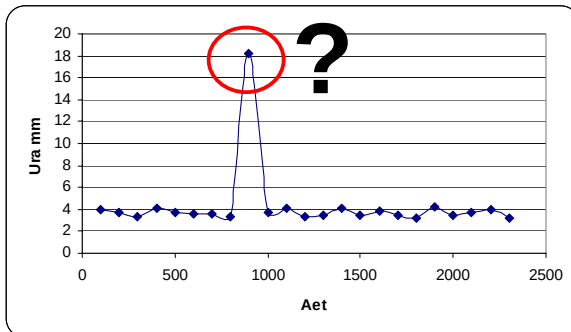
- Mittausten toistettavuus
 - korrelaatio
 - tasoero
 - hajonta
- Eri mittaajien tulosten yhdenmukaisuus
 - korrelaatio
 - tasoero
 - hajonta
- Kohteiden paikannus
- Tulosten toimittaminen ja raportointi, huomiot, poikkeavien tilanteiden käsittely, poikkeamat laatuvaatimuksista.



Muodolliset virheet

- Esim. tarkka uramittaustulos, mutta
 - tulokset toimitetaan myöhässä
 - paikannuksessa ongelmia
 - poikkeavia havaintoja ei kommentoida
 - mittausaika ei ole tiedossa
 - mittausolosuhteista ei ole tietoa

Ura ka 3.15 mm



Laadunvarmistus on haasteellista

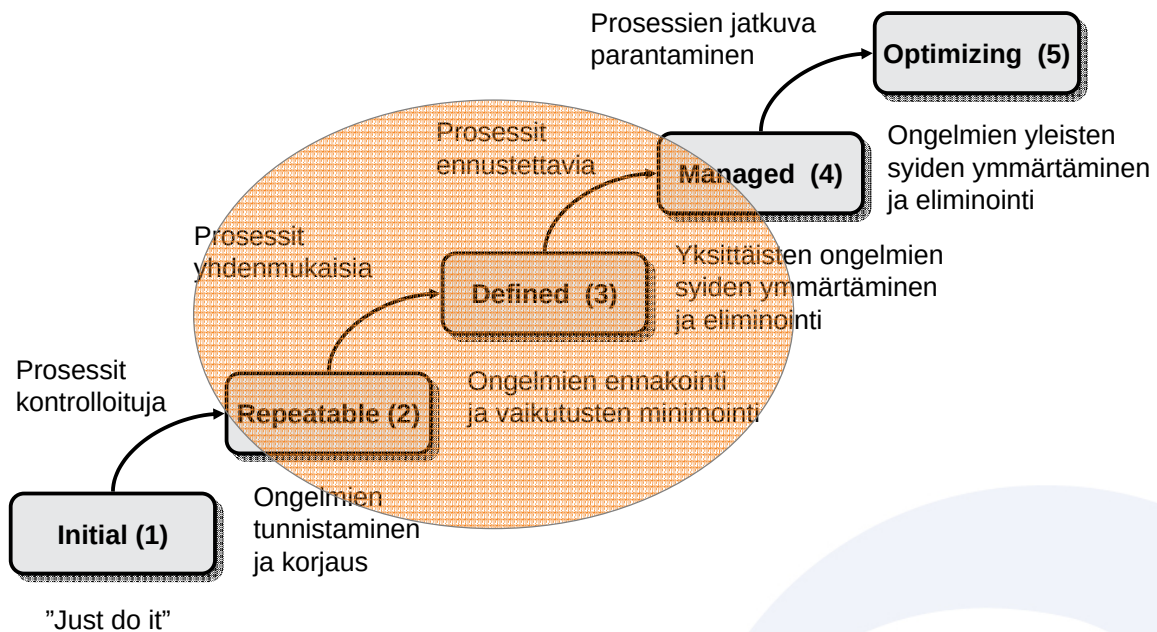
- Useita toimijoita
- Kompleksi tekniikka
- Erilaisia laitteita
- Mittaajalla ja mittaustapahtumalla (ajolinjoilla) huomatta merkitys tuloksiin
- Tekniikka kehittyä jatkuvasti
- Mittausten tilaajana urakoitsija (ei Tiehallinto)
- Ei tosimittaa
- Tulosten laskentatavat poikkeavat osin toisistaan (erit. IRI-4)
- Tiukka aikataulu



Laadunkehitys vaatii aikaa!



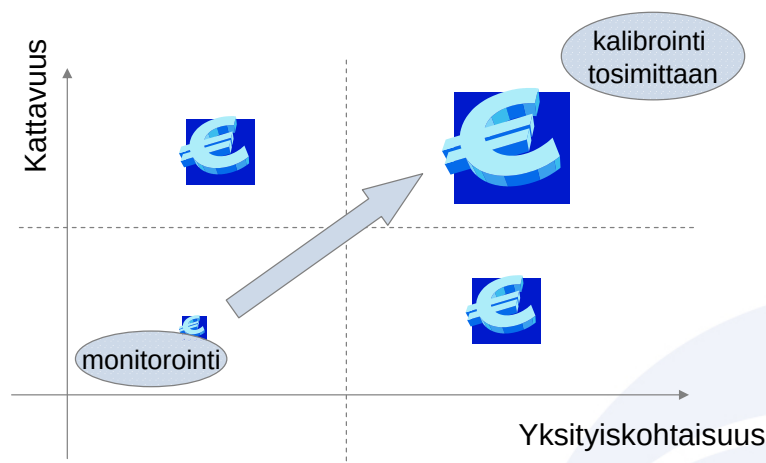
CMM – Capability maturing model



Crosby, Quality is free 1979: *Quality Management Process Maturity Grid*

Testijärjestelyt

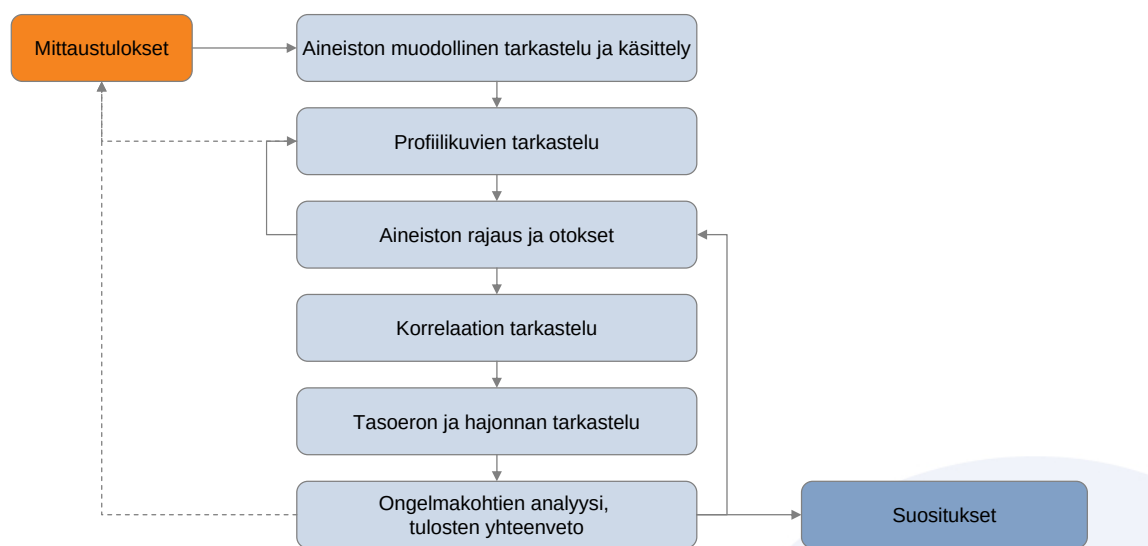
- Laajuus riippuu tavoitteista ja laatutasosta
- Tuotantolaadun kontrollointi vs. erillisanalyysit
- Kun on mitattu niin yleisesti ottaen kannattaa myös analysoida



Tyypillinen testijärjestely

- Noin 100 km erikuntoisia teitä (ura vaatimus ja IRI vaatimus)
 - Mitataan viikon aikana, omaan tahtiin
 - Kaksi – kolme toistomittausta
 - Normaali tuotantomittauskäytäntö
 - Mukaan myös ”helppoja” kohteita → minimoidaan erillissyyt
 - Toistomittauksissa voidaan vaatia kuskin vaihtoa
 - Pituusmittauksen tarkastus
-
- Testijärjestelyn tuloksena saadaan:
 - arvio mittausten laadusta ja eri toimittajien mittaustulosten yhdenmukaisuudesta lähellä sakkorajaa ”normaaleissa” tuotantomittausolosuhteissa,
 - positiivinen estimaatti tuotantolaadusta.

Tulosten käsittely ja analysointi

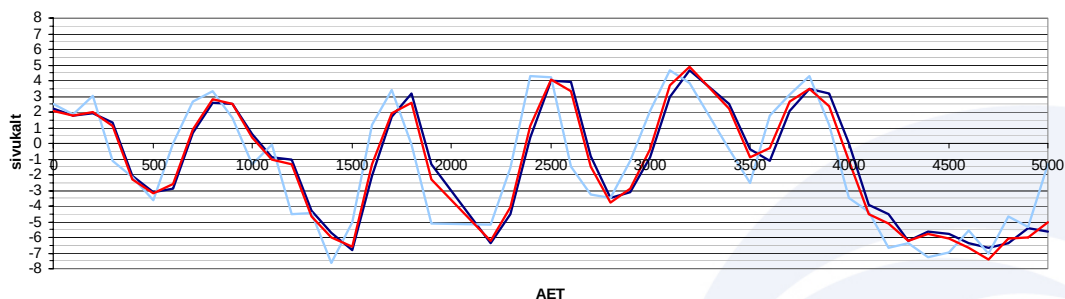


Aineiston muodollinen tarkastelu ja käsittely

- Varmistetaan, että kaikilla mittajilla on
 - oikea määrä dataa
 - oikeassa muodossa
 - oikealla tarkkuudella ilmoitettuna
- Datasta poistetaan huomautukset ja selvät erillissyyt.
 - likaa tiellä
 - liian pieni ajonopeus
- Lopputuloksena aineisto, jossa kaikilla toimittajilla on sama määrä havaintoja samoista kohdista.
- Verrataan eri toimittajien tekemien huomautusten määrää.
- Saadaan esimerkki eri toimittajien tulosten käsittelyyn ja toimitukseen liittyvästä laadunvarmistuksesta
 - toimitettujen aineistojen lkm., muodolliset virheet, toimitusaikataulu
- Saattaa olla joskus työlästä!

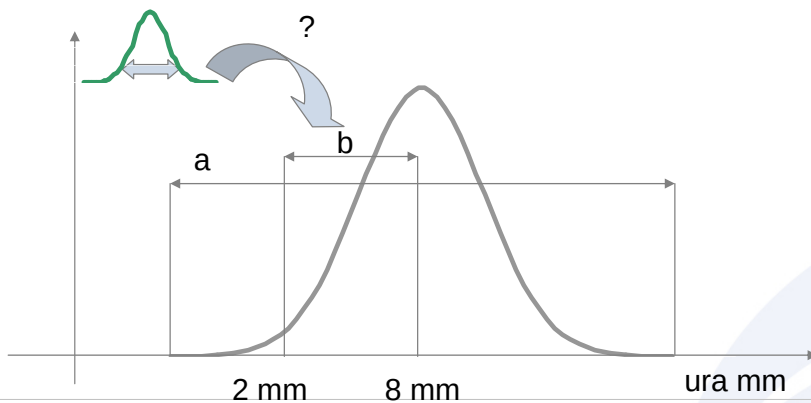
Profiilikuvat

- Varmistetaan, että mittajat ovat mitanneet samalla tiellä, samasta kohtaa, samaan suuntaan.
- Pyritään tunnistamaan mahdolliset
 - poikkeamat
 - erillissyyt
 - epäsäännöllisesti toistuvat vikatilat
 - laskentaan liittyvät selvät virheet
- Tehdään tarvittavat aineiston rajaukset.
- Erittäin tehokas menetelmä laatupoikkeamien tunnistukseen.



Aineiston rajausta ja otokset

- Rajoitetaan (uran) tarkastelu mielenkiintoiselle arvoalueelle
 - Realistinen arvio mittausepävarmuuden suhteesta kokonaisvaihteluun ja toleranssiväliin (p.o. 1/10 – 1/5) → vertailukelpoinen laadun mittari
- Lisäksi otokset
 - autokorrelaation poistaminen
 - varmistetaan havaintojen riippumattomuus
- Erillissyiden poistaminen, ongelmakohtien analyysi



21 Jaakko Dietrich, Pöyry Infra Oy



Korrelaatio

- Toistomittausten pienin korrelaatio
- Mittaajien välinen pienin korrelaatio
- Verrataan tuloksia vastaavien aiempien testien toteumaan
- (Lasketaan korrelaation luottamusvälit)
- Korrelaatiot melko herkkiä laatupoikkeamille
 - yksittäiset outlierit
 - ajolinjat
 - hankalat kohteet (tiegeometria, kaistat)
- Tulokset riippuvat muuttujien vaihteluvälistä

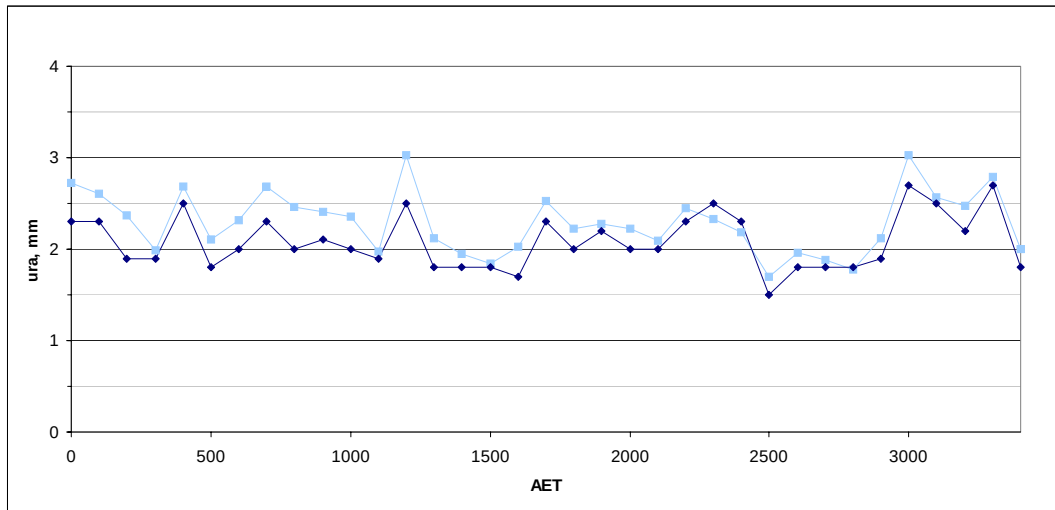
Mittaaja	A	B	C
A	1.00	0.97	0.98
B	0.97	1.00	0.97
C	0.98	0.97	1.00

	Toistot	Mittaajien välillä
IRI	0.95	0.92
IRI4	0.90	0.88
URA_max	0.90	0.88
Sivuk	0.96	0.95

22 Jaakko Dietrich, Pöyry Infra Oy



Uran korrelaatio 0,88



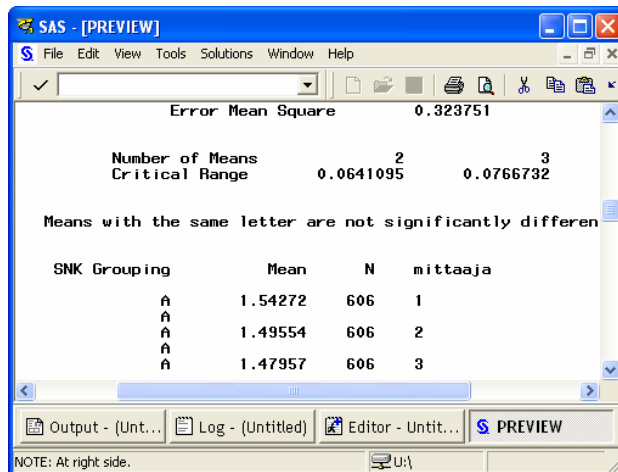
Tasoero

- Poikkeavatko mittauskertojen keskiarvot toisistaan?
- Poikkeavatko mittaajien keskiarvot toisistaan?
- Poikkeavatko mittaustulosten hajonnat?
- Keskiarvojen eroja verrataan aiemmista testeistä saatuihin tuloksiin.
- Tulosten tulkinnassa huomioitava:
 - mittausreitti ja testiasetelman vaativuus,
 - havaintojen lukumäärä, muuttujien arvoalueet ja hajonta,
 - mittaajien ja toistojen lukumäärän.
- Tutkitaan onko keskiarvojen erot tilastollisesti merkitseviä
 - varianssianalyysi (normaalisuus- ja riippumattomuusolettaamus)
 - epäparametriset testit (Kruskal-Wallis, Friedman)

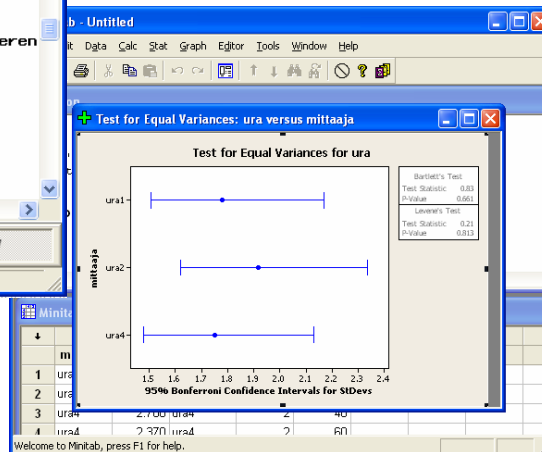
	Toistot	Mittaajien välillä
IRI	0.04	0.07
IRI4	0.04	0.07
URA_max	0.15	0.20
Sivuk	0.10	0.15

Analyysi tilasto-ohjelmistoilla

Tasoero



Mittausten hajonta

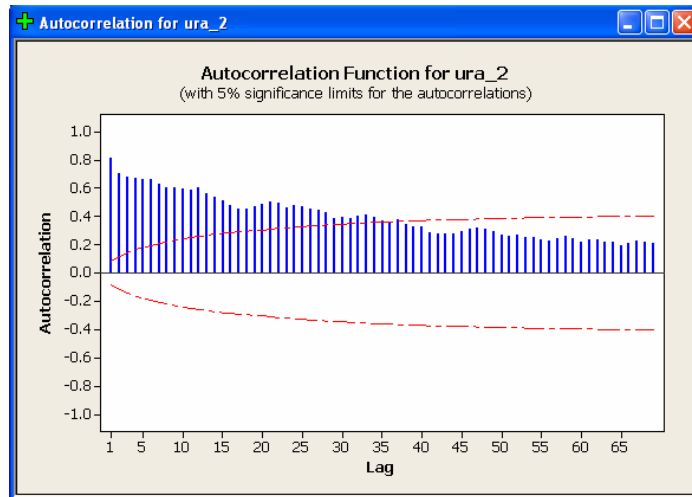


Hajontamittoihin perustuvat menetelmät

- Measurement System Analysis (MSA)
- Arvioidaan mittausepävarmuuden suhdetta prosessin kokonaishajontaan
- Asetetaan rajat mittausten hajonnalle
- Jos mittausepävarmuus annetuissa rajoissa hyväksytään tulos
- Laatupoikkeamien kohdalla johtaa lopulta samaan päättelyyn kuin edellä esitetty varianssianalyysi
- Hyvin tuotteistettu menettely
- Käytössä useilla eri teollisuuden aloilla

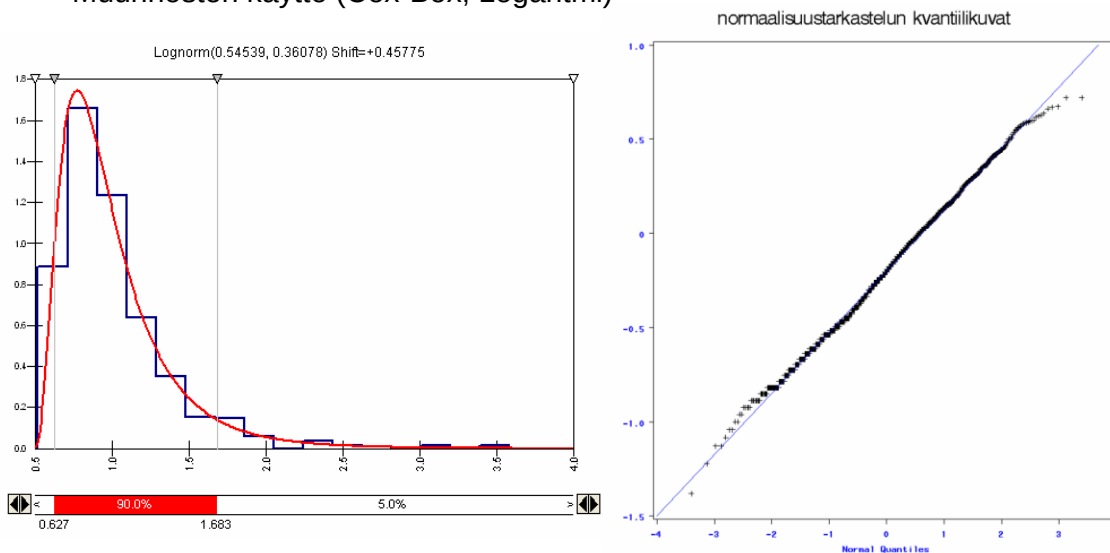
Aineistojen käsittelyssä huomioitavaa

- Autokorrelaation.
- Poistetaan otannalla tai korjaamalla hajontaestimaatteja.
- Testien tarkkuus kärsii. → Tarvitaan riittävän suuri otos.



Aineistojen käsittelyssä huomioitavaa

- Vinot jakaumat
- Normaaali oletamus ei päde.
- Muunnosten käyttö (Cox-Box, Logaritmi)



Tulosten arviointi

Tapauskohtaiset tekijät

- Reitin haasteellisuus
- Yksittäiset poikkeamat ja niitä koskevat erillisanalyysit
- Kuinka hyvin testi vastaa tyypillistä tuotantotilannetta



Testausmenettelyn asettamat rajoitteet

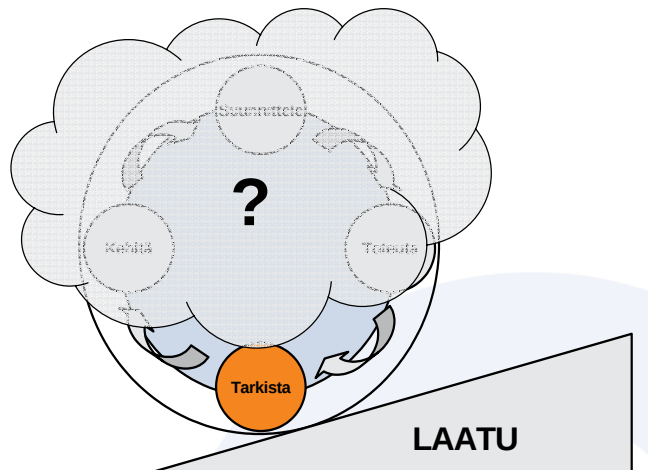
- Havaittujen poikkeamien tilastollinen merkitsevyys, ts. mitä tuloksista voidaan luotettavasti päätellä.

Kriteerit ja laatuvaatimukset

- Perustuvat vastaavissa testeissä aiemmin saatuihin tuloksiin.

Kun tuloksissa on ongelmia...

- Toimittajan vastuulla on osoittaa mittausten laatu
 - poikkeamien ja vikatilojen systemaattinen analysointi ja selvittäminen
 - tulosten uudelleen laskenta
 - uusintatestit
- Keskeistä on korjaavien toimenpiteiden integroiminen osaksi rutiinitoimintaa.
- Jää monesti toimittajan vastuulle.
- Pitäisikö auditoijalla olla aktiivinen rooli korjaavien toimenpiteiden seurannassa?



Haasteita

- Tiedon jakaminen omista ongelmista
- Tiukka aikataulu
- Testit samaan aikaan tuotantomittausten ja toimittajan oman laadunvarmistuksen kanssa.
- Laadunkehitystä ei saada aikaiseksi vain testaamalla!
- Miten vertailukokeet saadaan hyödynnettyä toimittajien omassa laadunkehitystyössä?

