

# DESTIA

**TOIMIVAMPI MAAILMA**

Vertailutestien tulosten tulkinta – Mikä on hyvä tulos?

Pertti Virtala

PANK-menetelmäpäivä 29.1.2015

# Sisältö

- Mittaustarkkuuden käsitteitä
- Mittaustarkkuuden analysointi
  - Stabiilius
  - Kohdistuvuus
  - Toistettavuus
  - Uusittavuus
- Case kiviainestutkimukset
  - Vertailukoeraportti 2010 – kiviaineksen testit
    - SFS-EN 933-3 Litteysluku
    - SFS-EN 1097-2 Los Angeles testi
    - SFS-En 1097-9 Kuulamyllytesti

# Mittaustarkkuuden käsitteitä

## Kohdistuvuus (Trueness, Accuracy):

- Mittaustuloksen suhde tosimitaan, mittanormaaliin tai referenssilaitteeseen.

## Stabiilius (Stability):

- Mittaustuloksen pysyvyys kun saman kohteen mittausta suoritetaan tietyin aikavälein.

## Toistettavuus (Repeatability, Precision):

- Peräkkäisten mittaustulosten yhtäpitävyys, kun yksittäiset mittaukset suoritetaan lyhyin aikavälein samalla tavalla (=samalla laitteella ja saman operaattorin toimesta).

## Uusittavuus (Reproducibility, Precision):

- Peräkkäisten mittaustulosten välinen yhtäpitävyys, kun yksittäiset mittaukset suoritetaan eri menetelmillä tai eri operaattoreiden toimesta tai eri laboratorioissa.

## Mittausepävarmuus:

- Toistettavuus ja uusittavuus yhdessä

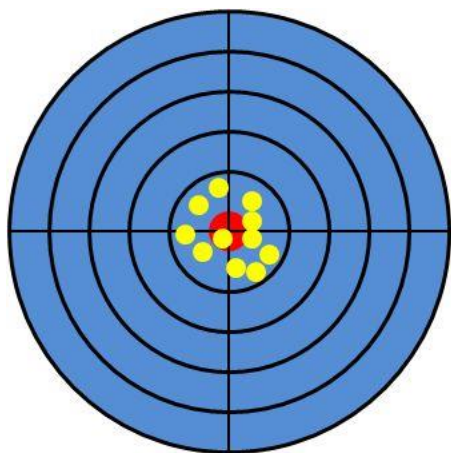
**KIVIAINESTEN YLEISTEN OMINAISUUKSIEN TESTAUS.**

**OSA 6: TOISTETTAVUUDEN JA UUSITTAVUUDEN MÄÄRITELMÄT**

Tests for general properties of aggregates.

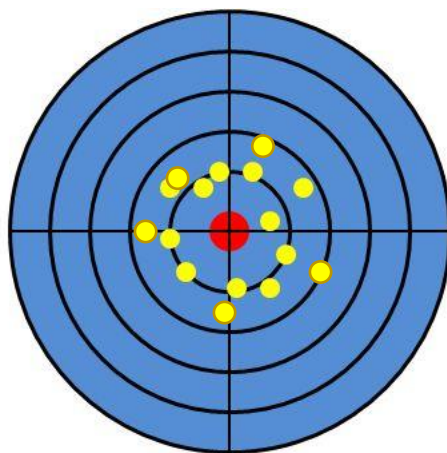
Part 6: Definitions of repeatability and reproducibility

Hyvä  
kohdistus  
ja  
tarkka



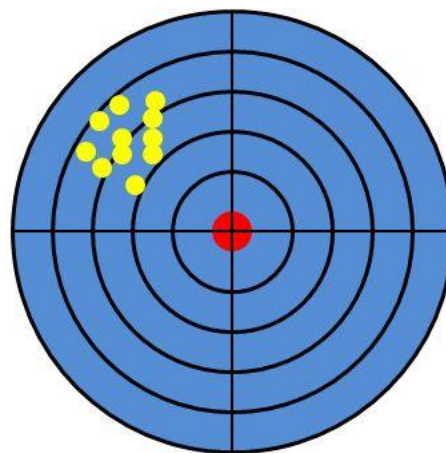
Accurate &  
Precise

Hyvä  
kohdistus  
mutta  
epätarkka



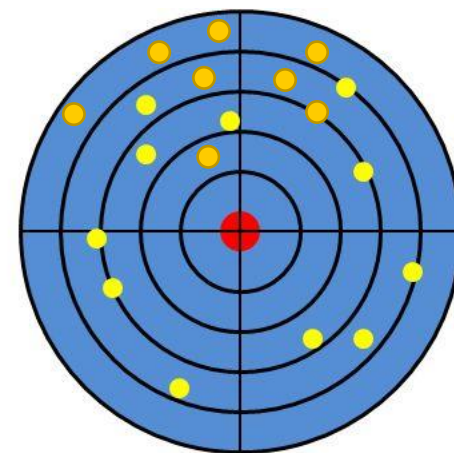
Accurate &  
Imprecise

Huono  
kohdistus  
mutta  
tarkka



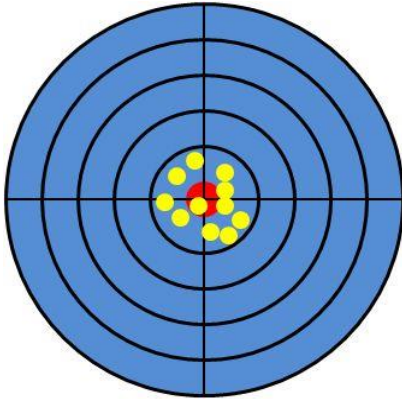
Inaccurate &  
Precise

Huono  
kohdistus  
ja  
epätarkka

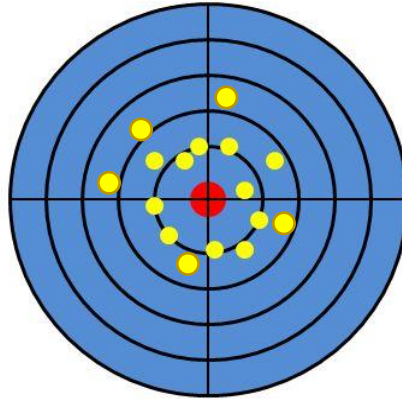


Inaccurate &  
Imprecise

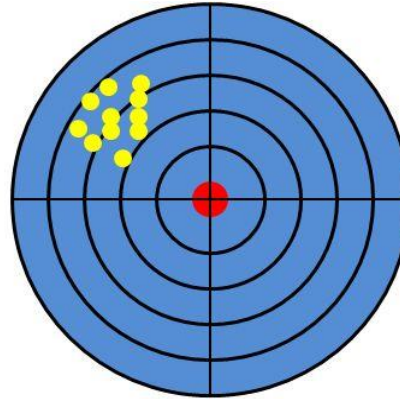
Hyvä  
kohdistus  
ja  
tarkka



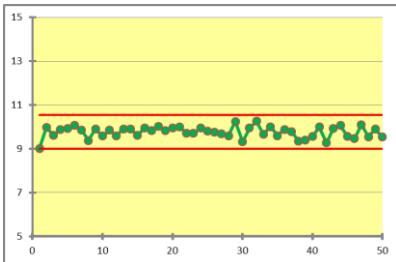
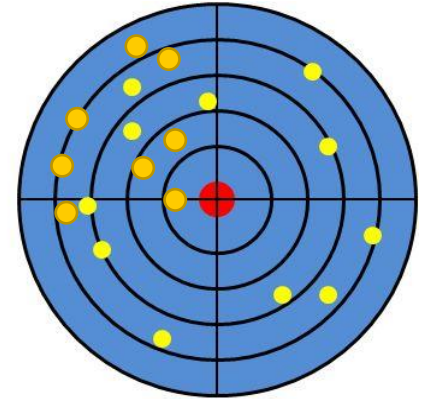
Hyvä  
kohdistus  
mutta  
epätarkka



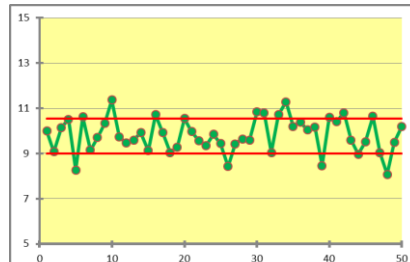
Huono  
kohdistus  
mutta  
tarkka



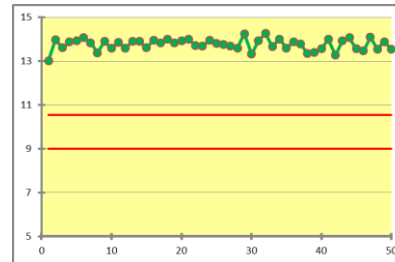
Huono  
kohdistus  
ja  
epätarkka



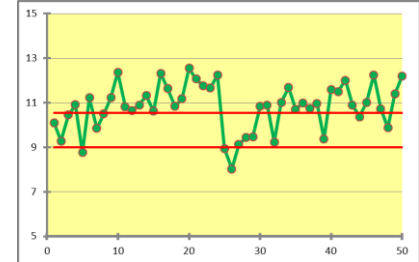
Stabiili



Epästabiili



Stabiili / Epästabiili



Epästabiili




# Mittaustarkkuuden analysointimenetelmät

- Lähteet (Measurement System Analysis)
  - Laatutekniikan oppikirjat
  - Tilastolliset ohjelmistot
  - Laatutekniikan kouluttajat
- Stabiilius
  - analysoidaan (hallitaan) SPC:llä
- Kohdistus
  - testataan Bias & Linearity testillä
- Toistettavuus ja uusittavuus
  - testataan gageRR-testillä
  - raportoidaan yhdessä
- (ISO 5725/SFS EN 932-6)

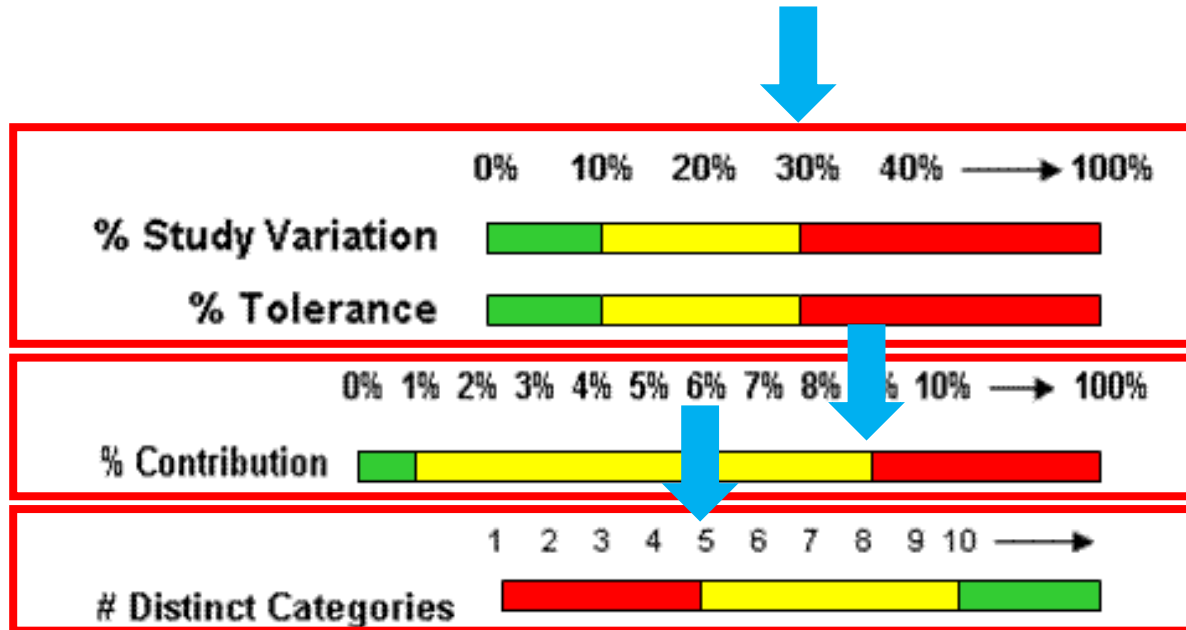
# Mittaustarkkuuden tavoitearvot

Tarkkuuden laji	Tavoitearvo
Stabiilius	stabiili, LCL-UCL
Kohdistuvuus	sopimuskyseminen
Toistettavuus ja uusittavuus	
• GageRR	$\leq 30\%$
• Luokittelukyky	$\geq 5$
• tai	<b>SFS-EN 932-6</b>

# GageRR-analyysin tavoitearvot

-  = acceptable measurement system
-  = may be acceptable based on application and cost
-  = not acceptable, improve or replace measurement system

Mittausepävarmuuden suhde kokonaisvaihteluun oltava alle 30% tai Luokittelutarkkuuden oltava  $\geq 5$



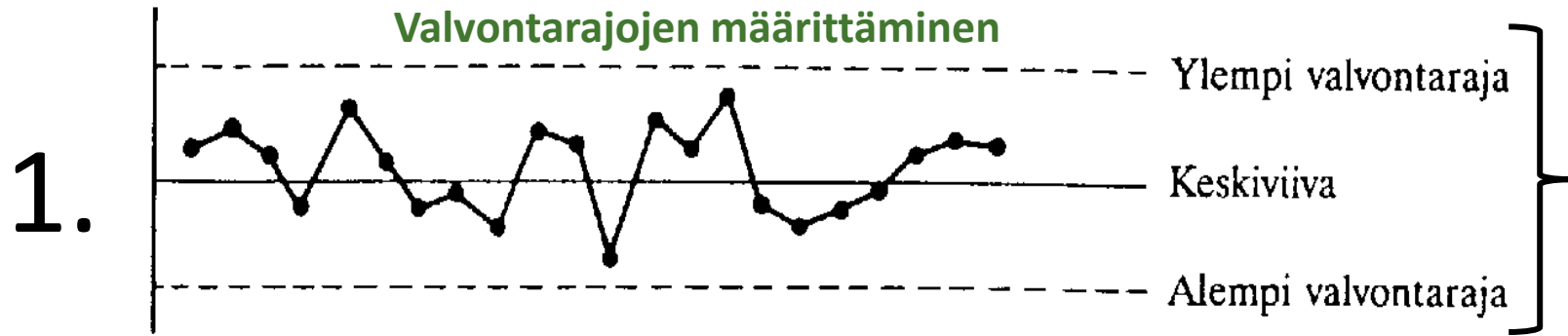
1.  
2.  
3.

<http://www.six-sigma-material.com/MSA.html>

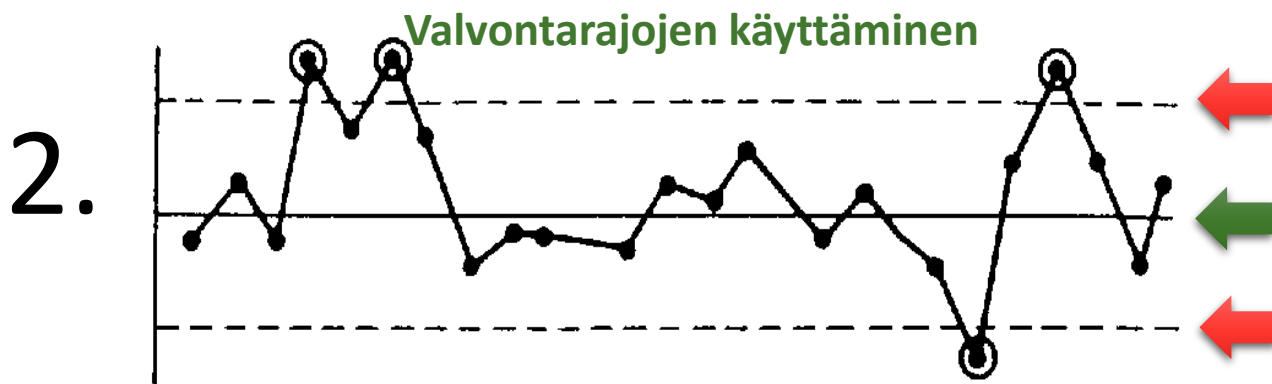


# Stabiiliuden analysointi

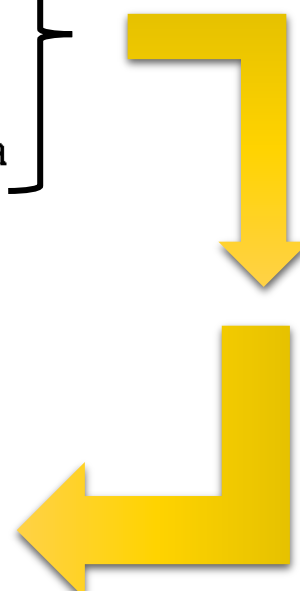
# Stabiiliuden hallinta



Valvontakortti – prosessi on hallinnassa



Valvontakortti – prosessi ei ole hallinnassa



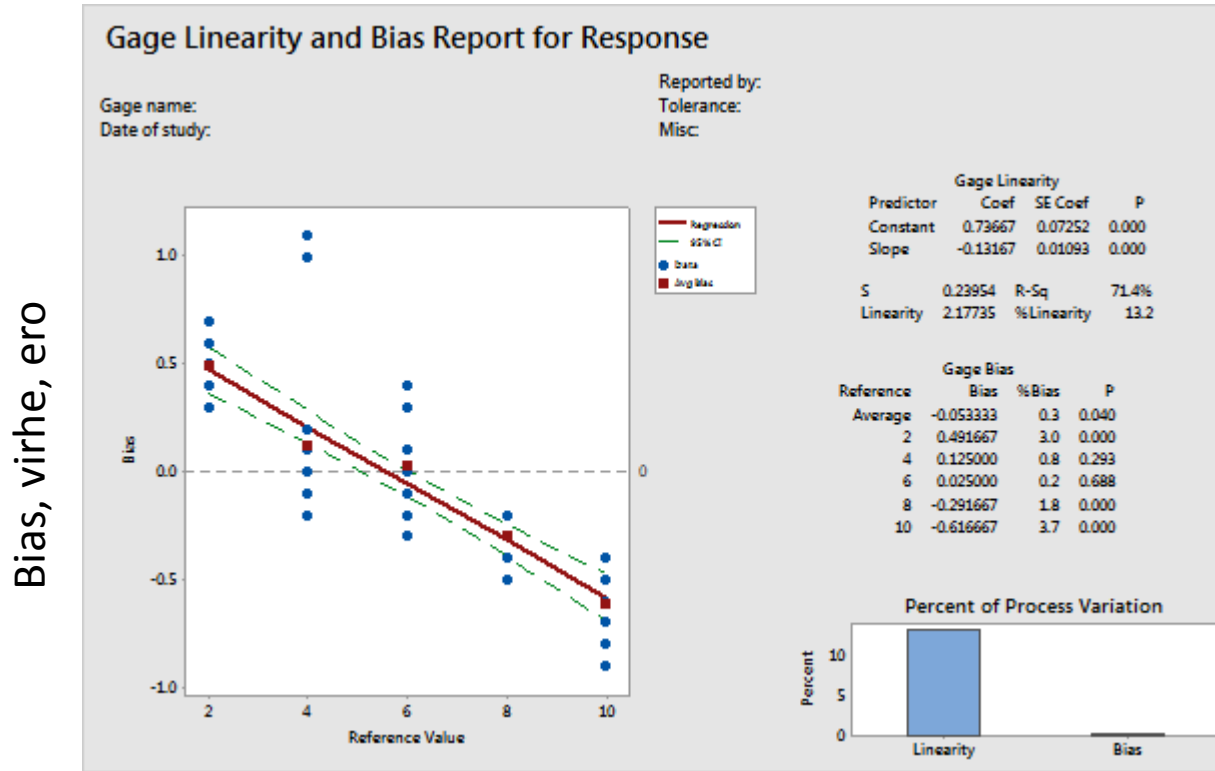
# Kohdistuvuuden analysointi

# Kohdistuvuuden analysointi

- Kohdistuvuustesti jaetaan usein kahteen komponenttiin:
  - Gage Bias test:
    - Tarkastelee testattavan laitteen ja referenssilaitteen tulosten välistä tasoeroa.
    - Se vastaa kysymykseen: “tuottaako laite yhtä suuria tuloksia kuin referenssilaitte?”
  - Gage Linearity test:
    - Kertoo miten yhteneväisiä tuloksia testattava laite tuottaa suhteessa referenssilaitteen tuloksiin mitattavalla arvoalueella.
    - Se vastaa kysymykseen: “riippuuko laitteen kohdistuvuus arvoalueesta?”.

# Esimerkki kohdistuvuustestauksesta

Bias= $ax+b$ , tavoitteena  $a=0$  ja  $b=0$



Bias on ok  
mutta  
linearisuus-  
virhe on  
suuri

Tosimitta, referenssiarvo

# Toistettavuuden ja uusittavuuden analysointi

# Toistettavuuden ja uusittavuuden analysointi

- 10 mitattavaa osaa,
- kolme operaattoria, laitetta tai laboratoriota, kaksi toistoa
- mittausjärjestys satunnaistettu.

RunOrder	Parts	Operators
1	7	1
2	6	1
3	8	1
4	5	1
5	9	1
6	10	1
7	2	1
8	1	1
9	3	1
10	3	1

11	3	2
12	9	2
13	10	2
14	7	2
15	2	2
16	8	2
17	4	2
18	2	2
19	1	2
20	1	2

21	4	3
22	7	3
23	2	3
24	5	3
25	9	3
26	6	3
27	3	3
28	1	3
29	10	3
30	10	3

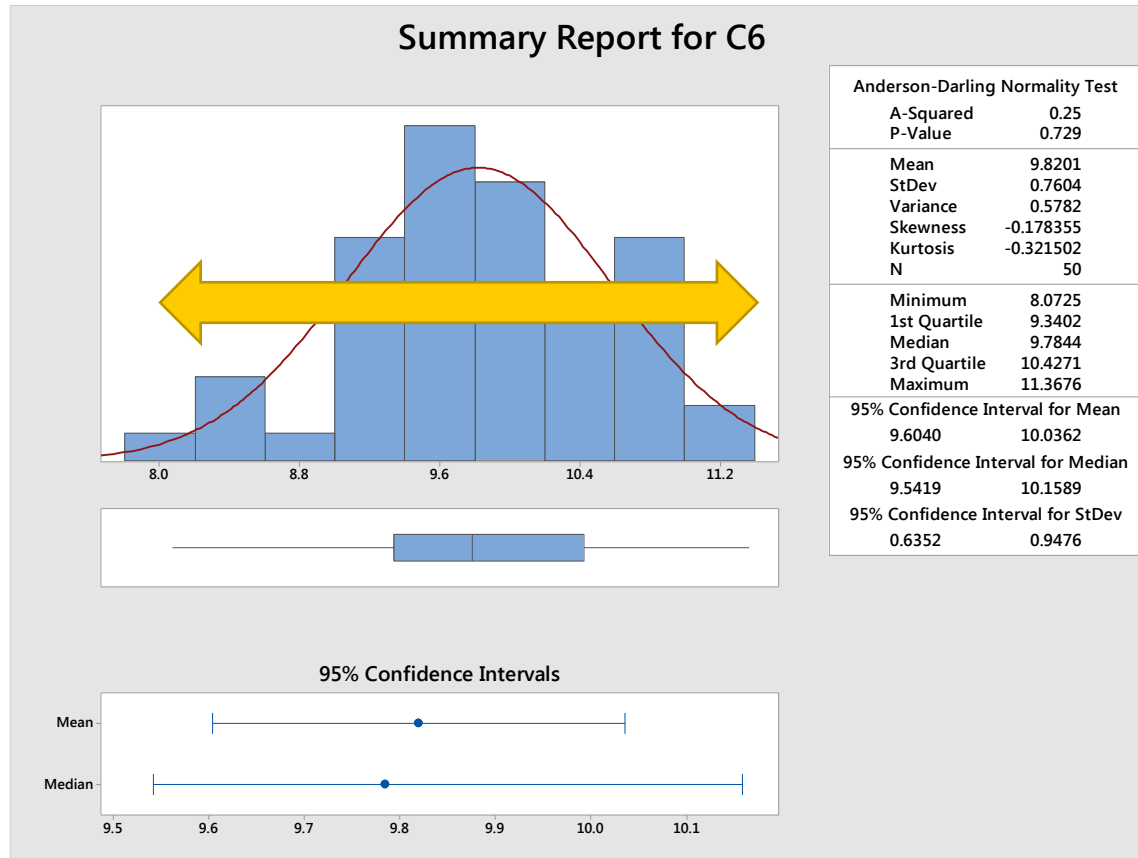
31	4	1
32	8	1
33	5	1
34	7	1
35	2	1
36	8	1
37	10	1
38	9	1
39	1	1
40	1	1

41	6	2
42	9	2
43	10	2
44	5	2
45	1	2
46	4	2
47	7	2
48	7	2
49	8	2
50	2	2

51	1	3
52	9	3
53	5	3
54	2	3
55	9	3
56	4	3
57	7	3
58	10	3
59	8	3
60	6	3

# Osat (näytteet) valittava niin, että niiden arvoalue edustaa tuotantotoimintaa

ts. on pieniä arvoja, suuria arvoja ja keskisuuria arvoja



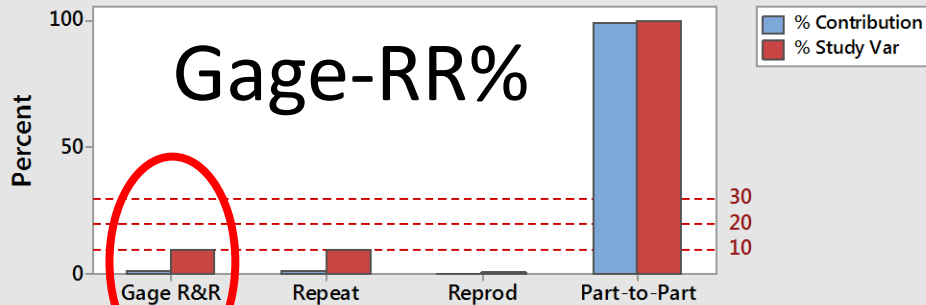


# Gage R&R (Expanded) Report for Uramax

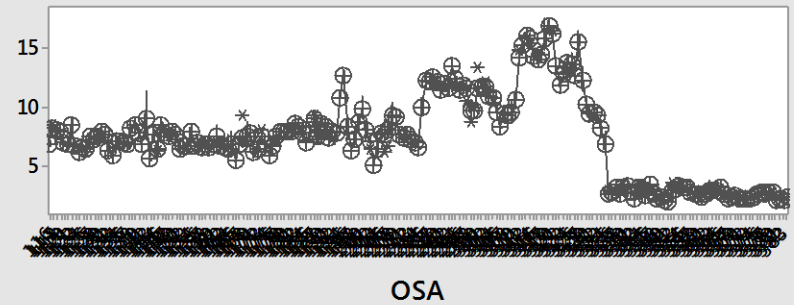
Gage name: PTM-FIN 2014 C1-testin osa  
 Date of study: 26.1.2015

Reported by: Pertti Virtala  
 Tolerance: PANK-menetelmäpäivä  
 Misc:

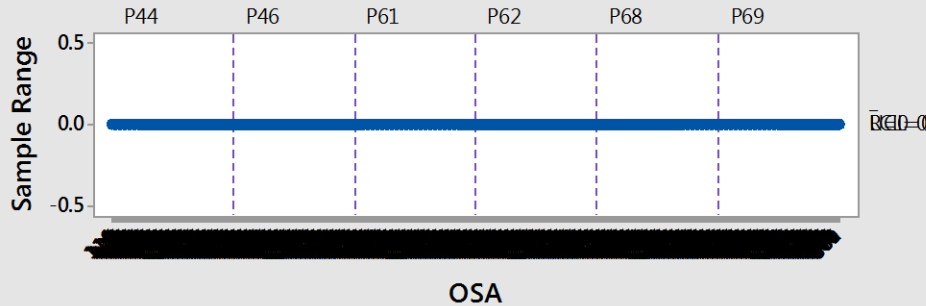
Components of Variation



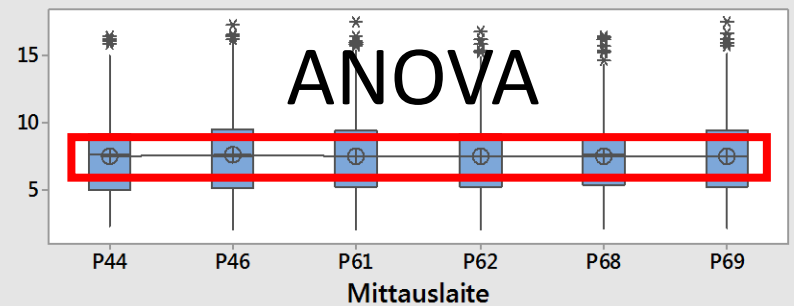
Uramax by OSA



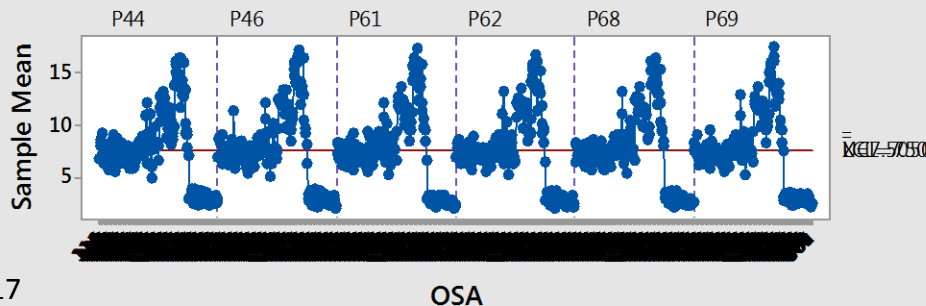
R Chart by Mittauslaite



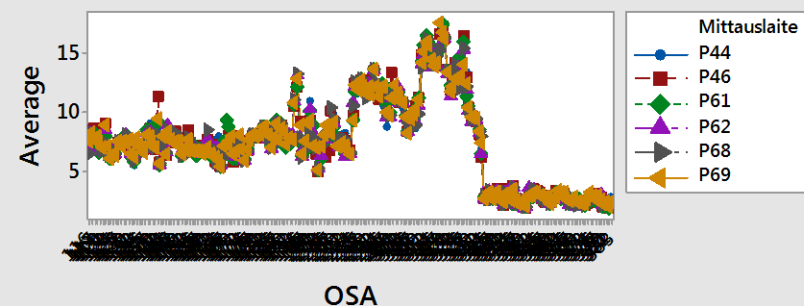
Uramax by Mittauslaite



Xbar Chart by Mittauslaite



OSA \* Mittauslaite Interaction



# Vaihtoehtoinen tapa tarkastella tuloksia

## Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.35027	2.1016	9.78
Repeatability	0.34895	2.0937	9.74
Reproducibility	0.03038	0.1823	0.85
Mittauslaite	0.03038	0.1823	0.85
Part-To-Part	3.56574	21.3944	99.52
OSA	3.56574	21.3944	99.52
Total Variation	3.58290	21.4974	100.00

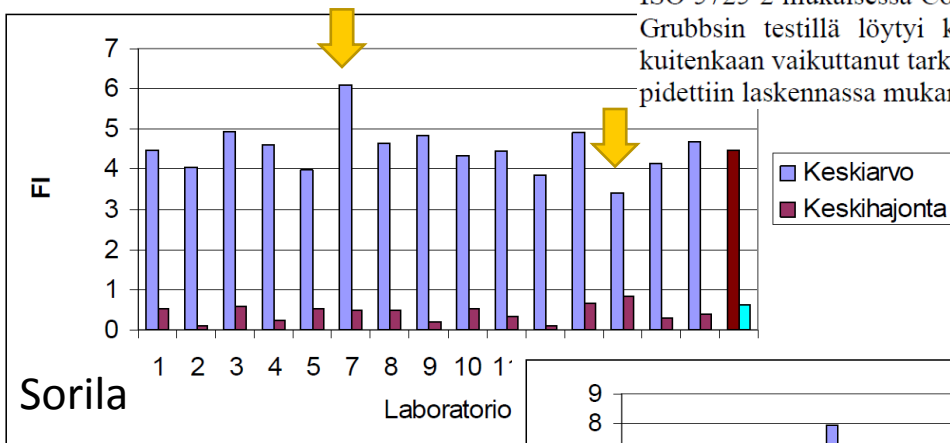
Number of Distinct Categories = 14

# Case kiviainestutkimukset

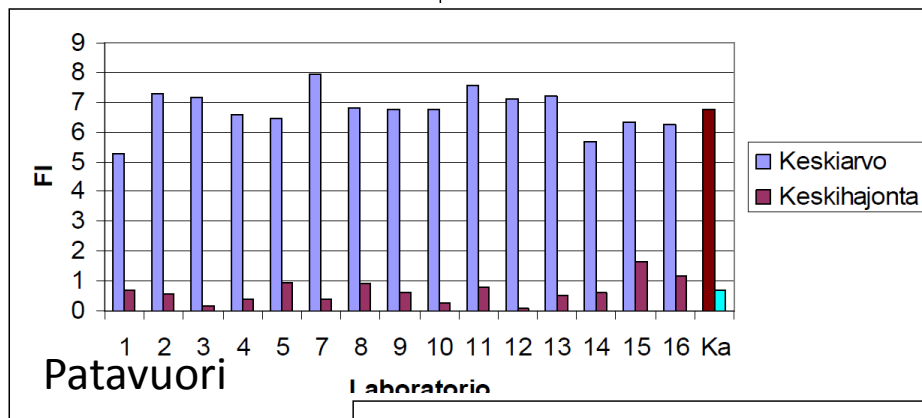
Vertailukokeet 2010

Litteysluku

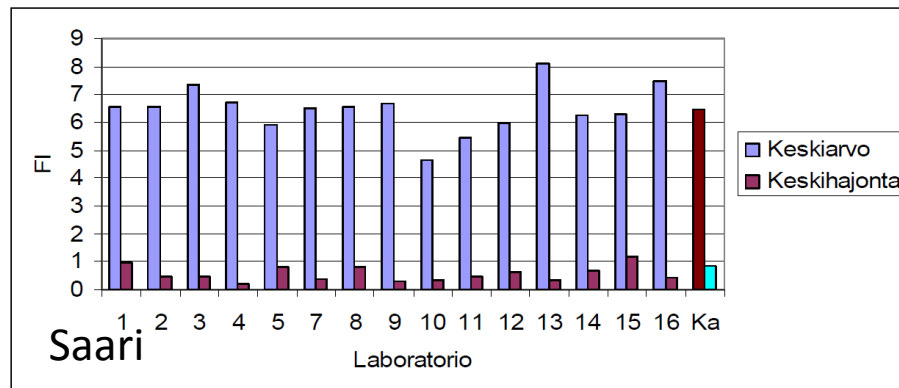
ISO 5725-2 mukaisessa Cochranin testissä ei löytynyt tilastollisesti poikkeavia tai virheellisiä tuloksia, Grubbsin testillä löytyi kolme tilastollisesti poikkeavaa tulosta, näiden tulosten poistaminen ei kuitenkaan vaikuttanut tarkkuuslaskelmilla saatuihin toistettavuuden ja uusittavuuden arvoihin, joten ne pidettiin laskennassa mukana.



Kuva 1. Sorilan kiviaineksen litteyslukutestin laboratorior...



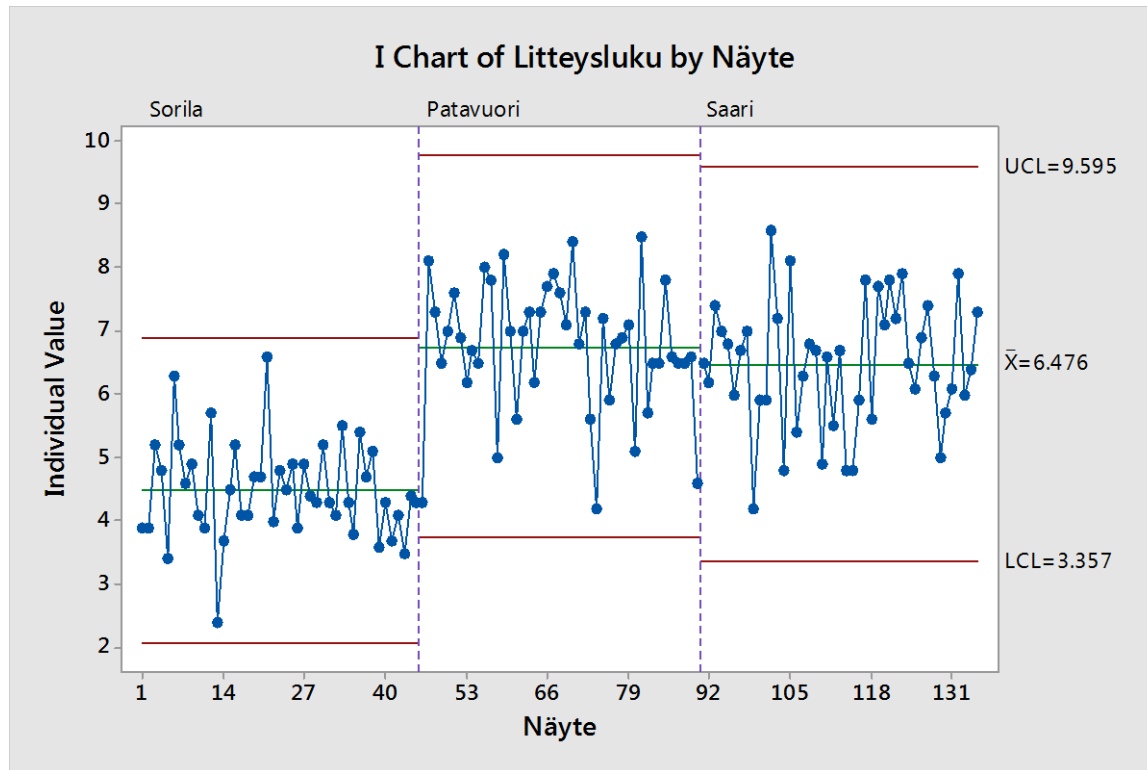
Kuva 2. Patavuoren kiviaineksen litte...



Kuva 3. Saaren kiviaineksen litteyslukutestin laboratoriokohtaiset keskiarvotulokset.

Cochran-testi: OK  
 Grubbs-testi: 3 poikkeamaa

# Litteysluku - stabiilius

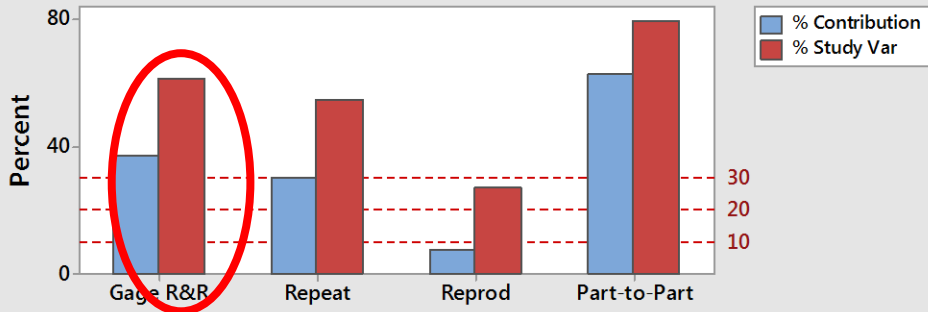


# Gage R&R (Expanded) Report for Litteysluku

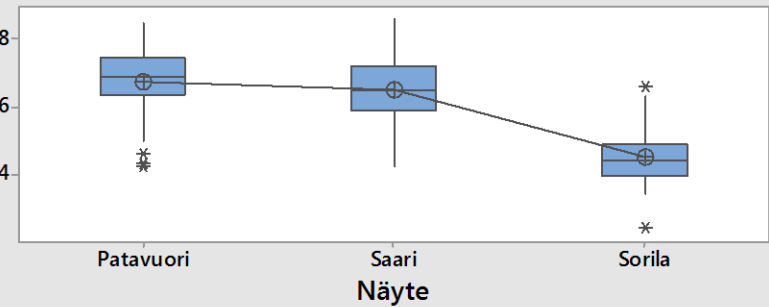
Gage name: Kiviainesten tarkkuustutkimus/2010/PKV  
 Date of study: 28.1.2015

Reported by: P.Virtala  
 Tolerance: GageRR-analysin kokeilua  
 Misc:

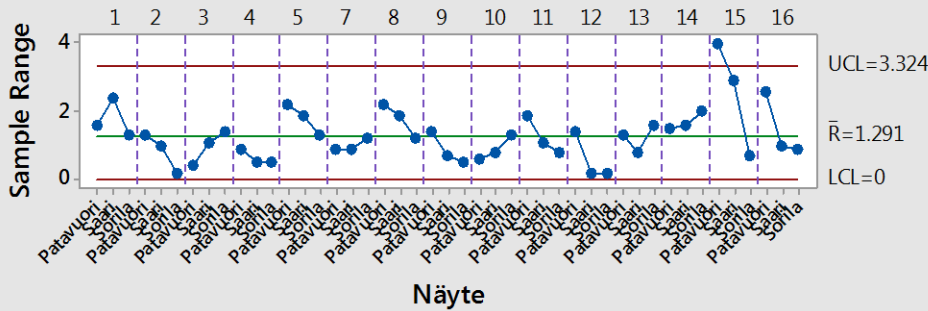
### Components of Variation



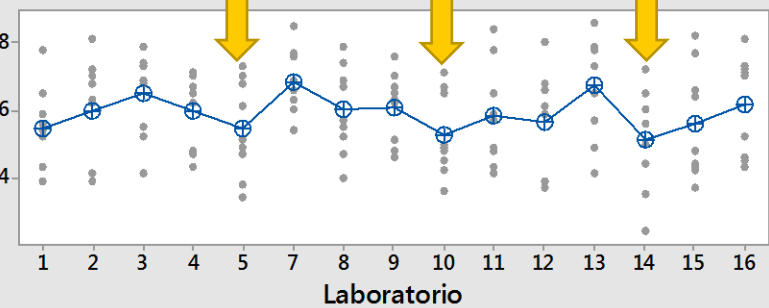
### Litteysluku by Näyte



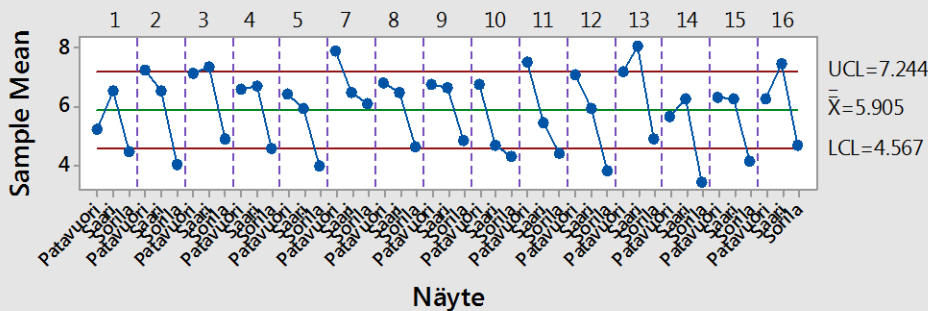
### R Chart by Laboratorio



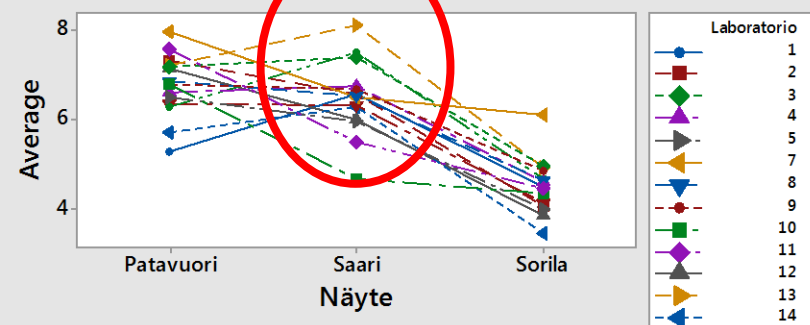
### Litteysluku by Laboratorio



### Xbar Chart by Laboratorio



### Näyte \* Laboratorio Interaction



# Gage-RR analyysi - litteysluku

## Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.95029	5.70174	61.15
Repeatability	0.85077	5.10462	54.74
Reproducibility	0.42337	2.54020	27.24
Laboratorio	0.42337	2.54020	27.24
Part-To-Part	1.22978	7.37866	79.13
Näyte	1.22978	7.37866	79.13
Total Variation	1.55416	9.32494	100.00

Number of Distinct Categories = 1

Huom. Tulosten tarkkuutta tutkittiin hyvin kapealla tulosalueella, mikä on syy tuloksen huonouteen.

# Case kiviainestutkimukset

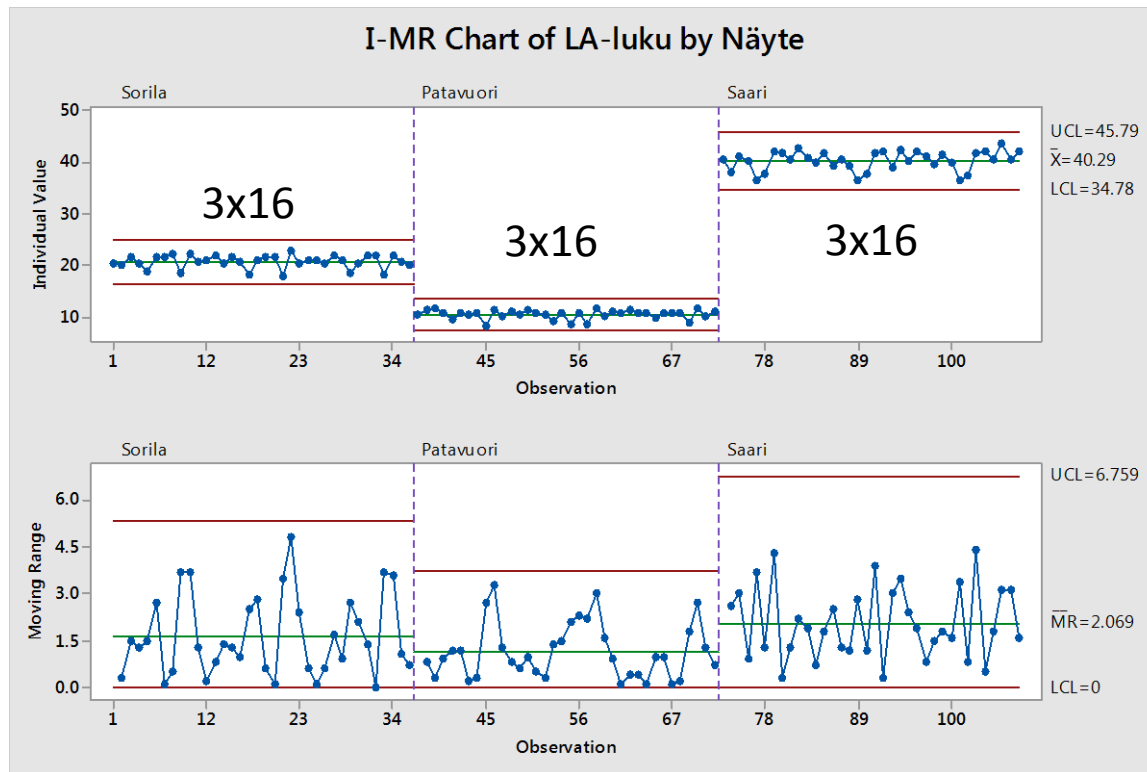
Vertailukokeet 2010

Los Angeles-luku



# LA-luku – mittauksen stabiilius

- Vertailukoeraportti 2010 Pirjo Kuula-Väisänen
- Tutkittu kiviainesten LA-luvun mittaustarkkuuksia
- 3 materiaalia, 16 laboratoriota 3 toistoa

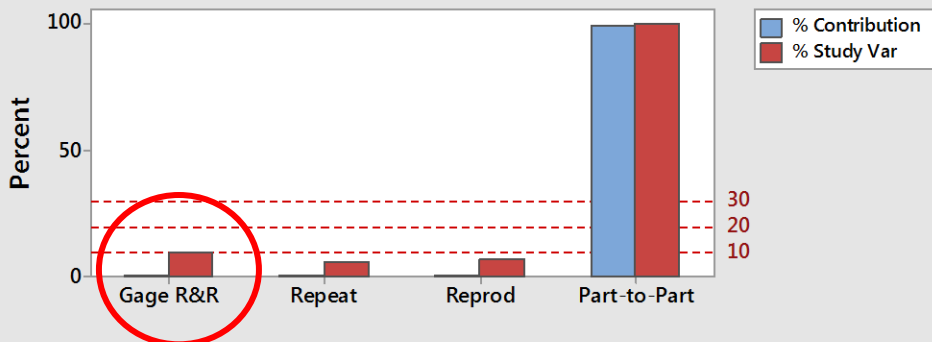


# Gage R&R (Expanded) Report for LA-luku

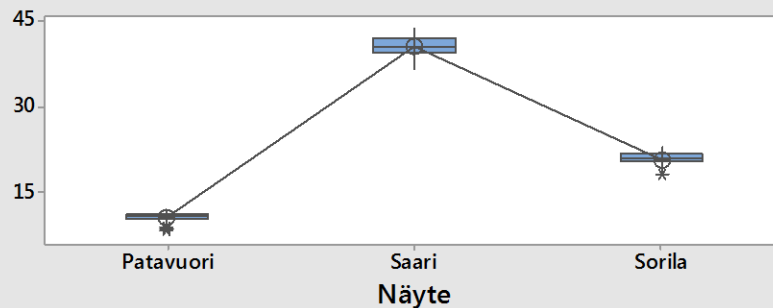
Gage name: Kiviainesten tarkkuustutkimus/2010/PKV  
 Date of study: 28.1.2015

Reported by: P.Virtala  
 Tolerance:   
 Misc: GageRR-analysin kokeilua

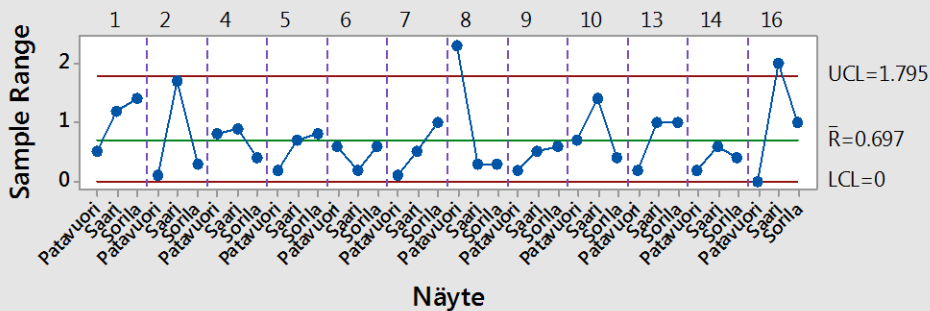
### Components of Variation



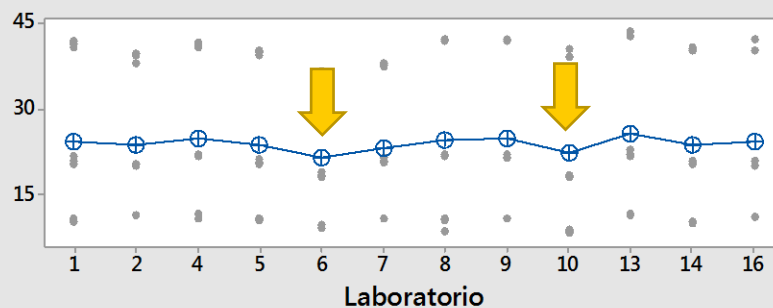
### LA-luku by Näyte



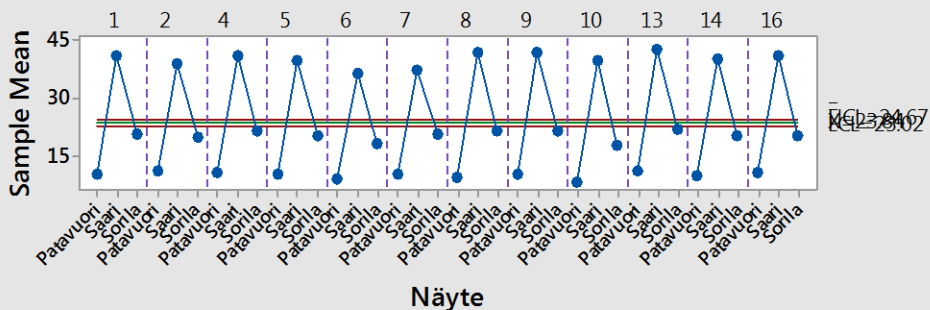
### R Chart by Laboratorio



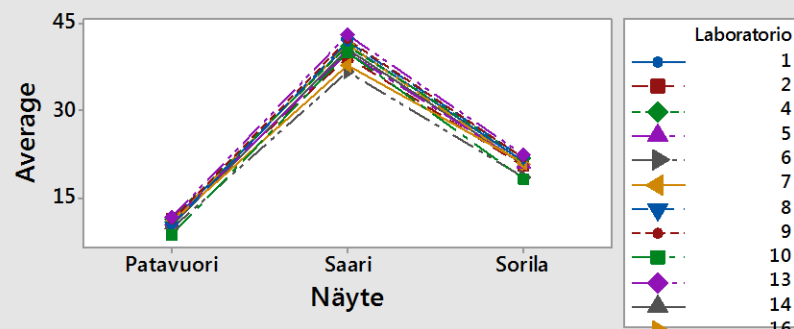
### LA-luku by Laboratorio



### Xbar Chart by Laboratorio



### Näyte \* Laboratorio Interaction



# Gage-RR-analyysi – LA-luku

Gage Evaluation of LA-luku

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	1.4218	8.5310	9.36
Repeatability	0.9032	5.4194	5.95
Reproducibility	1.0981	6.5885	7.23
Laboratorio	1.0981	6.5885	7.23
Part-To-Part	15.1188	90.7128	99.56
Näyte	15.1188	90.7128	99.56
Total Variation	15.1855	91.1131	100.00

Number of Distinct Categories = 14

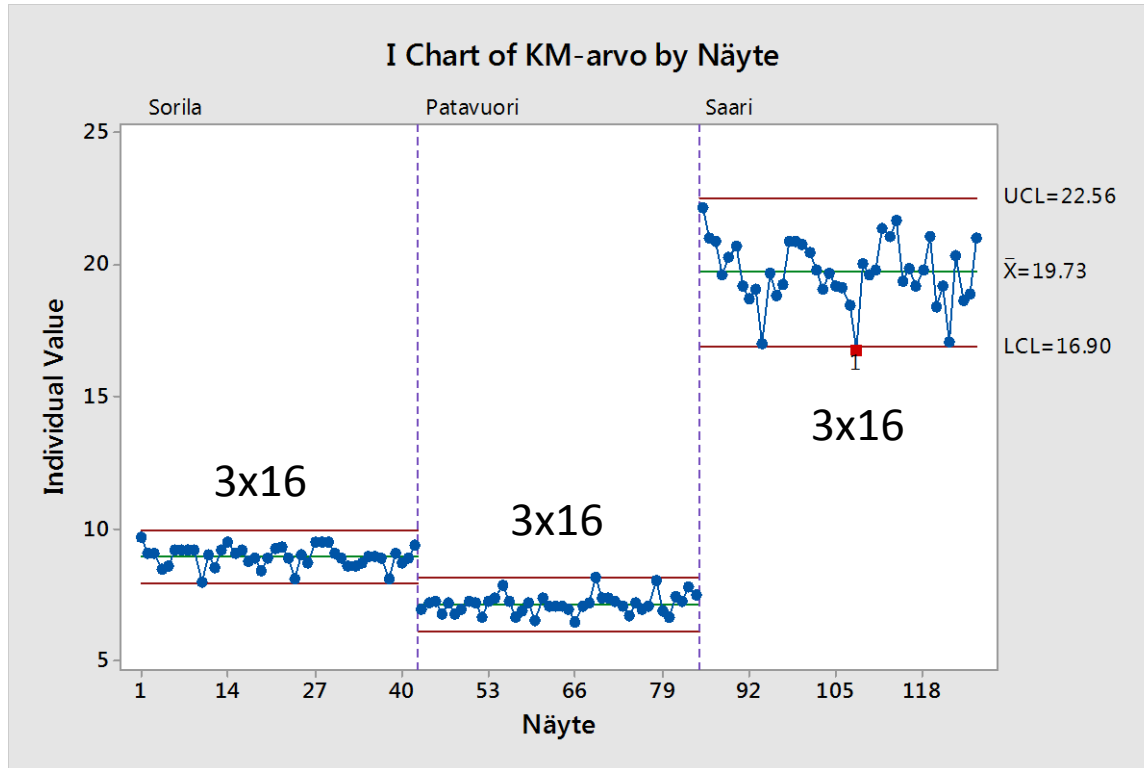
Erinomainen luokittelukyky

# Case kiviainestutkimukset

Vertailukokeet 2010

Kuulamylyarvo

# KM-arvo – mittauksen stabiilius





# Gage-RR -analyysi

Gage Evaluation of KM-arvo

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.77088	4.6253	11.28
Repeatability	r 0.59998	3.5999	8.78
Reproducibility	R 0.48402	2.9041	7.08
Laboratorio	0.48402	2.9041	7.08
Part-To-Part	6.79229	40.7537	99.36
Näyte	6.79229	40.7537	99.36
Total Variation	6.83590	41.0154	100.00

Number of Distinct Categories = 12

# Yhteenveto

Tunnusluku	Stabiilius	Kohdistuvuus	Toimivuus R&R
• Litteysluku	(OK)	-	RR%=61%, EI OK
• LA-luku	OK	-	RR%=9%, OK
• KM-arvo	OK	-	RR%=11%, OK