

Mat-2.4126 Tilastollinen laadunvalvonta

Tentti 12.5.2014 / Mellin

Kirjoita **selvästi** jokaiseen koepaperiin alla mainitussa järjestyksessä:

- Mat-2.4126 Laadunvalvonta / Tentti 12.5.2014 / Mellin
- opiskelijanumero + kirjain
- TEKSTATEN sukunimi, kaikki etunimet
- koulutusohjelma, vuosikurssi
- mahdolliset entiset nimet ja koulutusohjelmat
- nimikirjoitus

Tentissä saa käyttää laskinta ja Mellinin kaava- ja taulukkokokoelmia.

Vastaa lyhyesti ja ytimekkäästi, mutta perustele kuitenkin vastauksesi.

Tehtäviä on 5 kappaletta.

1. Testin voimakkuus.

Pakkaus koneella täytetään laatikoita. Täytettyjen laatikoiden tavoitepainona on 12.5 kg. Laatikoiden paino vaihtelee kuitenkin satunnaisesti jonkin verran. Pientä vaihtelua pidetään hyväksyttävänä, mutta aina välillä pakkaus kone joutuu tilaan, jossa täytettyjen laatikoiden keskimääräinen paino tulee liian pieneksi.

Oletetaan, että täytettyjen laatikon paino on satunnaismuuttuja, joka noudattaa normaali-jakaumaa $N(\mu, \sigma^2)$, jossa $\sigma = 0.8$ kg. Tutkitaan onko laatikoiden keskipaino μ oikea vai tavoitearvoaan 12.5 kg pienempi laskemalla 20 satunnaisesti valitun laatikon painojen aritmeettinen keskiarvo ja testaamalla sen avulla nollahypoteesia $H_0: \mu \geq 12.5$, kun testin merkitsevyytasoksi valitaan 5 % ja vaihtoehtoisena hypoteesina on $H_1: \mu < 12.5$.

- Millä aritmeettisen keskiarvon arvoilla H_0 hylätään?
- Mikä on testin voimakkuus, jos todellisuudessa $\mu = 12.1$?

2. Kontrollikortit muuttujille.

Kuvaa M -, R - ja s -korttien käyttöä laadunvalvonnassa seuraavan esimerkin avulla.

Puolijohteiden valmistuksessa piikiekkoihin sovelletaan ns. kovapaistomenetelmää. Tällöin tapahtuva eristeen leviäminen (*engl.* flow width, mittayksikkönä mikroni) on tärkeä piikiekkojen laadun mittari.

Tavoitteena on selvittää, onko eristeen leviäminen ollut tilastollisissa kontrollissa käyttämällä M -, R - ja s -kortteja. Alustavia otoksia on poimittu 25 kappaletta. Kaikissa otoksissa on otoskokona ollut 5. Otosten (aliryhmien) aikavälinä on ollut 1 tunti. Tiedot alustavista otoksista on tallennettu havainnoksi 1-25 muuttujiin V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 .

Kontrollikorttien muodostamisessa on käytetty apuna apumuuttujia Mean, StdDev ja Range:

Mean = otoskohtainen aritmeettinen keskiarvo

StdDev = otoskohtainen keskihajonta

Range = otoskohtainen vaihteluväli

Apumuuttujien Mean, StdDev ja Range aritmeettiset keskiarvot on annettu seuraavassa taulukossa:

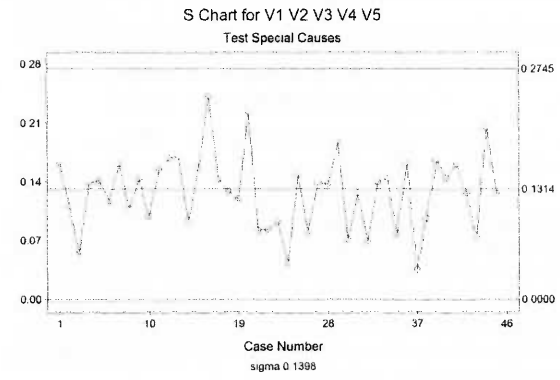
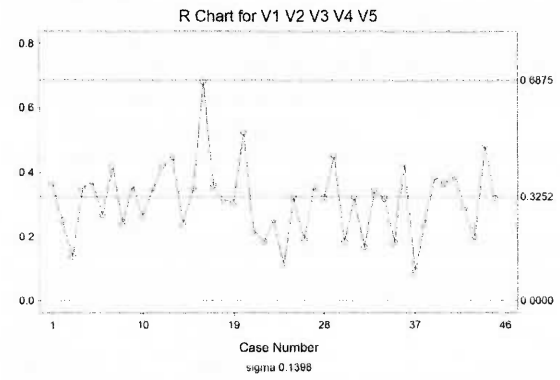
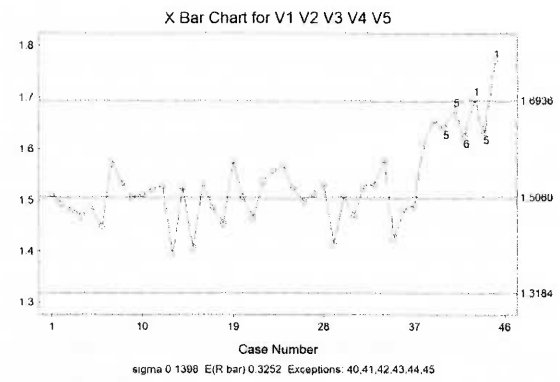
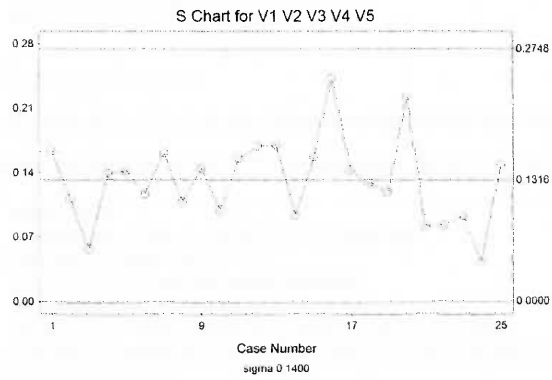
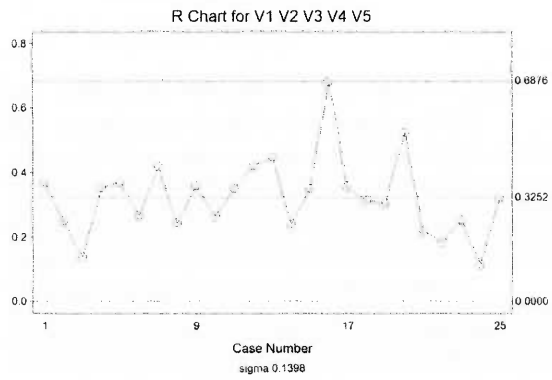
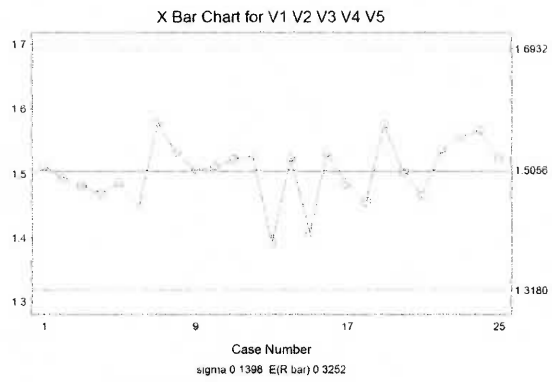
Variable	Mean
Mean	1.5056
StdDev	0.1316
Range	0.3252

Seuraavalla sivulla on annettu alustavien otoksien 1-25 tiedoista piirretyt M -, R - ja s -kortit.

- Selitä, mitkä ovat M -, R - ja s -korttien tehtävät laadunvalvonnassa ja miten kortit on muodostettu.
- Onko prosessi ollut kontrollissa alustavissa otoksissa 1-25?
- Miten estimoit hylättävien piikiekkojen suhteellisen osuuden, jos spesifikaatorajat ovat 1.50 ± 0.5 mikronia?
- Estimoi prosessin kapasiteetti.

Kovapaisto-prosessista kerättiin 20 lisäotosta, joita koskevat tiedot on tallennettu havainnoiksi 26-45 muuttujiin V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 . Lisäotoksia koskevat tiedot on piirretty jatkoksi alustavien otoksien 1-25 perusteella muodostettuihin kortteihin. Myös nämä kortit on annettu alla.

- Onko prosessi ollut kontrollissa lisäotoksissa 26-45?



3. 1-suuntainen varianssianalyysi.

Kuvaa 1-suuntaisen varianssianalyysin käyttöä laadunvalvonnassa seuraavan esimerkin avulla.

Kokeessa tutkittiin suihkusuuttimen reikien koon vaikutusta vedestä vapautuvan radonkaasun määrään. Kokeessa käytettiin radon-pitoista vettä ja suihkusuuttimia, joiden reikien koot (yksikkönä mm) olivat 0.37, 0.51, 0.71, 1.02, 1.40, 1.99. Kullakin reikäkoolla tehtiin 4 koetta ja kokeesta rekisteröitiin vapautuneen radonin määrä prosentteina.

Koetuloksista tehtiin 1-suuntainen varianssianalyysi, johon liittyvät Statistix-tulosteet on annettu alla.

- Mikä on ollut suoritetun varianssianalyysin tavoite?
- Mitä johtopäätöksiä varianssianalyysin tulosten perusteella voidaan tehdä?
- Mitä tarkoitetaan varianssianalyysihajotelmalla? Mikä on hajotelman rooli varianssianalyysissa? Mitkä ovat hajotelman osat ao. tulostuksessa? Mikä on hajotelmaan liittyvän F -testisuureen rooli ja miten sen arvo on laskettu? Mikä on tehdyn F -testin tulos?
- Alla on tulokset myös varianssianalyysin kohteena olleiden muuttujien normaalisuuden testaamisesta. Miksi testit on tehty? Selitä tehdyn testin idea.
- Alla on tulokset myös ns. Bartlettin testistä. Miksi testi on tehty? Mikä on testin tulos?
- Mikä on sovitetun mallin residuaalien normaalipaperipiirroksen ja siihen liittyvän normalisuustestin rooli? Mikä on residuaaleille tehdyn normalisuustestin tulos?
- Ao. tulostusten joukossa on myös seuraavat kuviot: Box and Whisker Plot ja Error Bar Chart. Selitä, miten kuviot kuvastavat tehtyä varianssianalyysia.

	d037	d051	d071	d102	d140	d199
N	4	4	4	4	4	4
Sum	331	308	300	287	260	251
Lo 95% CI	79.470	73.325	72.095	66.493	59.337	58.368
Mean	82.750	77.000	75.000	71.750	65.000	62.750
Up 95% CI	86.030	80.675	77.905	77.007	70.663	67.132
SD	2.0616	2.3094	1.8257	3.3040	3.5590	2.7538
Variance	4.2500	5.3333	3.3333	10.917	12.667	7.5833
SE Mean	1.0308	1.1547	0.9129	1.6520	1.7795	1.3769
Minimum	80.000	75.000	73.000	67.000	62.000	60.000
1st Quart	80.750	75.000	73.250	68.250	62.000	60.250
Median	83.000	77.000	75.000	73.000	64.500	62.500
3rd Quart	84.500	79.000	76.750	74.000	68.500	65.500
Maximum	85.000	79.000	77.000	74.000	69.000	66.000
Skew	-0.4118	0.0000	0.0000	-0.9004	0.1537	0.1866
Kurtosis	-0.9619	-2.0000	-1.6400	-0.9103	-1.7978	-1.6044

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
d037	4	0.9261	0.5719
d051	4	0.7286	0.0239
d071	4	0.9497	0.7143
d102	4	0.8078	0.1170
d140	4	0.8378	0.1892
d199	4	0.9393	0.6499

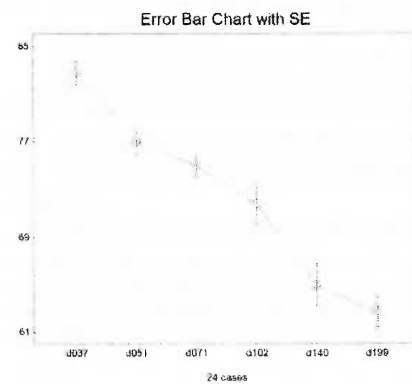
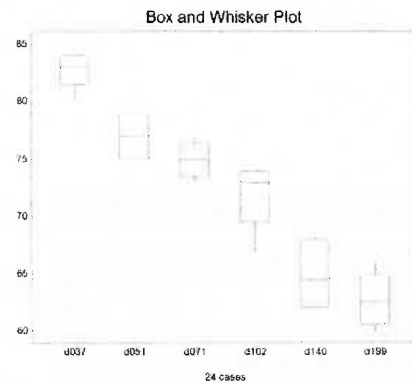
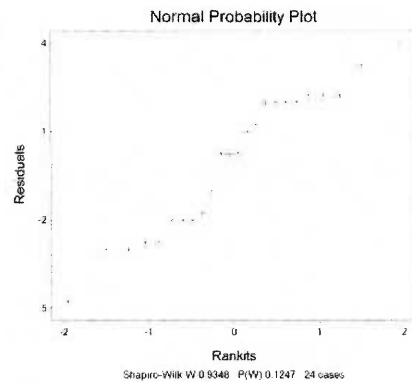
One-Way AOV for: d037 d051 d071 d102 d140 d199

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	5	1133.38	226.675	30.9	0.0000
Within	18	132.25	7.347		
Total	23	1265.63			

Grand Mean	72.375	CV	3.75
Bartlett's Test of Equal Variances	Chi-Sq	DF	P
	1.82	5	0.8733
Cochran's Q	0.2873		
Largest Var / Smallest Var	3.8000		

Component of variance for between groups	54.8319
Effective cell size	4.0

Variable	Mean
d037	82.750
d051	77.000
d071	75.000
d102	71.750
d140	65.000
d199	62.750
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	1.3553
Std Error (Diff of 2 Means)	1.9167



4. Hotellingin T^2 -kortti.

Kuvaa *Hotellingin T^2 -kortin* käyttöä laadunvalvonnassa seuraavan esimerkin avulla.

Tekstiilikuidun vetolujuus ja halkaisija ovat tärkeitä kuidun laadun karakteristikoita, joita valvotaan samanaikaisesti. Tekstiilitehtaan laadunvalvontaosasto on poiminut kuiduista 20 kappaletta alustavia otoksia otoskoolla 10.

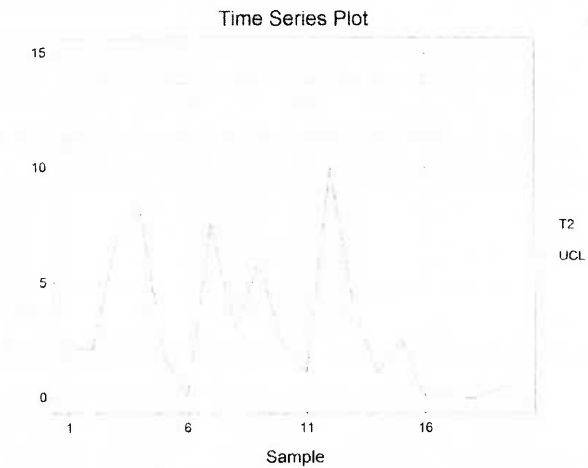
Yhteenvetotiedot alustavista otoksista on tallennettu havainnoiksi 1-20 seuraaviin muuttujiin: muuttujien m1 (vetolujuus) ja m2 (halkaisija) arvoina ovat otoskeskiarvot, muuttujien s11 ja s22 arvoina ovat vastaavat otosvarianssit ja muuttujan s12 arvoina ovat otoskovarianssit.

Tavoitteena on tutkia T^2 -kortin avulla onko prosessi kontrollissa.

Muuttujien m1, m2, s11, s22, s12 *aritmeettiset keskiarvot* on annettu alla olevassa taulukossa:

Descriptive Statistics				
Variable	N	Mean	Minimum	Maximum
m1	20	115.59	114.90	116.21
m2	20	1.0580	0.9900	1.1100
s11	20	1.2290	1.0100	1.4500
s22	20	0.8290	0.5500	0.9500
s12	20	0.7885	0.6800	0.9500

Näiden tietojen perusteella muodostettu T^2 -kortti alustavista otoksista 1-20 on alla.



- Selitä, mikä on T^2 -kortin rooli laadunvalvonnassa ja miten kortti on muodostettu.
- Onko prosessi ollut kontrollissa alustavissa otoksissa 1-30?

5. Hyväksymisotanta.

Kuvaa *hyväksymisotannan* tehtäviä ja suorittamista laadunvalvonnassa.