Mat-2.2104 Tilastollisen analyysin perusteet

Tentti 8.5.2008/Virtanen

Kirjoita selvästi jokaiseen koepaperiin alla mainitussa järjestyksessä:

- Mat-2.2104 TAP 8.5.2008
- opiskelijanumero + kirjain
- TEKSTATEN sukunimi ja kaikki etunimet
- koulutusohjelma ja vuosikurssi
- mahdolliset entiset nimet ja koulutusohjelmat
- nimikirjoitus

OHJEITA

(i) **Tehtäviä on 5 kpl.**

(ii) **Yhden tehtävistä saa korvata tämän kevään harjoitustyöllä. Korvattava tehtävä on ilmaistava vastauspaperissa selvästi kokonaislukuna.**

(iii) **Vastaa lyhyesti ja ytimekkäästi, mutta esitä niin paljon perusteluita, että vastauksestasi saa selville mitä ja miksi olet tehnyt.**

(iv) **Tentissä saa käyttää laskinta ja Lainisen tai Mellinin kaava- ja taulukkokokoelmaa.**

1. Komeltasadalta mieheltä ja kolmeltasadalta naiselta kysyttiin mielipidettä siitä, että saako Suomi mitalin meneillään olevissa jääkiekon mm-kisoissa. Miehistä 169 ja naisista 125 uskoi mitaliin (Kyllä), miehistä 102 ja naisista 144 ei uskonut mitaliin (Ei) ja miehistä 29 ja naisista 31 ei ottanut kantaa Suomen menestykseen (Eios). Kyselyn tekijä halusi tutkia tilastollisesti sitä, että onko miesten ja naisten mielipidejakaumissa eroa. Alla on annettu tähän ongelmaan liittyen Statistix-tulostus.

```
Statistix 8.1                                                    5/2/2008,
11:14:01 AM
```

Case		Variable Ei	Eios	Kylla	
1	Observed	31	144	125	300
	Expected	30.00	??????	147.00	
	Cell Chi-Sq	0.03	3.59	3.29	
2	Observed	29	102	169	300
	Expected	30.00	123.00	147.00	
	Cell Chi-Sq	????	3.59	3.29	
		60	246	294	???

```
Overall Chi-Square     ?????
P-Value                0.0010
Degrees of Freedom        ???

Cases Included 6     Missing Cases 0
```

Huomautus:

Paholainen halusi estää vastaamisesi ja korvasi osan tulostuksen luvuista kysymysmerkeillä. Paholainen ei kuitenkaan tiennyt, että puuttuvat luvut voidaan laskea jäljelle jääneistä luvuista.

Puuttuvat luvut ovat *havaintojen kokonaislukumäärä*, solun (Naiset, Eios) *odotettu frekvenssi*, *solun* (Miehet, Ei) χ^2*-arvo*, koko frekvenssitaulua vastaava χ^2*-testisuureen arvo* ja *vapausasteiden lukumäärä*.

Tehtävät:

(a) Mitä testiä sovellettiin? Kuvaa testiä ja sen käyttöä lyhyesti.

(b) Laske puuttuvat luvut.

(c) Tee johtopäätökset tilastollisen analyysin tuloksista. Erosiko naisten ja miesten mielipiteet toisistaan tilastollisesti merkittävästi?

(d) Eräs toinen testi tehdään teknisesti samaan tapaan kuin tehtävässä sovellettu testi. Mikä tämän toisen testin nimi on ja mitä tässä toisessa testissä testataan?

2. Suomen mm-lätkäjoukkueen jäsenten keskuudessa syntyi erimielisyyttä siitä, että onko alkoholilla vaikutusta autonkuljettajan reaktioaikaan hätäjarrutustilanteessa. Joukkuen kapteenisto päätti selvittää asian siten, että joukkeen GM Kari Jurri lähetettiin ostamaan yksi iso pullo alkoholia, Ruotsin mm-joukkueesta poimittiin satunnaisesti 21 pelaajaa ja paikalliselta taksisuharilta vuokrattiin auto. Tämän jälkeen kunkin koehenkilön reaktioaika mitattiin Halifax Metro Centre -jäähallin edessä suoritetussa ajokokeessa sekä ennen alkoholin nauttimista (tulostuksissa "Ennen") että painoon verrannollisen alkoholimäärän nauttimisen jälkeen (tulostuksissa "Jälkeen").

Suomen maajoukkueen kapteenistolla ei ollut -yllättäen- mitään käsitystä tilastomenetelmistä, joten he kääntyivät asiassa sinun puoleen. Ongelmanasi on testata 5 %:n merkitsevyystasoa käyttäen nollahypoteesia H_0, jonka mukaan alkoholilla ei ole vaikutusta reaktioaikaan, kun vaihtoehtoisena hypoteesina on, että alkoholilla on vaikutusta reaktioaikaan.

Alla on annettu yllä esitettyyn ongelmaan liittyen neljä Statistix-ohjelman tulostusta.

Tulostus 2.1:

Statistix 8.1 Jarrutusaika, 5/2/2008,
11:56:30 AM

Two-Sample T Tests for Ennen vs Jalkeen

Variable	Mean	N	SD	SE
Ennen	0.6967	21	0.0450	9.82E-03
Jalkeen	0.7433	21	0.0734	0.0160
Difference	-0.0467			

Null Hypothesis: difference = 0.05
Alternative Hyp: difference <> 0.05

				95% CI for Difference	
Assumption	**T**	**DF**	**P**	**Lower**	**Upper**
Equal Variances	-5.15	40	0.0000	-0.0846	-8.71E-03
Unequal Variances	-5.15	33.2	0.0000	-0.0849	-8.47E-03

	F	DF	P
Test for Equality of Variances	2.66	20,20	0.0170

Cases Included 42 Missing Cases 2

Tulostus 2.2:

Statistix 8.1 Jarrutusaika, 5/2/2008,
11:54:33 AM

Paired T Test for Ennen - Jalkeen

Null Hypothesis: difference = 0.05
Alternative Hyp: difference <> 0.05

Mean	-0.0467
Std Error	0.0132
Mean - H0	-0.0967
Lower 95% CI	-0.1242
Upper 95% CI	-0.0692
T	-7.33
DF	20
P	0.0000

Cases Included 21 Missing Cases 1

Tulostus 2.3:

Statistix 8.1 Jarrutusaika, 5/2/2008,
12:04:31 PM

Wilcoxon Rank Sum Test for Ennen VS Jalkeen

Variable	Rank Sum	N	U Stat	Mean Rank
Ennen	368.00	21	137.00	17.5
Jalkeen	535.00	21	304.00	25.5
Total	903.00	42		

Normal Approximation with Corrections for Continuity and Ties 2.094
Two-tailed P-value for Normal Approximation 0.0363

Total number of values that were tied 28
Maximum difference allowed between ties 0.00001

Cases Included 42 Missing Cases 2

Tulostus 2.4:

Statistix 8.1 Jarrutusaika, 5/2/2008,
12:06:53 PM

Wilcoxon Signed Rank Test for Ennen - Jalkeen

Sum of Negative Ranks -181.00
Sum of Positive Ranks 29.000

Exact probability of a result as or more extreme
than the observed ranks (one-tailed p-value) 0.0016

Normal Approximation with Continuity Correction 2.819
Two-tailed P-value for Normal Approximation 0.0048

Total number of values that were tied 15
Number of zero differences dropped 1
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 20 Missing Cases 2

Tehtävät:

(a) Tulostuksessa 2.1 on sovellettu *t*-testiä (josta on kaksi versiota) ja *F*-testiä. Esittele testit: Kerro mitä on testattu ja mitkä olivat testien tulokset.

(b) Tulostuksessa 2.2 on sovellettu *t*-testiä.
Esittele testi: Kerro mitä on testattu ja mikä oli testi tulos.

(c) Vain toinen tulostuksissa 2.1 ja 2.2 sovelletuista *t*-testeistä sopii tehtävän tilanteeseen. Kumpi? Perustele valintasi.

(d) Tulostuksessa 2.3 on sovellettu Wilcoxonin rankisummatestiä (Mannin ja Whitneyn testi).
Esittele testi: Kerro mitä on testattu ja mikä oli testin tulos.

(e) Tulostuksessa 2.4 on sovellettu Wilcoxonin rankitestiä.
Esittele testi: Kerro mitä on testattu ja mikä oli testi tulos.

(f) Vain toinen tulostuksissa 2.3 ja 2.4 sovelletuista testeistä sopii tehtävän tilanteeseen. Kumpi? Perustele valintasi.

3. Suomen mm-joukkue halusi selvittää YLEn selostaja Mantero Ertarannan pyynnöstä Halifax Metro Centre -jäähallissa käytettävissä olevien kansainväliseen kuvasignaaliin yhdistettävän äänen äänentoistolaitteistojen vaikutuksen Suomessa tv:stä kuultavaan selostusäänen möreyteen. Selvitystä varten joukkueen johto (Utila & Jurri) hiipi hämärän turvin jäähallille ja valitsi testattavaksi kaksi mikseriä (Miksi ja Möksi) ja kaksi mikrofonia (Mikki ja Mökki). Jurri selosti jokaisella mikseri-mikrofoni-kombinaatiolla saman simuloidun maalin kolme kertaa, joten jokaisesta kombinaatiosta saatiin kolme Jurrin äänen möreyshavaintoa.

Tulokset kokeesta (Jurrin äänen möreys; GHz) on annettu alla olevassa taulukossa.

Jurrin äänen möreys (GHz)		Mikrofoni	
		Mikki	Mökki
Mikseri	Miksi	30	16
		26	9
		16	11
	Möksi	22	6
		12	10
		14	8

Koetulosten perusteella haluttiin siis selvittää millaisia vaikutuksia mikrofonilla ja mikserillä on Jurrin äänen möreyteen.

Statistix-tulostus tehdystä tilastollisesta analyysista on annettu alla.

Huomautus:

Painovirhepaholainen halusi estää vastaamisesi ja korvasi osan tulostuksen luvuista kysymysmerkeillä. Paholainen ei kuitenkaan tiennyt, että osaat kyllä määrätä puuttuvat luvut.

Puuttuvat luvut ovat *jäännösneliösumma, kaikkien neliösummien vapausasteet, keskineliövirheet* (MS) sekä *F-testisuureiden arvot.*

Tulostus 3.1:

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
MIKSERI (A)	??	108.000	???????	?????	0.0678
MIKROFONI (B)	??	300.000	???????	?????	0.0079
A*B	??	12.000	???????	?????	0.5017
RESIDUAL	??	???????	???????		
TOTAL	??	614.000			

Tehtävät:

(a) Mitä tilastollista menetelmää on käytetty?
Kuvaa käytetyn menetelmän tavoitetta lyhyesti.

(b) Miksi käyetyn menetelmän nimi on harhaanjohtava? Mistä menetelmän nimi johtuu?

(b) Mitkä ovat menetelmällä testatut nollahypoteesit?

(c) Laske tulostuksen 3.1 puuttuvat luvut.

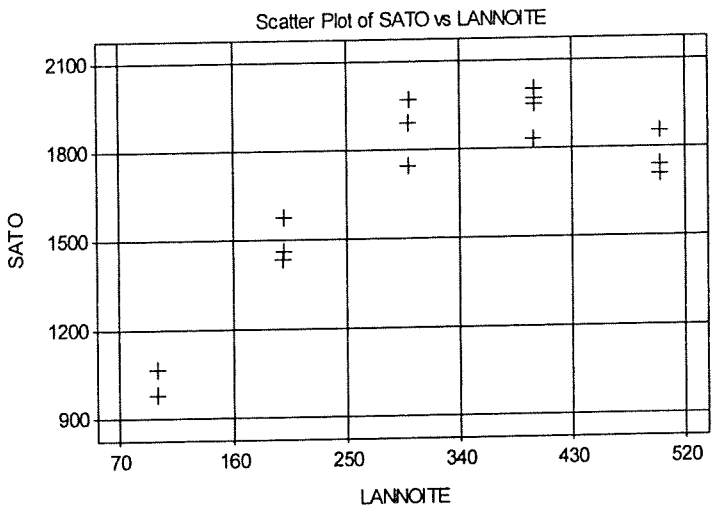
(e) Tee johtopäätökset tulostuksesta 3.1.

(f) Tehtävässä tarkasteltu koeastelma voitaisiin analysoida myös lineaarisen regressiomallin avulla. Jos näin tehtäsiin, mikä tekijä olisi regressiomallin selitettävä muuttuja ja mitkä tekijät selittäviä muuttujia? Mitä erikoista tällaisen regressiomallin selittäviin muuttujiin liittyy?

4. Äänentoistokaluston testausyön jälkeisenä päivänä Suomen joukkueen johdon piti valita seuraavassa pelissä käytettävä pelipaita. Joukkueen johto ei päässyt yksimielisyyteen sopivasta paidasta ja tämän takia Suomi vetäytyi mm-kisoista. Tästä suivaantuneena joukkueen kapteeni Pille Veltonen päätti lopettaa jääkiekkouran ja alkaa luumuviljeliäksi. Ensi töikseen Veltonen tutki eräässä luumuviljelykokeessa käytetyn lannoiteaineen määrän (LANNOITE; kg/ha) vaikutusta vehnän satoon (SATO; kg/ha). Kokeessa oli mukana 15 samanlaista peltolohkoa, joille käytetyt lannoiteaineen määrät arvottiin. Lohkoihin kohdistettiin kaikissa muissa suhteissa samanlaiset käsittelyt.

Tutkimustulokset ja sadon riippuvuutta lannoiteaineen määrästä kuvaava pistediagrammi on annettu alla.

CASE	LANNOITE	SATO
1	100	980.64580
2	100	1061.6804
3	200	1573.1315
4	200	1462.7448
5	200	1435.8953
6	300	1740.4902
7	300	1969.8052
8	300	1885.9458
9	400	1947.5419
10	400	1829.8867
11	400	1971.5341
12	400	2002.9903
13	500	1851.4186
14	500	1740.7020
15	500	1706.3952



Sadon riippuvuutta käytetyn lannoiteaineen määrästä tutkittiin lineaarisella regressioanalyysilla, jossa muuttujan SATO selittäjinä käytettiin lannoiteaineen määrää (LANNOITE) ja lannoiteaineen määrän neliötä (LANNOITE2) ja vakiota. Estimointitulokset on annettu seuraavalla sivulla.

Huomautus:

Painovirhepaholainen, joka halusi estää vastaamisen, korvasi osan tulostuksen luvuista kysymysmerkeillä.

Onneksi paholainen ei osannut tilastotiedettä ja ei siksi tiennyt, että puuttuvat luvut voidaan helposti laskea jäljelle jääneistä luvuista.

Puuttuvat luvut ovat estimoidun mallin muuttujaa LANNOITE vastaava *t-testisuureen arvo*, *selitysaste*, *mallineliösumma* (regressioneliösumma) ja sitä *vastaava keskineliövirhe* sekä *F-testisuureen arvo*.

Statistix 8.1 Simpleregressio, 5/2/2008,
1:29:14 PM

Unweighted Least Squares Linear Regression of SATO

Predictor Variables	Coefficient	Std Error	T	P	VIF
Constant	199.687	130.603	????	0.1522	
LANNOITE	9.34623	0.95789	9.76	0.0000	30.9
LANNOITE2	-0.01244	0.00153	-8.12	0.0000	30.9

R-Squared	??????	Resid. Mean Square (MSE)	8224.18
Adjusted R-Squared	0.9199	Standard Deviation	90.6873

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	???????	??????	?????	0.0000
Residual	12	98690	8224		
Total	14	1436706			

Cases Included 15 Missing Cases 0

Tehtävät:

(a) Mistä Veltonen keksi ottaa mallin selittäjäksi lannoitteen määrän lisäksi myös lainnoitteen määrän neliön?

(b) Laske tulostuksesta puuttuvat luvut.

(c) Missä tulostuksessa on esitetty estimoidun mallin varianssianalyysi-hajotelma? Esitä myös hajotelman tulkinta.

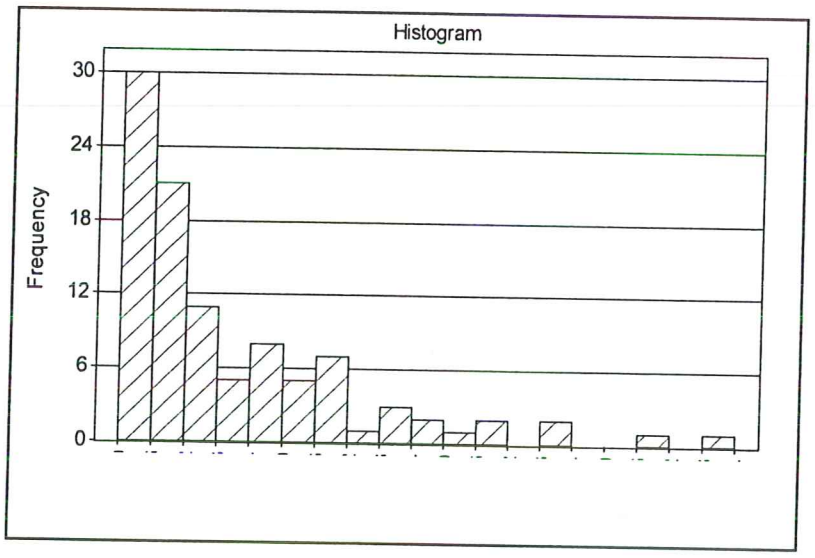
(d) Mitä tarkoittavat tulostuksessa esiintyvät VIF-luvut?

(e) Ovatko kaikki mallin regressiokertoimet merkitseviä 1 %:n merkitsevyystasolla?

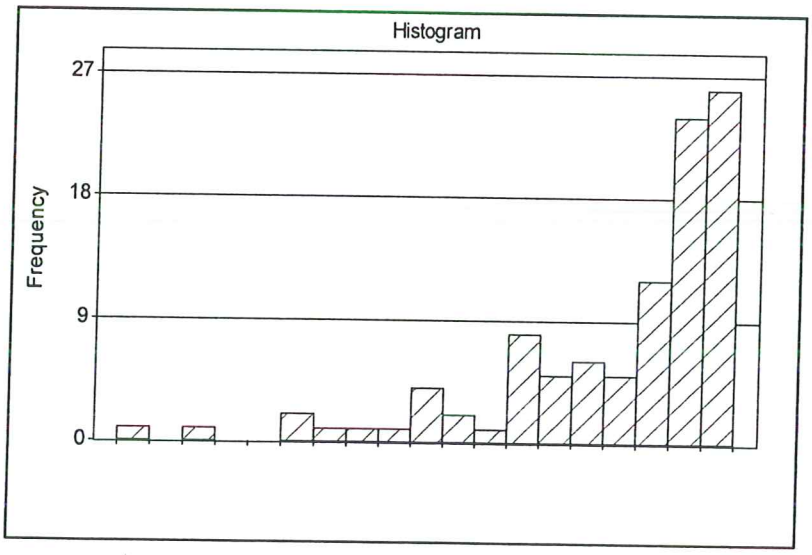
(f) Mikä on suureiden `R-SQUARED` ja `ADJUSTED R-SQUARED` ero? Mitä johtopäätöksiä voit tehdä tulostuksen F-testistä?

5.1. Alla on esitetty histogrammit kahdesta aineistosta:

Kuvio 1



Kuvio 2



Histogrammi 1 on vino *oikealle*, Histogrammi 2 on vino *vasemmalle*.

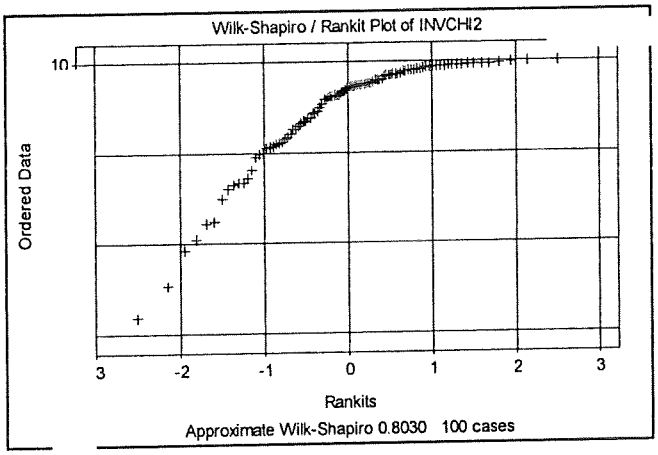
(a) Aineistoista laskettiin myös niiden aritmeettiset keskiarvot, mediaanit ja vinoudet. Tulokset on annettu alla olevassa taulukossa.

```
STATISTIX FOR WINDOWS

DESCRIPTIVE STATISTICS

VARIABLE            MEAN        MEDIAN          SKEW
A                 2.0878        1.1429        1.7359
B                 7.9122        8.8571       -1.7359
```

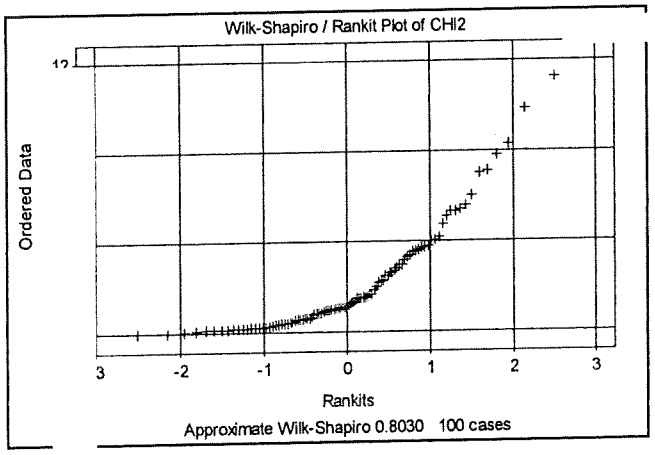
Tehtävä: Päättele tulostuksista kumpi muuttujista A ja B liittyy Kuvion 1 histogrammiin ja kumpi Kuvion 2 histogrammiin.

(b) Aineistoista muodostettiin myös ns. Rankit Plot –kuviot:

Kuvio 3



Kuvio 4



Tehtävä: Kumpi kuvioista liittyy Kuvion 1 histogrammiin ja kumpi Kuvion 2 histogrammiin?

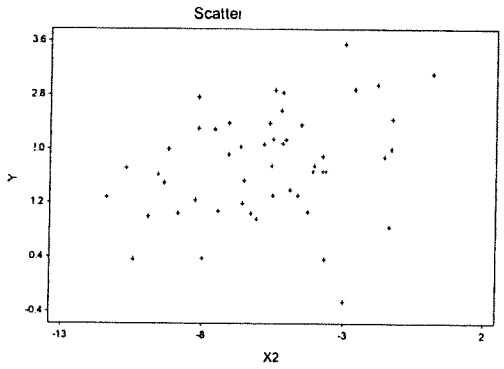
5.2. Alla on esitetty neljä kahden muuttujan pistediagrammia, joihin liittyvät otoskorrelaatiokertoimet ovat *umpimähkäisessä järjestyksessä*

–0.79, -0.003, 0.95, 0.29

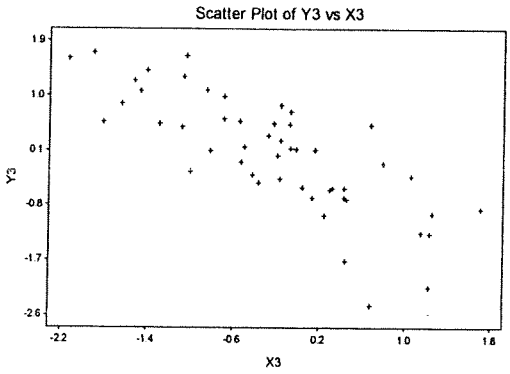
Tehtävä:

Liitä yo. korrelaatiot kuvioiden 5 – 8 aineistoihin.

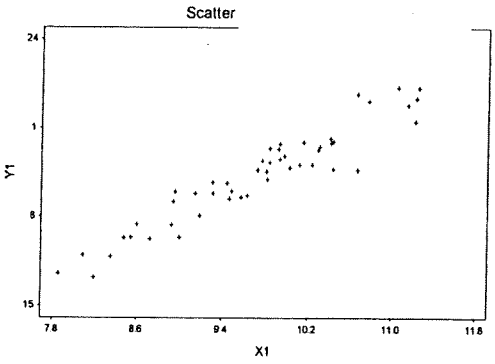
Kuvio 5



Kuvio 6



Kuvio 7



Kuvio 8