

**TENTIN TIEDOT / TENT UPPGIFTER / EXAM INFORMATION**

Kurssikoodi / Kurskod / Course code	<b>Mat-2.3128</b>	Kurssin nimi / Kursnamn / Course name	<b>Ennustaminen ja aikasarja-analyysi</b>
Tentin päivämäärä / Tent datum / Exam date	19.12.2011	Tentin kesto / Provtid / Exam duration	3 h
Vastuuopettaja / Ansvarig lärare / Responsible teacher	Iirkka Mellin	Kielet / Språk / Language	SUOMI
Tentin tyyppi / Tent typ / Tent type	<input type="checkbox"/> Välkkö / Mellanprov / Midterm exam	<input checked="" type="checkbox"/> Tentti / Tent / Final exam	

**SALLITUT APUVÄLINEET**

Tentissä saa käyttää vain kynää, kumia, viivaintia ja harppia sekä miltä apuvälineitä jotka on oheiseen listaan merkity sallituksi.

**TILLÅTNNA HJÄLPMEDEL**

I tenten får man använda enbart penna, radergummi, linjal och passare samt hjälpmedel som är markerat som tillåtet i listan nedan.

**ALLOWED MATERIAL**

In the exam it is only allowed to use a pen, eraser, ruler and compass and the material that is marked as allowed in the list below.

		Sallittu Tillåten Allowed	Kielletty Förbjuden Forbidden
Funktionslaskin / Funktionsräknare / Regular calculator	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Graafinen laskin (tyhjennettävä) / Grafräknare (bör tömmas) / Graphical calculator (to be emptied)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lainlinen: kaava- ja taulukkokokoelma (valvojat jakavat) / formel och tabellsamling / formula and table collection	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Mellin: kaava- ja taulukkokokoelma (opiskellijat tuovat itse) / formel och tabellsamling / formula and table collection	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muu materiaali (materiaali eriteltynä ja ohjeet sen tarkastukseen alla) / Övrig material (nedan) / Other material (listed)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

**MUUT OHJEET / ÖVRIGA ANVISNINGAR / OTHER INSTRUCTIONS**

Tenttipaperi on palautettava valvojille Tentpapperet bör inlämnas åt övervakarna Exam paper must be returned	<input type="checkbox"/> Kyllä / Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Ei / Nej / No
--	---	---

Kirjoita jokaiseen vastauslomakkeeseesi selvällä käsialalla tentin päivämäärä ja sali, kurssikoodi ja -nimi, opiskelijanumerosi, nimesi, koulutusohjelmasi ja allekirjoituksesi.

Jätä apuvälineet joita ei tarvita tentissä (kuten käännykät tai muut elektroniset laitteet) salin reunalle tai valvojille.

Varmista että nimesi kirjataan osallistujalistaan palauttaessasi vastauksesi. Tämä todistaa palautuksesi mikäli vastauslomakkeesi katoaa.

Suttupaperit merkitään kirjoittamalla paperiin suurilla kirjaimilla sana "SUTTU" ja vetämällä henkilöt kirjoitusta sisältävien sivujen yli. Suttupapereita ei arvostella.

Tentissä noudatetaan yliopiston tentiohjesääntöä.

**Tenttikysymykset alkavat seuraavalta sivulta. Älä avaa ilman lupaa!**

Skriv i varje svarsblankett tydligt tentens datum och sal, kurskod och -namn, samt ditt studienummer, namn, utbildningsprogram och underskrift.

Lämna de hjälpmedel som inte behövs i tenten (t.ex. mobiltelefoner och övriga elektroniska apparater) vid salens sidor eller åt övervakarna.

Försäkra att ditt namn skrivs på deltagarlistan när du inlämnar din prestation. Det bevisar din inlämning ifall dina svarsblanketter försätts.

Klotterpapparen markeras med att skriva med stora bokstäver ordet "SUTTU" och med att dra ett kryss över varje sida som innehåller skrift. Klotterpapparen bedöms ej.

I tenten följer man universitetets tentamensregler.

**Tentfrågorna börjar på nästa sida. Öppna inte utan tillstånd!**

Write clearly on every answer sheet the exam date and hall, course code and name, and your study number, name, study programme and signature.

Leave material that is not needed in the exam (e.g. mobile phones or other electronical devices) on the sides of the hall or to the supervisors.

Ensure that your name is written in the list of participants when returning your answers. It proves the returning if the answers get lost.

Scratch papers are marked with the word "SUTTU" in capital letters and by drawing a large cross over all pages that have writing on them. Scratch papers are not graded.

The university's exam regulations are followed in the exam.

**Exam questions start on the next page.  
Do not open without permission!**

# Mat-2.3128 Ennustaminen ja aikasarja-analyysi, si-2011

Tentti 19.12.2011 / Mellin

Kirjoita selvästi *jokaiseen koepaperiin* alla mainitussa järjestyksessä:

- Mat-2.3128 Aikas / Tentti 19.12.2011/Mellin
- opiskelijanumero + kirjaän
- TEKSTATEN sukunimi, kaikki etunimet
- koulutusohjelma, vuosikurssi
- mahdolliset entiset nimet ja koulutusohjelmat
- nimikirjoitus

Tentissä saa käyttää ylioppilaskirjoituksissa hyväksyttyä laskinta ja Mellinin kaava- ja taulukkokokoelmia.

Vastaa lyhyesti ja ytimekkäästi, mutta pyri perustelemaan kaikki vastauksetsi.

Voit viittata jonkin tehtävän ratkaisussa jonkin toisen tehtävän ratkaisuun.

Harjoitustehtävistä saadulla hyvityspisteillä korvataan alimman pistemäärän saaneen tehtävän pisteet, jos kokonaispistemäärä nousee. Kannattaa siis vastata kaikkiin kysymyksiin.

1. (a) Esitä (kovarianssi-) stationaarisuuden määritelmä ja kerro millaiset piirteet havaitun aikasarjan sekä sen autokorrelaatio- ja osittaisautokorrelaatiofunktioiden kuvaajissa viittaavat siihen, että aikasarja on epästationaarisen stokastisen prosessin realisaatio.
- (b) Esittele (stationaariset ja käännettävien) ARMA-tyyppisten stokastisten prosessien auto- ja osittaisautokorrelaatiofunktioiden pääominaisuudet.
- (c) Kerro mitä tarkoitetaan integroituvuudella eli differenssistaationaarisuudella. Kuva myös tärkeimmät I(0)- ja I(1)-prosessien erot.
- (d) Ovatko alla määritellyt kaksi ARMA-prosessia stationaarisia ja käännettäviä?
- (d1)  $x_t + \frac{2}{3}x_{t-1} = \varepsilon_t - \frac{3}{2}\varepsilon_{t-1}$
- (d2)  $x_t + x_{t-1} + \frac{1}{2}x_{t-2} = \varepsilon_t + \frac{1}{2}\varepsilon_{t-1} - \frac{1}{2}\varepsilon_{t-2}$
2. (a) Kuvissa 2.1-2.3 on *kolmen* SARMA-prosessin *teoreettisten* autokorrelaatio-, osittaisautokorrelaatio- ja spektritiheysfunktioiden kuvaajat. Lisäksi kuvassa 2.4 on yhden realisaation kuvaaja jokaisesta ko. kolmesta prosessista.
- Kuvat ovat menneet "sekaisin". Kerro mitkä kuvista liittyvät toisiinsa ja mistä kolmesta prosessista (viivepolynomien asteluvut riittävät) on kyse. Perustele lyhyesti valintasi!
- (b) Kuvissa 2.4-2.6 on *kolmen* aikasarjan sekä niistä *estimoitujen* autokorrelaatio-, osittaisautokorrelaatio- ja spektritiheysfunktioiden kuvaajat.
- Tehtävänäsi on identifioida sopiva ARMA-tyyppinen malli jokaiselle aikasarjalle (viivepolynomien asteluvut riittävät). Perustele lyhyesti valintasi!
3. Esittele stokastinen differenssiyhtälö ja sen virheenkorjausesitys. Määrittele myös yhteisintegroituvuuden käsite ja kerro miten virheenkorjausesitys ja yhteis-integroituvuus kytkeytyvät toisiinsa. Kuvaille stokastisen differenssiyhtälön estimointia erikseen korreloimattomien ja korreloituneiden jäännöstermiin tapauksessa.

Tehtävissä 4 ja 5 viitataan lineaariseen regressiomalliin, jolla on tarkoitus mallintaa *yksityisiä kulutusmenoja rasvoihin* (= voi, margariini, jne).

Mallin selittävä muuttuja:

**LQ1A5PC** = Kulutusmenot (per capita) rasvoihin kiinteisiin vuoden 1975 hintoihin (logaritmeina)

Mallin selittäjät:

**LR1A5** = Rasvojen reaalihintaindeksi, 1975 = 100 (logaritmeina)

**LQTOTALPC** = Kokonaiskulutusmenot (per capita) kiinteisiin vuoden 1975 hintoihin (logaritmeina)

Aineisto koostuu Suomea koskevista vuosiaikasarjoista vuosilta 1950 – 1981.

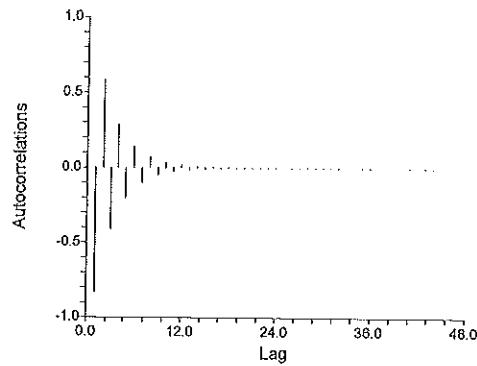
4. (a) Esittele ns. standardioletukset yleiselle lineaariselle mallille.
- (b) Tulkitse tulostuksessa 4.1 esitettyt estimointitulokset em. regressiomallista. Kiinnitä huomiota *ainakin* seuraaviin asioihin:
- Ovatko molemmat selittäjät tilastollisesti merkitseviä?
  - Regressiokertoimien tulkinta.
  - Mallin selitysaste.
- (c) Tulkitse tulostus 4.2 (myös tulostuksen kuviot; COOKD = Cooken etäisyys).
- (d) Tee tulostuksien perusteella johtopäätökset em. mallin hyvyydestä.
5. (a) Millaisia vaikutuksia standardioletukset toteuttavan yleisen lineaarisen mallin jäännöstermin *heteroskedastisuudella* on mallin regressiokertoimien tavallisiihin pienimmän neliösumman estimaattoreihin ja niiden ominaisuuksiin?
- (b) Millaisia vaikutuksia standardioletukset toteuttavan yleisen lineaarisen mallin jäännöstermin *korreloituneisuudella* on mallin regressiokertoimien tavallisiihin pienimmän neliösumman estimaattoreihin ja niiden ominaisuuksiin?
- (c) Tulostuksissa 5.1 ja 5.2 on estimoitu seuraavat *apuregressiot*:
- Tulostus 5.1: Selittävänä muuttujana on em. kulutusmenoja huonekaluihin mallintavan regressiomallin *residuaalin neliö* (= RESsqrdf)  
Selittäjänä em. kulutusmenoja huonekaluihin mallintavan regressiomallin *sovite* (= FIT)
- Tulostus 5.2: Selittävänä muuttujana on em. kulutusmenoja huonekaluihin mallintavan regressiomallin *residuaali* (= RES)  
Selittäjinä em. kulutusmenoja huonekaluihin mallintavan regressiomallin *alkuperäiset selittäjät* (= LR4APC, LQTOTALPC) sekä *residuaali viipeillä 1, 2, 3, 4 ja 5* (= RESL1, RESL2, RESL3, RESL4, RESL5)

Selitä, mikä on ko. apuregressioiden tehtävä ja mitä johtopäätöksiä niitä koskevista estimointituloksista voidaan tehdä em. kulutusmenoja rasvoihin mallintavan regressiomallin hyvyydestä.

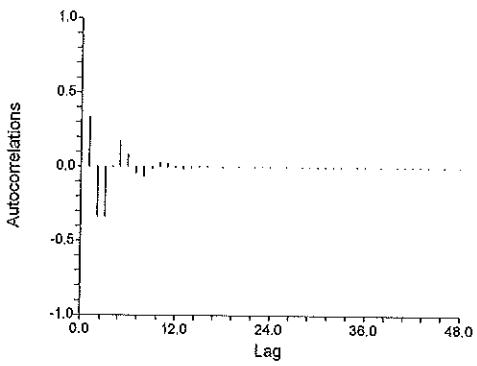
Tehävä 2 / Kuva 2.1

Autokorrelaatiofunktiot

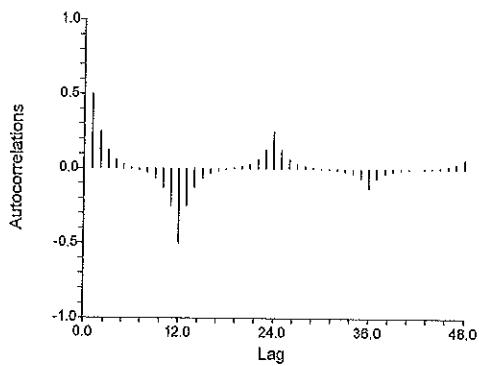
2.1.a



2.1.b



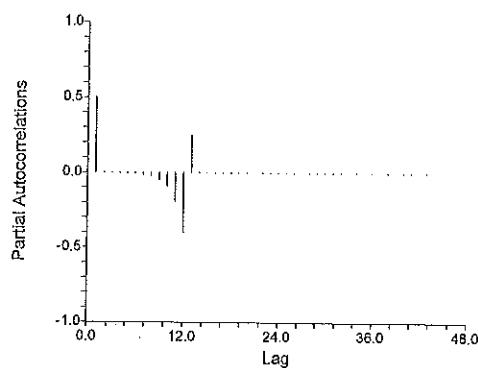
2.1.c



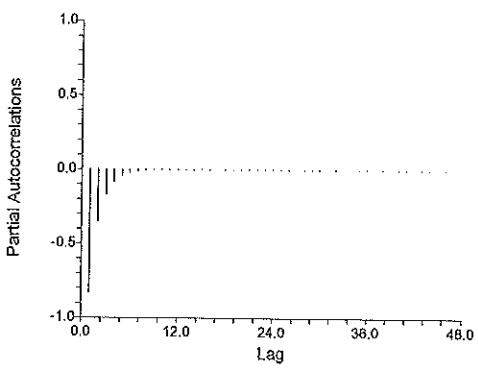
**Tehtävä 2 / Kuva 2.2**

**Osittaisautokorrelaatiofunktiot**

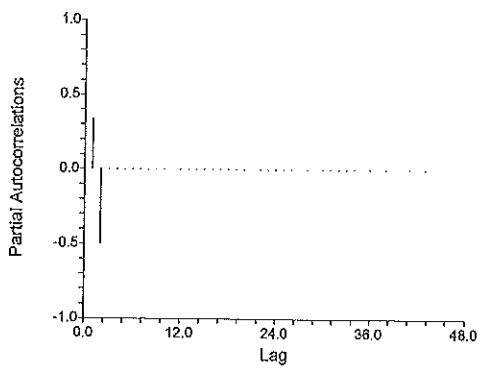
~~2.2.a~~



2.2.b



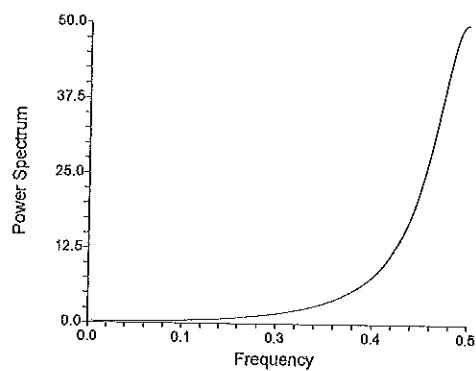
2.2.c



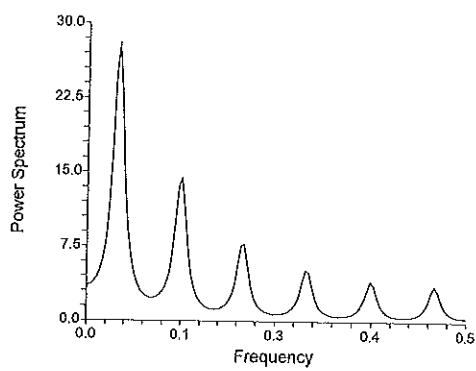
Tehdävä 2 / Kuva 2.3

Spektritehysfunktio

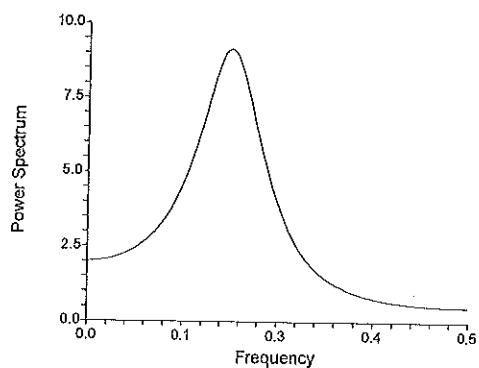
2.3.a



2.3.b



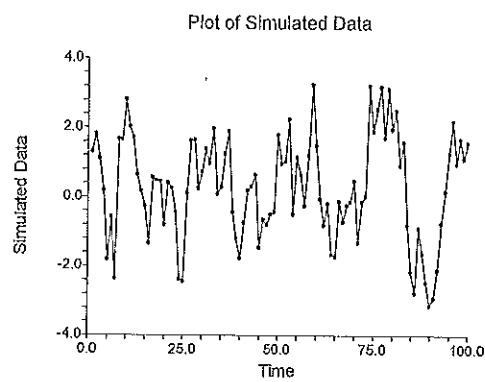
2.3.c



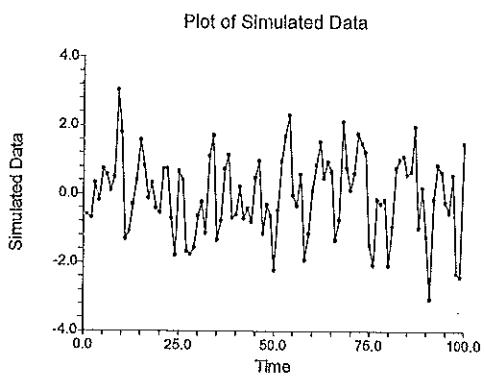
**Tehtävä 2 / Kuva 2.4**

**Realisaatiot (generoidut aikasarjat)**

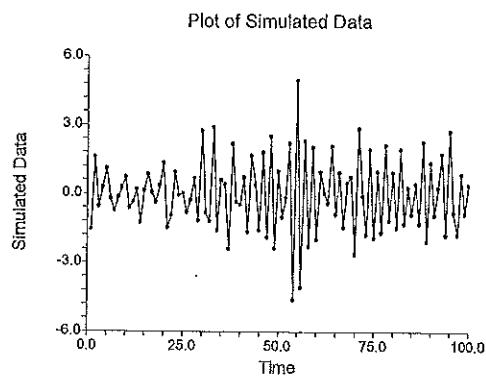
2.4.a



2.4.b



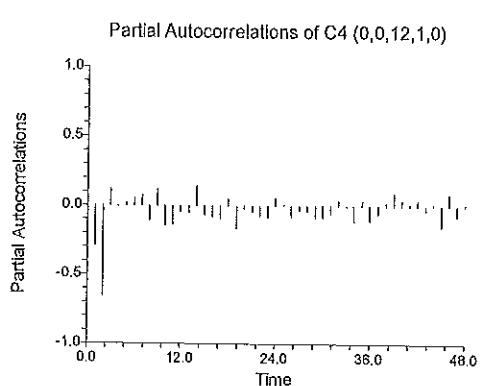
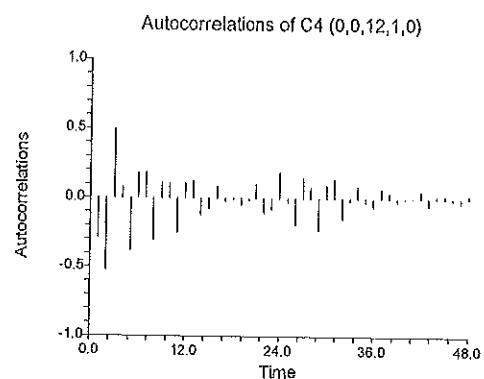
2.4.c



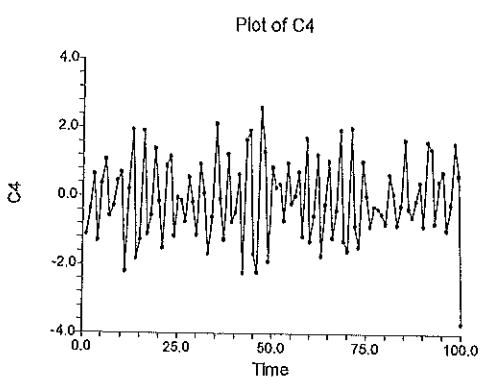
## Tehtävä 2 / Kuva 2.5

### Aikasarja A

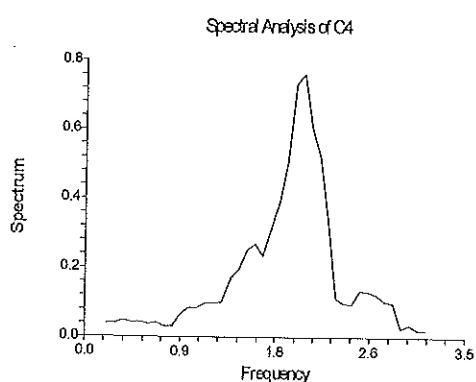
#### Autocorrelation Plot Section



#### Data Plot Section



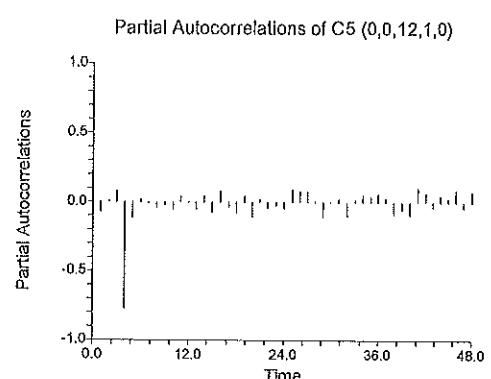
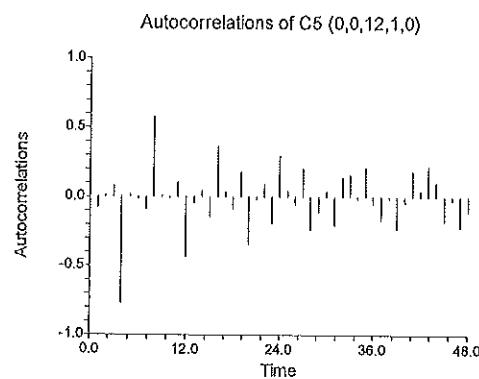
#### Fourier Plot Section



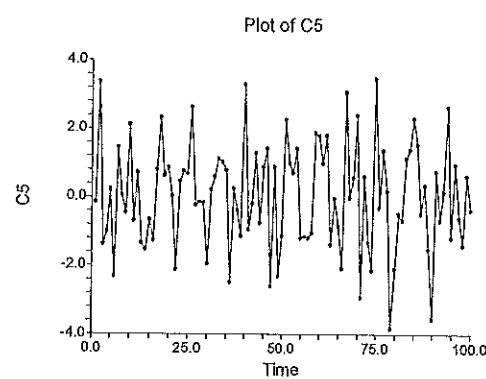
## Tehävä 2 / Kuva 2.6

### Aikasarja B

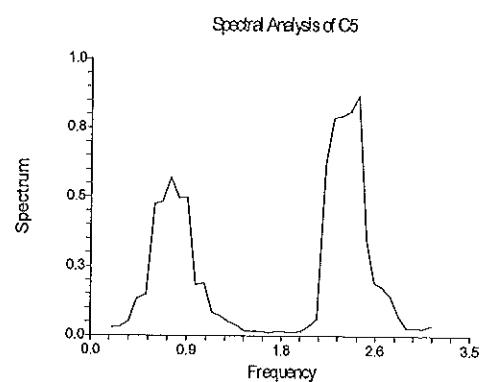
#### Autocorrelation Plot Section



#### Data Plot Section



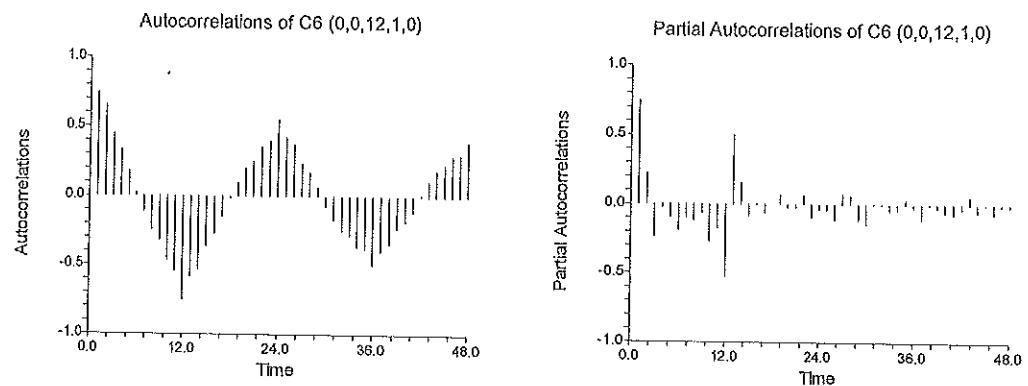
#### Fourier Plot Section



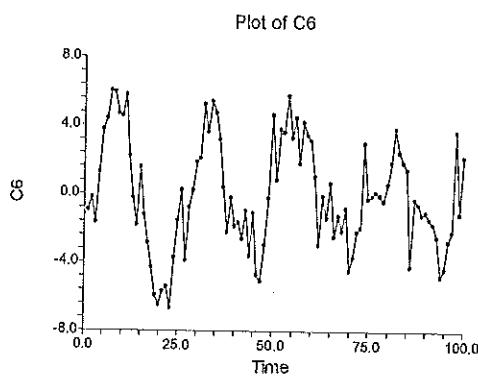
## Tehtävä 2 / Kuva 2.7

### Aikasarja C

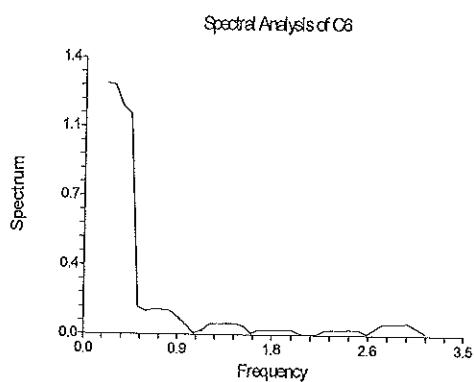
#### Autocorrelation Plot Section



#### Data Plot Section



#### Fourier Plot Section



## Tehtävä 4 / Tulostus 4.1

### Multiple Regression Report

Dependent LQ1A5PC

#### Regression Equation Section

Independent Variable	Regression Coefficient	Standard Error	T-Value (Ho: B=0)	Prob Level	Decision (5%)	Power (5%)
Intercept	10.49011	0.9118362	11.5044	0.000000	Reject Ho	1.000000
LR1A5	-0.6857563	0.1414524	-4.8480	0.000039	Reject Ho	0.996757
LQTOTALPC	-0.2115419	4.015703E-02	-5.2679	0.000012	Reject Ho	0.999117
R-Squared	0.539670					

#### Model

10.49011 - 0.6857563\*LR1A5 - 0.2115419\*LQTOTALPC

#### Regression Coefficient Section

Independent Variable	Regression Coefficient	Standard Error	Lower 95% C.L.	Upper 95% C.L.	Standardized Coefficient
Intercept	10.49011	0.9118362	8.625195	12.35502	0.0000
LR1A5	-0.6857563	0.1414524	-0.9750589	-0.3964536	-0.7116
LQTOTALPC	-0.2115419	4.015703E-02	-0.2936723	-0.1294116	-0.7732
T-Critical	2.045230				

#### Analysis of Variance Section

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (5%)
Intercept	1	908.9258	908.9258			
Model	2	0.134087	6.704351E-02	16.9991	0.000013	0.999334
Error	29	0.1143743	3.943942E-03			
Total(Adjusted)	31	0.2484614	8.014883E-03			

Root Mean Square Error	6.280082E-02	R-Squared	0.5397
Mean of Dependent	5.329534	Adj R-Squared	0.5079
Coefficient of Variation	1.178355E-02	Press Value	0.1548144
Sum  Press Residuals	1.620824	Press R-Squared	0.3769

## Tehtävä 4 / Tulostus 4.2

### Normality Tests Section

Assumption	Value	Probability	Decision(5%)
Skewness	-1.7849	0.074283	Accepted
Kurtosis	1.7829	0.074609	Accepted
Omnibus	6.3643	0.041496	Rejected

### Serial-Correlation Section

Lag	Correlation	Lag	Correlation	Lag	Correlation
1	0.660216	9	-0.181214	17	-0.306230
2	0.337946	10	-0.286926	18	-0.248020
3	0.320783	11	-0.243307	19	-0.061587
4	0.279865	12	-0.292844	20	0.044924
5	0.128278	13	-0.362577	21	0.060896
6	-0.043090	14	-0.397735	22	0.085925
7	-0.053268	15	-0.363687	23	0.119162
8	-0.031855	16	-0.263724	24	0.127307

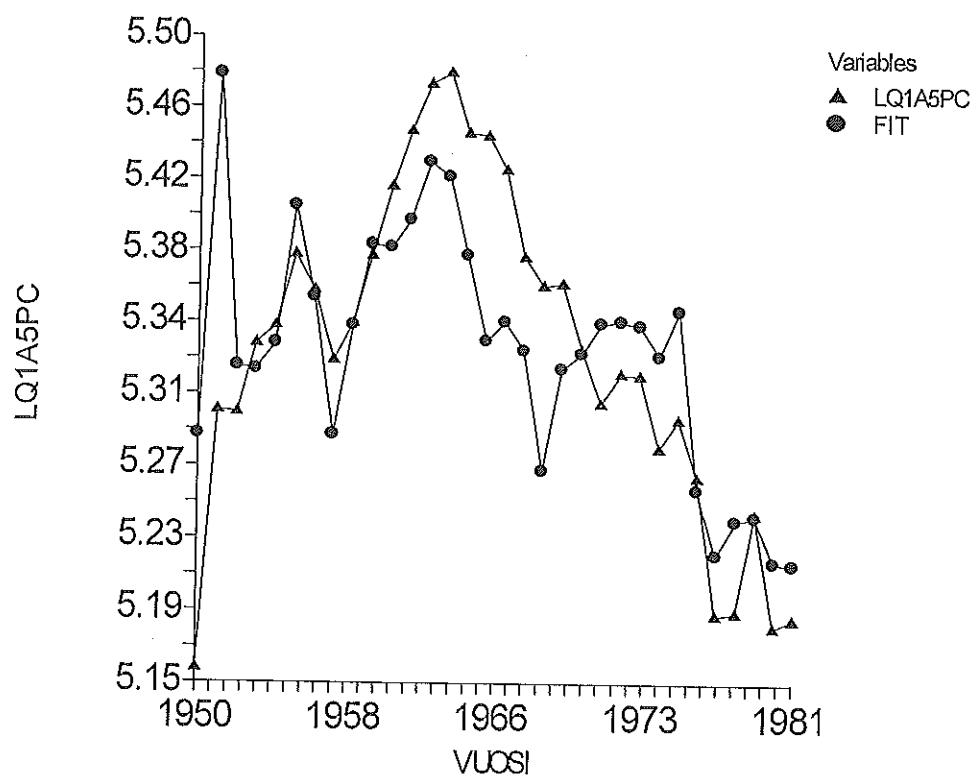
Above serial correlations significant if their absolute values are greater than 0.353553

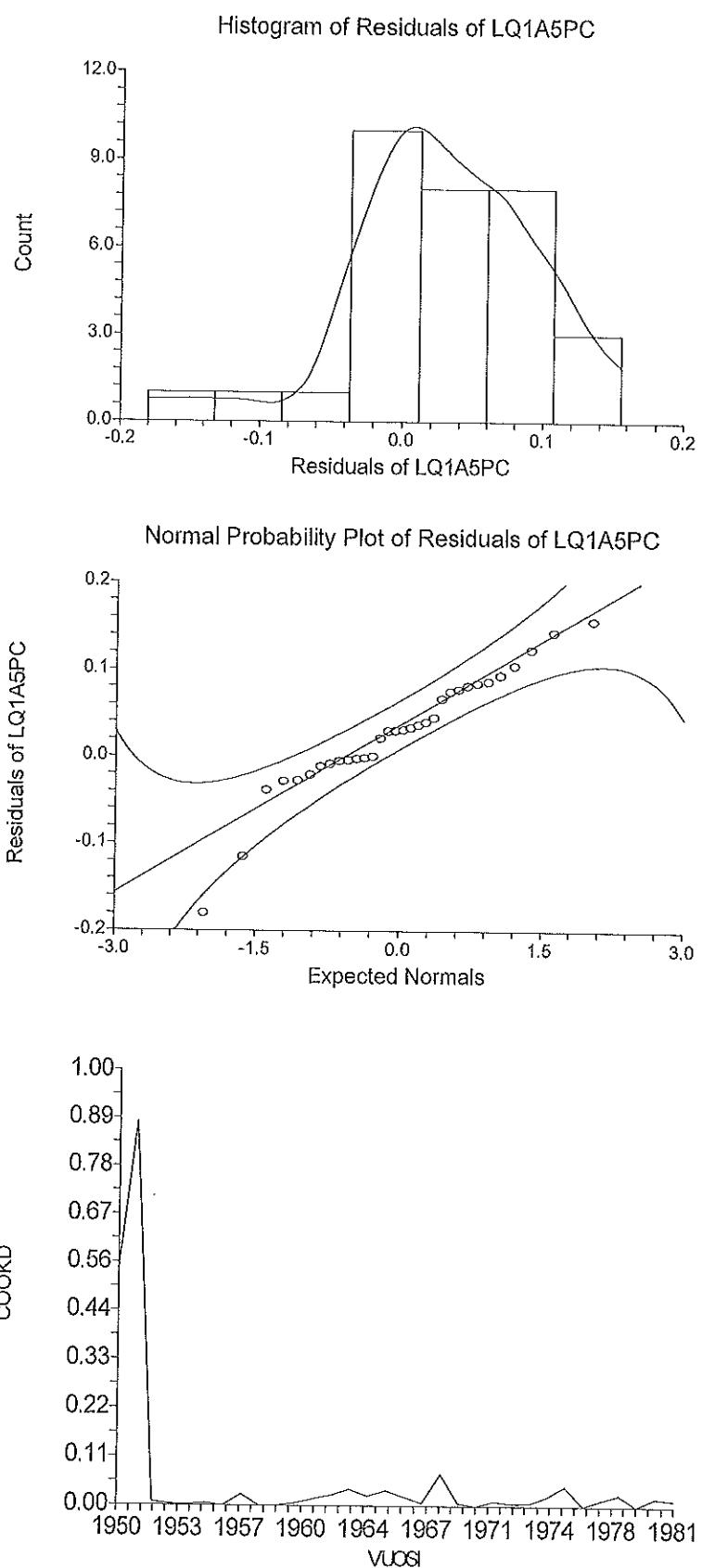
Durbin-Watson Value 0.5337

### Multicollinearity Section

Independent Variable	Variance Inflation	R-Squared Vs Other X's	Diagonal of Tolerance	X'X Inverse
LR1A5	1.357141	0.263157	0.736843	5.073294
LQTOTALPC	1.357141	0.263157	0.736843	0.408877

### Plots Section





### Tehtävä 5 / Tulostus 5.1

Multiple Regression Report  
Dependent RESsqrd

#### Regression Equation Section

Independent Variable	Regression Coefficient	Standard Error	T-Value	Prob (Ho: B=0)	Decision Level (5%)	Power (5%)
Intercept	-0.1638983	9.245226E-02	-1.7728	0.086419	Accept Ho	0.403763
FIT	3.142349E-02	1.734588E-02	1.8116	0.080074	Accept Ho	0.418343
R-Squared	0.098607					

#### Analysis of Variance Section

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (5%)
Intercept	1	4.087965E-04	4.087965E-04			
Model	1	1.324023E-04	1.324023E-04			
Error	30	1.210321E-03	4.034403E-05			
Total(Adjusted)	31	1.342723E-03	4.331365E-05			

### Tehtävä 5 / Tulostus 5.2

Multiple Regression Report  
Dependent RES

#### Regression Equation Section

Independent Variable	Regression Coefficient	Standard Error	T-Value (Ho: B=0)	Prob Level	Decision (5%)	Power (5%)
Intercept	-0.1043307	0.5892466	-0.1771	0.861337	Accept Ho	0.053251
LR1A5	6.906723E-02	0.102197	0.6758	0.507295	Accept Ho	0.098430
LQTOTALPC	-2.445595E-02	2.984031E-02	-0.8196	0.422629	Accept Ho	0.121846
RESL1	0.5602756	0.223239	2.5098	0.021298	Reject Ho	0.663328
RESL2	-9.555386E-02	0.258478	-0.3697	0.715710	Accept Ho	0.064259
RESL3	0.325166	0.2513084	1.2939	0.211211	Accept Ho	0.233129
RESL4	9.036688E-02	0.2041395	0.4427	0.663001	Accept Ho	0.070514
RESL5	-0.1104807	0.1744936	-0.6332	0.534183	Accept Ho	0.092400
R-Squared	0.666855					

#### Analysis of Variance Section

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (5%)
Intercept	1	3.545317E-03	3.545317E-03			
Mode I	7	4.050513E-02	5.786447E-03			
Error	19	2.023538E-02	1.06502E-03			
Total(Adjusted)	26	6.074051E-02	2.336174E-03			