

Keskusteluaiheita Discussion papers

Jukka Lassila

ASUNTOTUOTANNON ENNUSTAMINEN
RAKENNUSLUPIEN JA ALOITETTU-
JEN ASUNTOJEN AVULLA

No 1

11.05.1976

This series consists of papers with limited circulation, intended to stimulate discussion. The papers must not be referred or quoted without the authors' permission



SISÄLLYSLUETTELO

sivu

1.	TAVOITTEET JA MENETELMÄT	1
2.	ASUNTOTUOTANTOMALLIEN RAKENTAMINEN	4
2.1.	Graafiset tarkastelut	4
2.2.	Muuttujasymbolit	4
2.3.	Selittävien muuttujien mallit	5
2.4.	Siirtofunktiomallit kivisille asunnoille ...	7
2.4.1.	Viiveet	7
2.4.2.	Estimoidut mallit	9
2.5.	Siirtofunktiomallit puisille asunnoille	11
2.5.1.	Viiveet	11
2.5.2.	Estimoidut mallit	13
2.6.	Mallien tarkastelua	15
3.	MALLEILLA ENNUSTAMINEN	17
4.	LOPPUKOMMENTTEJA	21

1. TAVOITTEET JA MENETELMÄT

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, missä määrin asuinrakennuksille myönnettyjen rakennuslupien ja aloitettujen asuinrakennusten määrän avulla voidaan ennustaa valmistuvien asuntojen määrä ja missä määrin myönnettyjen rakennuslupien avulla voidaan ennustaa aloitettujen rakennusten määrää. Tutkimuksessa estimoidaan myös sopivaksi katsottavien mallien parametrit ja tutkitaan näiden mallien ennustekykyä.

Tilastoaineisto on saatu talonrakennustilastosta. Asuinrakennukset on jaettu pääasiallisen rakennusaineen mukaan kiviin ja puisiin asuntoihin. Tutkimuksessa on käytetty koko maata koskevia neljännesvuosittaisia tietoja asuinrakennuksille myönnettyjen rakennuslupien, aloitettujen asuinrakennusten ja valmistuneiden asuinrakennusten määrästä kuutiometreinä. Rakennuslupien ja aloitettujen asuntojen m^3 -määrä tarkoittaa rakennusten suunniteltua tilavuutta. Estimoinnissa on käytetty vuosien 1959-1972 havaintoja, ennustekykyä taas on tutkittu vuosille 1973, 1974 ja 1975 jälkikäteen laskettujen ennusteiden avulla.

Rakentamisprosessia tarkastellaan lineaarisena systeeminä. Ajankohtana t valmistuneiden asuntojen m^3 -määrän y_t oletetaan riippuvan lineaarisesti aiemmin aloitettujen asuntojen määrästä $x_{t-\tau}$ ja virhetermi eli kohinaprosessista N_t , jonka oletetaan sisältävän muut y :hyn vaikuttavat tekijät. Prosessi

voidaan kirjoittaa muodossa

$$(1) \quad y_t = v_1 x_{t-\tau_1} + v_2 x_{t-\tau_2} + \dots + v_n x_{t-\tau_n} + N_t, \text{ jossa}$$

$$N_t = a_t + w_1 a_{t-\pi_1} + w_2 a_{t-\pi_2} + \dots + w_m a_{t-\pi_m}$$

Vastaava malli voidaan tehdä rakennusluville ja valmistuneille asunnoille sekä luville ja aloitetuille asunnoille.

Mallin (1) empiirisen version tekeminen on iteratiivinen tapahtuma, jossa viiveiden $\tau_1, \dots, \tau_n, \pi_1, \dots, \pi_m$ hakeminen, parametrien estimointi ja saadun mallin diagnostiset tarkistukset seuraavat toisiaan jatkuvana ketjuna, kunnes työn suorittaja katsoo, että työn jatkaminen ei enää paranna mallia tai ole muuten vaivan arvoista. Mallin rakentaminen toisin sanoen tapahtuu ns. Box-Jenkins-menetelmällä¹⁾.

Mallin rakentamisen alkuvaiheisiin kuuluvat aikasarjojen graafiset tarkastelut ja muuttujille tehtävistä muunnoksista päättäminen. Viiveiden etsiminen tapahtuu ns. esivalkaisu-menetelmällä. Selittävälle muuttujalle tehdään ARIMA-malli, selittävä ja selitettävä muuttuja valkaistaan tällä mallilla ja valkaistusta aineistosta lasketaan ristikorrelaatiot selittävän muuttujan eri viiveiden ja selitettävän muuttujan välillä²⁾. Mallin (1) ylempi yhtälö estimoidaan sopivaksi

1) G.E.P. Box - G.M. Jenkins: Time Series Analysis, Forecasting and Control, Holden-Day, 1970.

2) Menetelmä selostettu tarkemmin em.teoksessa s. 379-380.

katsottujen viiveiden kanssa. Havaittujen residuaalien avulla pyritään identifioimaan kohinaprosessi. Tästä eteenpäin kohinamallin parametrit estimoidaan yhdessä muiden parametrien kanssa. Mallin jatkokehittämissä käytetään apuna mm. residuaalien ja selittävän muuttujan ristikorrelaatiota eri viiveillä, t-testiä parametrien merkitsevyydelle ja muuta informaatiota, jonka avulla voidaan arvioida mallin mielekkyyttä.

Tutkimuksessa käytettiin apuna Lochrie and Associates, Inc.-yhtymän laatimaa tietokoneohjelmaa MAPBJ. Ohjelmasta käytettävissä olevat tiedot ovat erittäin puutteellisia, joten mitään tarkempaa ei voida sanoa siitä, miten parametrit, niiden keskivirheet ja korrelaatiomatriisit on estimoitu.

2. ASUNTOTUOTANTOMALLIEN RAKENTAMINEN

2.1. Graafiset tarkastelut

Kivisten asuinrakennusten kohdalla on estimointiperiodilla havaittavissa selvä nouseva trendi sekä myönnettyissä luvissa että aloitetuissa ja valmistuneissa asunnoissa. Valmistuneiden puisten asuntojen määrässä oli loivasti laskeva trendi 1960-luvun puoliväliin saakka, sen jälkeen määrä pysyi suunnilleen ennallaan vuosikymmenien vaihteeseen asti, jolloin se kääntyi nousuun. Myönnettyjen lupien ja aloitetujen puisten asuntojen määrissä laskeva trendi ei erotu yhtä selvästi ja nousuun kääntyminen tapahtui aiemmin. Kaikissa aikasarjoissa on havaittavissa voimakas kausivaihtelu. Valmistuneiden kivisten asuinrakennusten määrän kausivaihtelu on vuodesta 1968 lähtien ollut aiempaa selvästi epäsäännöllisempää. Valmistuneiden asuinrakennusten määrän kehitys on nähtävissä liitekuvioissa 1-4.

2.2. Muuttujasymbolit

Muuttujille käytetään seuraavia merkintöjä:

LP_t = puisiin asuinrakennuksiin myönnetyt luvat
ajankohtana t

LK_t = kivisiin asuinrakennuksiin myönnetyt luvat
ajankohtana t

AP_t = aloitetut puiset asuinrakennukset ajankohtana t

AK_t = aloitetut kiviset asuinrakennukset ajankohtana t

VP_t = valmistuneet puiset asuinrakennukset ajankohtana t

VK_t = valmistuneet kiviset asuinrakennukset ajankohtana t

Kaikilla muuttujilla on yksikkönä $10\,000\text{ m}^3$. Merkitään lisäksi kausidifferenssoituja muuttujia seuraavasti:

$$\Delta LP_t = LP_t - LP_{t-4} \text{ ja vastaavasti muilla muuttujilla.}$$

2.3. Selittävien muuttujien mallit

Selittävien muuttujien mallit tehdään esivalkaisua varten. Näitä malleja ei ole tarkoitus käyttää selittävien muuttujien ennustamiseen, koska todellisuudessa havaintoja tuskin on generoitu näillä prosesseilla.

Autokorrelaatio- ja osittaisautokorrelaatiofunktioiden perusteella muuttujat päätettiin kausidifferenssoida ja näin saaduille muuttujille päätettiin estimoida mallit, jotka ovat muotoa

$$(2) \quad (1-\delta B)\Delta x_t = (1-\theta_1 B)(1-\theta_4 B^4)a_t, \text{ jossa}$$

B on viiveoperaattori. Malli (2) on aukikirjoitettuna

$$(3) \quad \Delta x_t - \delta \Delta x_{t-1} = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_4 a_{t-4} + \theta_1 \theta_4 a_{t-5}$$

Estimointitulokset on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 1. Selittävien muuttujien mallit

N:o	Muuttuja	Parametrien estimaatit (suluissa keskivirheet)			Tunnusluvut ¹⁾	
					Selitysaste ($100R^2$)	Keskim. poikkeama ²⁾ , 10 000 m ³
		δ	θ_1	θ_4	Residuaalien keski- arvo, 10 000 m ³	Keskim. suhteellinen poikkeama ³⁾ , %
1	ΔAK	1.003 (0.038)	1.008 (0.035)	0.592 (0.035)	62.3 3.0	44.3 23.1 %
2	ΔLK	0.908 (0.051)	0.825 (0.098)	0.602 (0.129)	50.4 8.7	53.2 22.5 %
3	ΔAP	1.071 (0.082)	0.935 (0.084)	0.131 (0.155)	96.6 3.2	12.2 103.1 %
4	ΔLP	-0.627 (0.181)	-0.877 (0.100)	0.221 (0.179)	90.2 4.9	13.8 13.0 %

1) Tunnusluvut laskettu takaisin alkuperäisiin tasoihin käännetyille malleille

2) Residuaalien itseisarvojen keskiarvo.

3) Estimoiduista arvoista laskettujen suhteellisten virheiden itseisarvojen keskiarvo. Mallin 3 suuri prosenttiluku johtuu siitä, että yksi estimoitu arvo oli hyvin lähellä nollaa, ja suhteellinen virhe siihen verrattuna oli yli 4000 %. Ilman tätä havaintoa tunnusluku olisi noin 20 %.

δ -parametrien arvo kolmessa ensimmäisessä mallissa on lähellä ykköstä, joka osoittaa, että muuttujille olisi voitu suorittaa yksi tavallinenkin differensointi. Mallin 4 parametrien δ ja θ_1 etumerkit ovat muista poikkeavia. Residuaalien autokorrelaatioiden tarkastelun perusteella malleja voidaan pitää riittävinä.

2.4. Siirtofunktiomallit kivisille asunnoille

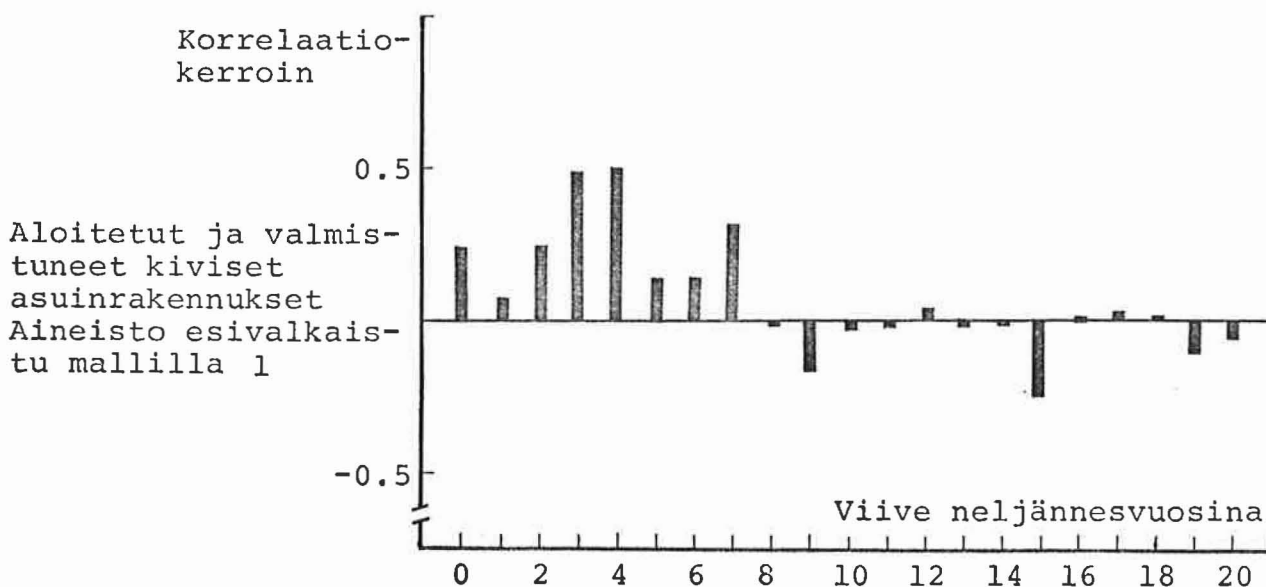
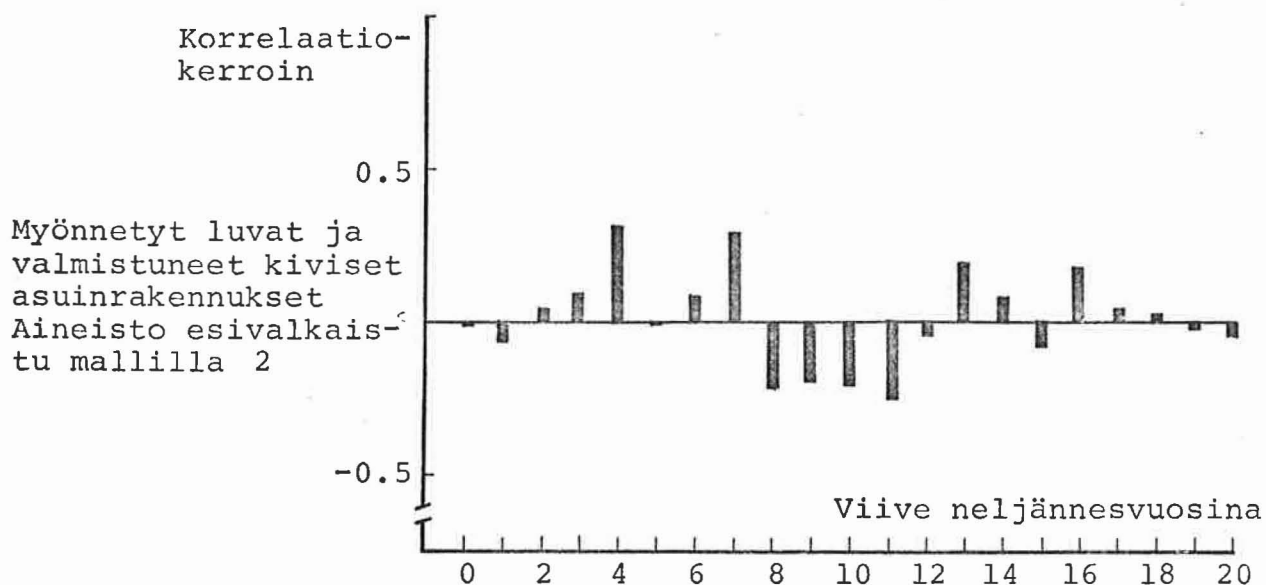
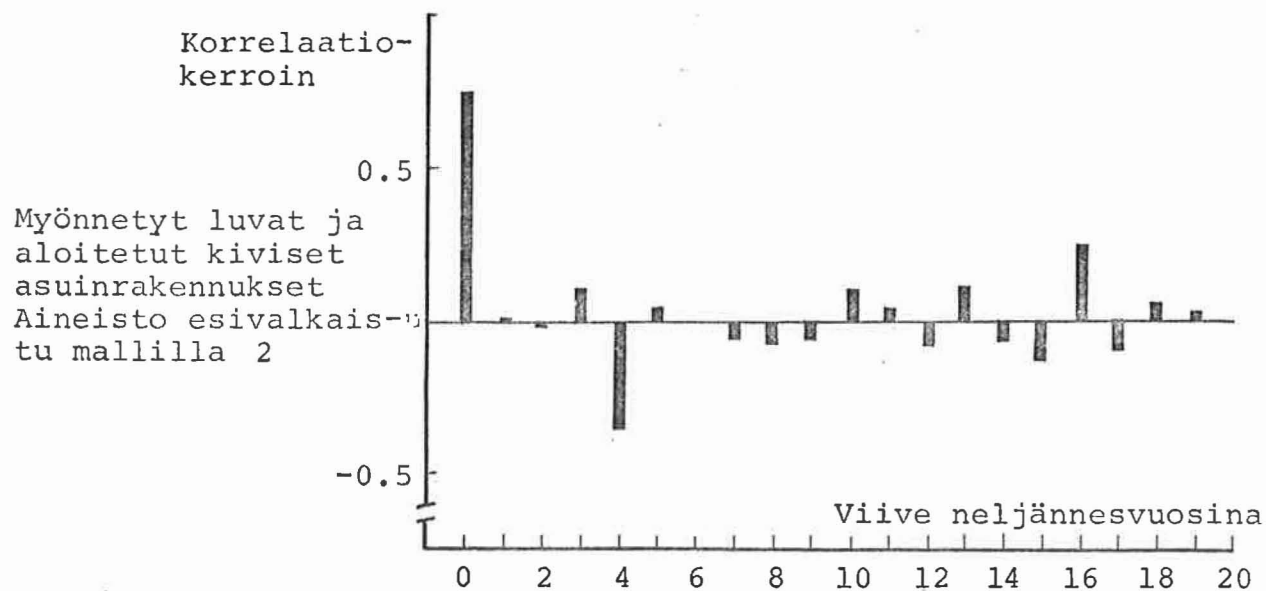
2.4.1. Viiveet

Malleilla 3 ja 4 esivalkaistusta aineistosta laskettiin ristikorrelaatiot myönnettyjen lupien, aloitettujen ja valmistuneiden asuntojen välillä (kuvio 1). Myönnettyjen lupien ja aloitettujen kivisten asuinrakennusten välisistä korrelaatioista ainoastaan yksi poikkeaa merkitsevästi nollasta. Korrelaatio on saman ajankohdan havaintojen välillä, eli viive on 0. Vastaavaa siirtofunktiomallia ei estimoitu, koska siitä ei olisi hyötyä ennustetilanteessa.

Ristikorrelaatiot aloitettujen ja valmistuneiden kivisten asuntojen välillä poikkesivat merkitsevästi nollasta¹⁾ (positiiviseen suuntaan) viiveillä 3, 4 ja 7 neljännestä. Lupien ja valmistuneiden kivasuntojen väliltä löytyivät viiveet 4 ja 7 neljännestä. Tulokset ovat varsin yhdenmukaisia ja viittaavat siihen, että kivisten asuntojen rakentamisprosessi voidaan jakaa kahteen osaprosessiin, joista lyhyemmän pituus on hieman alle vuoden (3 ja 4 neljännestä) ja pidemmän pituus alle kaksi vuotta (7 neljännestä). Kivisiin asuinrakennuksiin kuuluu kerrostaloja, omakotitaloja ja rivi- ja ketjutaloja, ja tuntuu luontealta olettaa, että eri talotyyppien rakentamisaika on erilainen.

1) t-testin mielessä; vrt. liite 1.

RISTIKORRELAATIOT KIVISTEN ASUINRAKENNUSTEN TUOTANTOA KUVAAVIEN
MUUTTUJIEN VÄLILLÄ



2.4.2. Estimoidut mallit

Ensin estimoitiin malli, jossa selitettävänä muuttujana oli ΔVK ja selittäjänä ΔAK viiveillä 3, 4 ja 7. Tarkastuksissa malliin havaittiin hyväksi lisätä yksi viivästetty virhetermi. Parametriestimaattien alla on niiden keskivirheet

$$\begin{aligned}
 (\text{SF1}) \quad \Delta VK_t &= 0.216 \Delta AK_{t-3} + 0.222 \Delta AK_{t-4} + 0.218 \Delta AK_{t-7} \\
 &\quad (0.062) \quad (0.056) \quad (0.057) \\
 &\quad + a_t + 0.416 a_{t-1} \\
 &\quad (0.153)
 \end{aligned}$$

Estimoidut parametrit poikkeavat merkitsevästi nolasta, ovat oikean merkkisiä ja järkevän suuruisia. Käytettävissä ollut tietokoneohjelma tulostaa myös parametrien estimoidun korrelaatiomatriisin. Sen perusteella estimaatit ovat hyvin vähän korreloituneita keskenään. Mallin takaisin tasolle käännetty selitysaste on 87.2 % ja keskimääräinen suhteellinen poikkeama (estimaatista) 9.6 %. Residuaalien ja ΔAK :n ristikorrelaatioiden perusteella malliin otettiin mukaan myös ΔAK viiveellä kaksi:

$$\begin{aligned}
 (\text{SF2}) \quad \Delta VK_t &= 0.114 \Delta AK_{t-2} + 0.233 \Delta AK_{t-3} + 0.218 \Delta AK_{t-4} + 0.206 \Delta AK_{t-7} \\
 &\quad (0.054) \quad (0.057) \quad (0.053) \quad (0.055) \\
 &\quad + a_t + 0.419 a_{t-1} \\
 &\quad (0.146)
 \end{aligned}$$

Parametrit poikkeavat merkitsevästi nolasta eivätkä ole keskenään kovin korreloituneita. Selitysaste nousi 88.5 %:iin ja keskimääräinen suhteellinen poikkeama pieneni 8.7 %:iin.

Seuraavassa mallissa selittäjänä käytettiin ΔLK :ta:

$$(SF3) \quad \Delta VK_t = 0.099 \Delta LK_{t-4} + 0.101 \Delta LK_{t-7} + a_t + 0.541 a_{t-1}$$

$$(0.045) \quad (0.046) \quad (0.130)$$

Parametrit poikkeavat merkitsevästi nolasta eivätkä ole mainittavasti korreloituneita keskenään. Selitysaste on 82.1 % ja keskimääräinen suhteellinen poikkeama 10.7 %.
Jatkotarkasteluissa malliin otettiin mukaan ΔLK viiveellä 3:

$$(SF4) \quad \Delta VK_t = 0.152 \Delta LK_{t-3} + 0.162 \Delta LK_{t-4} + 0.158 \Delta LK_{t-7} + a_t + 0.412 a_{t-1}$$

$$(0.054) \quad (0.047) \quad (0.049) \quad (0.153)$$

Parametrien estimaatit eivät ole korreloituneita ja poikkeavat merkitsevästi nolasta. Selitysaste nousi 85.0:aan %:iin ja keskimääräinen suhteellinen poikkeama laski 9.7 %:iin.

Mallien SF2 ja SF4 käyttäytyminen estimointiperiodilla ja malleilla lasketut jälkikäteisennusteet ovat nähtävissä liitekuvioissa.

2.5. Siirtofunktiomallit puisille asunnoille

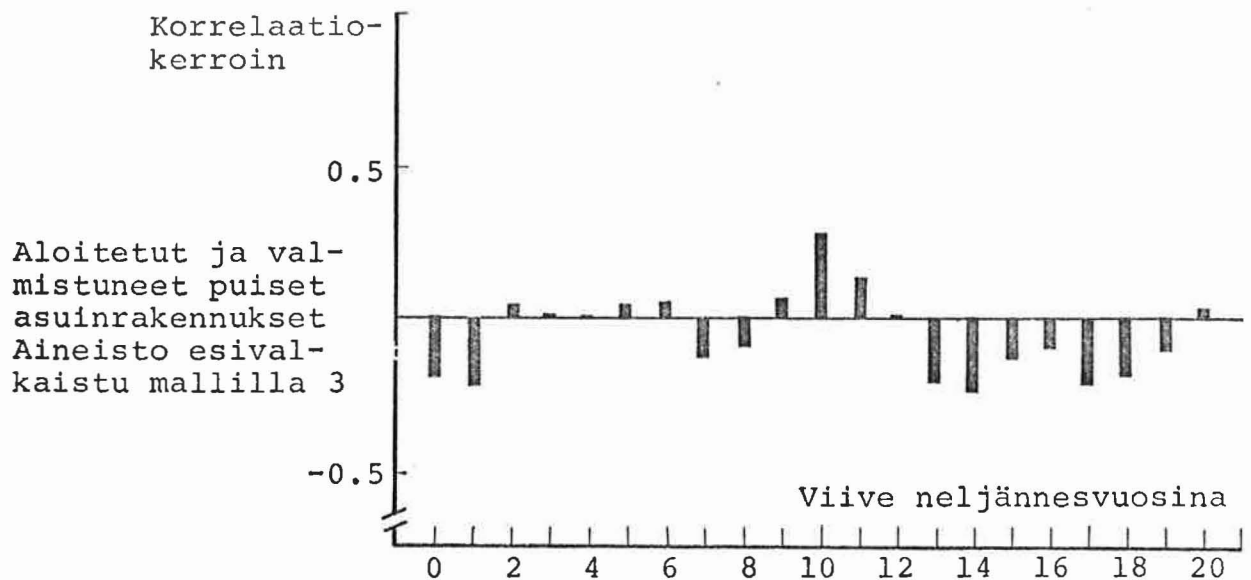
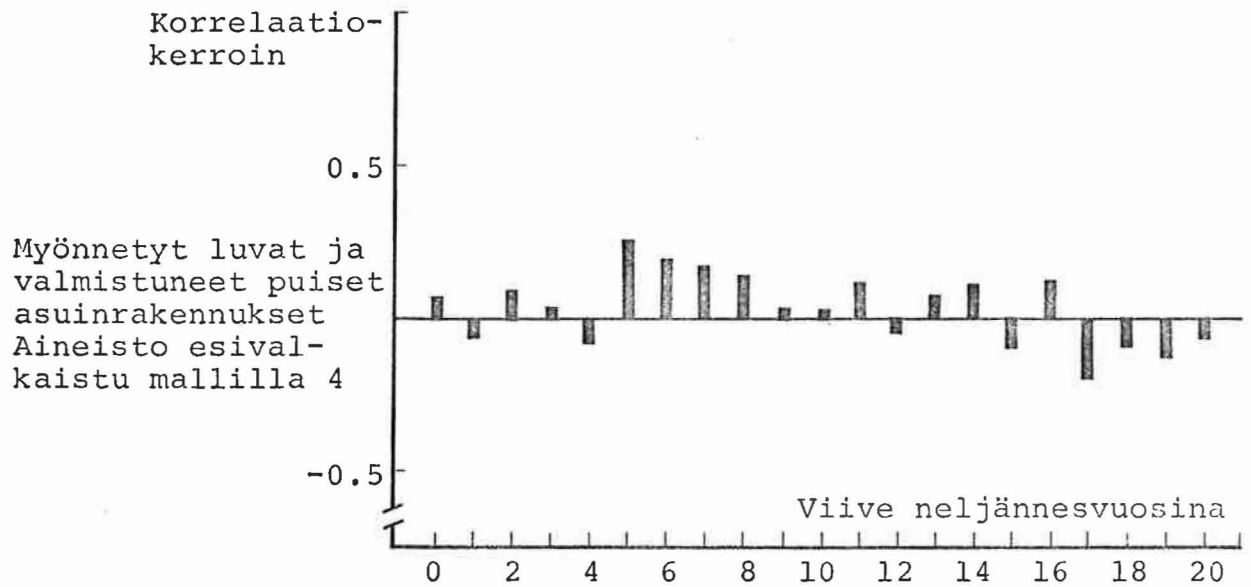
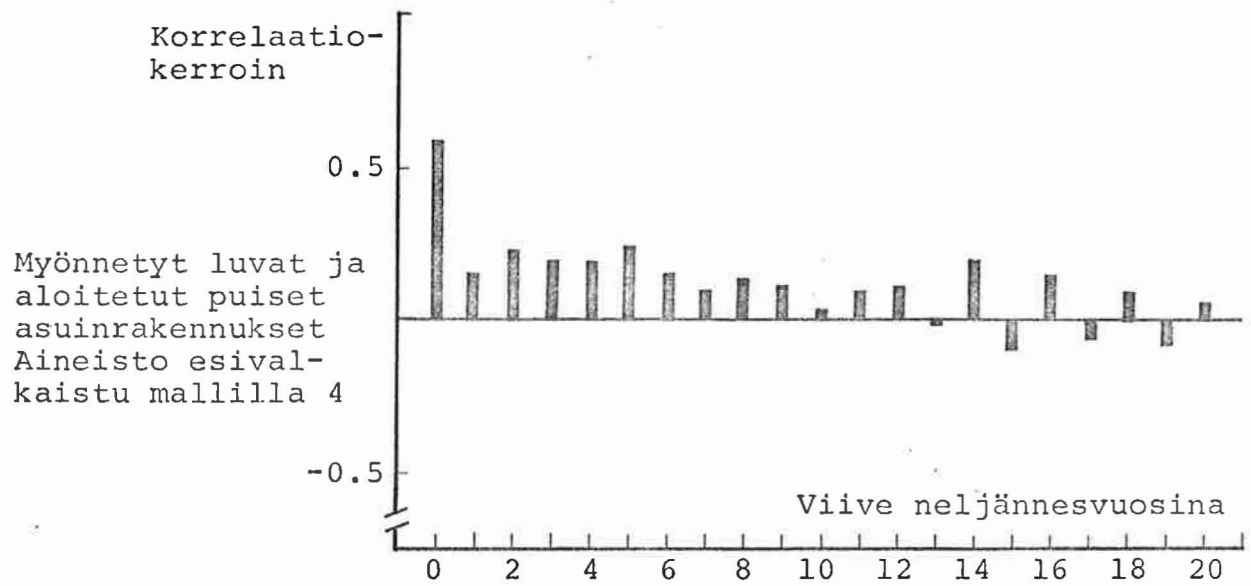
2.5.1. Viiveet

Malleilla 5 ja 6 esivalkaistusta aineistosta laskettiin ristikorrelaatiot muuttujien välille (kuvio 2). Korrelaatioiden perusteella voitiin päätellä pääasiallisen viiveen pituudeksi luvan myöntämisestä rakentamisen aloittamiseen puisissa asuinrakennuksissa nolla neljänneestä. Korrelaatiot eivät kuitenkaan näytä niin yksiselitteisiltä kuin kivisten asuinrakennustan kohdalla; melko suuria positiivisia korrelaatioita havaitaan puolentoista vuoden viiveeseen asti. Nämä korrelaatiot eivät kuitenkaan ole tilastollisesti merkitseviä. Samoin kuin kivisten asuntojen kohdalla, ei tässäkään katsottu tarpeelliseksi estimoida mallia näiden muuttujien välille.

Ristikorrelaatiot toisaalta lupien ja valmistuneiden ja toisaalta aloitettujen ja valmistuneiden puisten asuntojen välillä eivät anna yhtenäistä kuvaa rakentamisprosessin tai sen eri osaprosessien pituudesta. Lupien ja valmistuneiden asuntojen väliset korrelaatiot ovat suurimmillaan viiveillä 2, 5, 6 ja 7 neljänneestä, aloitettujen ja valmistuneiden välillä taas viiveillä 10 ja 11 neljänneestä. Lähes kolmen vuoden viive tuntuu hieman pitkältä, mutta saattaa olla, että osaa esim. omakotitaloista rakennetaan näin kauan, jos rakentaminen tapahtuu iltatyönä.

Eri aineistoista saatavat käsitykset puisten asuntojen tuotannossa olevista viiveistä lähenivät hieman toisiaan malleja estimoitaessa. Malleista voi, ainakin hyvällä tahdolla, päätyä sellaiseen käsitykseen, että eri pituisia prosesseja

RISTIKORRELAATIOT PUISTEN ASUINRAKENNUSTEN TUOTANTOA KUVAAVIEN
MUUTTUJIEN VÄLILLÄ



on kolme: lyhyin kestää n. 1/2 vuotta, keskimäinen noin 1 1/2 vuotta ja pisin n. 2 1/2 vuotta. Aloitettujen puisten asuinrakennusten sarjasta ei tilastollisin menetelmin paljastu keskimäinen prosessi kovin selvästi, lupa-aineistosta vastaavasti pisin prosessi ei tule esiin.

2.5.2. Estimoidut mallit

Muuttujalle ΔVP käytettiin selittäjänä aluksi ΔAP :tä viiveellä 10. Jatkotarkistuksissa mukaan otettiin viive 11 ja yhdellä viivästetty virhetermi:

$$(SF5) \quad \Delta VP_t = 0.640 \Delta AP_{t-10} + 0.380 \Delta AP_{t-11} + a_t + 0.479 a_{t-1}$$

$$(0.197) \quad (0.194) \quad (0.175)$$

ΔAP_{t-11} :n parametria lukuun ottamatta muut poikkeavat merkitsevästi nolasta. Estimaatit eivät korreloi voimakkaasti keskenään. Selitysaste on 91.2 % ja keskimääräinen suhteellinen poikkeama 11.3 %. Selitysasteen ehkä yllättävältä tuntuva suuruus selittyy sillä, että se on laskettu alkuperäisille tasoille käännettyistä havainnoista. Kausivaihtelu muodostaa huomattavan osan selitettävän muuttujan kokonaisvaihtelusta, ja tämän erittäin säännöllisenä pysyneen kausivaihtelun "selittää" kausidifferensointi tavallaan automaattisesti.

Jatkossa malliin otettiin mukaan ΔAP_{t-2} ja lisää viivästettyjä virhetermejä. Estimoitu malli oli

$$\begin{aligned}
 (\text{SF6}) \quad \Delta VP_t &= 0.329 \Delta AP_{t-2} + 0.465 \Delta AP_{t-10} + 0.156 \Delta AP_{t-11} \\
 &\quad (0.149) \quad (0.167) \quad (0.166) \\
 &\quad + (1+0.494B)(1-0.352B^4)a_t \\
 &\quad (0.151) \quad (0.183)
 \end{aligned}$$

jossa B on jälleen viiveoperaattori. SF6:n kohinaprosessi on aukikirjoitettuna $a_t + 0.494a_{t-1} - 0.352a_{t-4} - 0.174a_{t-5}$. Neljällä ja viidellä neljänneksellä viivästetyt virhetermit ottavat tavallaan huomioon otaksutun puolentoista vuoden pituisen osaprosessin.

Mallin selitysaste on 92.1 % ja keskimääräinen suhteellinen poikkeama 10.9 %.

Lupien ja valmistuneiden puisten asuntojen välille estimoitiin aluksi malli SF7:

$$\begin{aligned}
 (\text{SF7}) \quad \Delta VP_t &= 0.013 \Delta LP_{t-2} + 0.324 \Delta LP_{t-5} + 0.230 \Delta LP_{t-6} \\
 &\quad (0.134) \quad (0.134) \quad (0.145) \\
 &\quad + a_t + 0.512a_{t-1} \\
 &\quad (0.137)
 \end{aligned}$$

Mallin selitysaste on 91.7 % ja keskimääräinen suhteellinen poikkeama 10.6 %. Kahdella viivästetyn $\Delta LP:n$ kerroin ei poikkea sanottavasti nolasta, joten se jätettiin seuraavasta yhtälöstä pois:

$$(SF8) \quad \Delta VP_t = 0.328 \Delta LP_{t-5} + 0.223 \Delta LP_{t-6} + a_t + 0.511 a_{t-1}$$

(0.125) (0.130) (0.136)

Muutos malliin SF7 nähden oli niin vähäinen, että selitysaste ja keskimääräinen suhteellinen poikkeama pysyivät ennallaan.

Mallien SF6 ja SF8 käyttäytyminen näkyy liitekuvioista. Kaikista SF-malleista on lisäksi taulukko liitteenä.

2.6. Mallien tarkastelua

Liitteessä 2 on esitetty eri malleille laskettu portmanteau-testisuure¹⁾. Mikään näistä testisuureista, samoin kuin mallien residuaalien autokorrelaatioiden tarkastelukaan, ei anna aihetta epäillä mallien riittävyyttä.

1) Kts. esim. Box - Jenkins, mt., s. 290-293 ja 393-395.

Liitekuvioiden 3 ja 4 perusteella puisten asuinrakennusten valmistumista kuvaavat mallit vaikuttavat tyydyttäviltä. Sen sijaan liitekuvioista 1 ja 2 huomataan, että mallien on ollut vaikea sopeutua valmistuneiden kivisten asuinrakennusten määrän kausivaihtelun muuttumiseen epäsäännölliseksi; erityisen selvästi tämä näkyy ennusteperiodilla. Tilanteen korjaamiseksi kokeiltiin mallien SF 2 ja SF 3 estimoimista vuosien 1967-1974 aineistosta. Parametriestimaatit jäivät kuitenkin hyvin epästabiileiksi ja mallien selityskyky vaatimattomaksi. Ainoaksi ratkaisuksi keksittiin ongelman kiertäminen eliminoimalla kausivaihtelu liu'uttamisella ja estimoimalla kaksi mallia liu'utetuista vuositasoin havainnoista:

$$(SF9) \quad \Delta VKL_t = 0.362 \Delta AKL_{t-3} + 0.295 \Delta AKL_{t-4} + 0.183 \Delta AKL_{t-7} + a_t$$

$$(0.088) \quad (0.088) \quad (0.058)$$

$$(SF 10) \quad \Delta VKL_t = 0.518 \Delta LKL_{t-4} + 0.179 \Delta LKL_{t-7} - 0.457 a_{t-4} + a_t$$

$$(0.088) \quad (0.070) \quad (0.218)$$

$$\text{jossa } VKL_t = \sum_{i=t-3}^t VK_i, \quad AKL_t = \sum_{i=t-3}^t AK_i, \quad LKL_t = \sum_{i=t-3}^t LK_i$$

ja Δ tarkoittaa differensointia yli neljän havainnon kuten aiemminkin. Liitteessä 2 esitetyistä tunnusluvusta on huomattava, että niitä ei ole laskettu alkuperäisille tasoille käännettyistä havainnoista vaan liu'utetuista tasoista. Portmanteau-testisuure kasvoi huomattavasti kuten oli odotettavissakin; liu'uttaminen aiheuttaa huomattavaa autokorrelaatiota residuaaleissa erityisesti viiveellä yksi.

3. MALLEILLA ENNUSTAMINEN

Malleilla lasketaan ennusteet yksinkertaisesti sijoittamalla yhtälöihin selittävien muuttujien saamat arvot. Havaitsemattomien virhetermien arvoksi oletetaan nolla. Jos selittävästä muuttujista halutaan saada todelliset arvot, jää ennusteväli yleensä lyhyeksi, koska jo tilastojen tekemiseen menee yksi neljännes. Ennusteväliksi jää malleilla SF2, SF6 ja SF7 yksi neljännes, malleilla SF1, SF4 ja SF9 kaksi neljänneestä, malleilla SF3 ja SF 10 kolme neljänneestä, mallilla SF8 neljä neljänneestä, ja mallilla SF5 yhdeksän neljänneestä. Rakennuslupiin perustuvissa malleissa voitetaan lisäksi yksi kuukausi käyttämällä kuukausittain julkaistavia rakennuslupatietoja.

Talonrakennustilaston yhden neljänneksen viiveellä ilmestyvät tiedot ovat ennakkotietoja, lopulliset tiedot tulevat puolen vuoden viiveellä. Käytännössä ennakkotiedot ovat olleet hyvin lähellä lopullisia tietoja.

Estimoiduilla siirtofunktiomalleilla vuosille 1973, 1974 ja 1975 jälkikäteen lasketuista ennusteista on yhteenveto seuraavassa taulukossa. Ennusteajan virhetermejä ei ennusteiden laskemisessa ole otettu huomioon; viimeisin ennusteisiin vaikuttanut virhetermi on siis vuoden 1972 IV neljänneksen residuaali. Ennustevirheiden laskennassa on osittain käytetty ennakkotietoja toteutuneesta kehityksestä.

Taulukko 2. Siirtofunktioimalleilla vuosille 1973-1975 laskettujen neljännesvuosiennusteiden ennustevirheet

Malli	Keskimääräinen ennustevirhe, 10 000 m ³ ¹⁾	Keskimääräinen suhteellinen ennustevirhe, % ²⁾
SF1	48.1	16.4
SF2	48.4	16.4
SF3	54.9	18.8
SF4	42.5	17.6
SF5	22.1	13.3
SF6	22.2	13.6
SF7	25.6	21.4
SF8	22.0	15.1

1) Ennustevirheiden itseisarvojen keskiarvo.

2) Prosentuaalisten ennustevirheiden itseisarvojen keskiarvo.

Taulukossa 2 esitetyt tunnusluvut antavat jonkinlaisen kuvan mallien ennustekyvystä. Paremmen käsityksen saamiseksi malleja voisi verrata muihin talonrakennusalan ennustemalleihin, esim. Tarmo Korpelan laatimiin.¹⁾ Tässä tutkimuksessa tyydytään kuitenkin vain lyhyesti pohtimaan, mitä tällaisten mallien ennustekyvyltä voisi etukäteen ajatellen odottaa.

Kun pyritään aloittamistiedoilla ennustamaan valmistuvien rakennusten määrää, vaikuttavat ennustekykyyneen ainakin seuraavat seikat: 1. minkälaisista alaryhmistä ao. rakennusryhmä koostuu ja tapahtuuko alaryhmien suhteissa muutoksia, 2. onko alaryhmien keskimääräisissä teknisissä rakentamisajoissa tapahtunut muutoksia, ja 3. mitkä ja miten erilaiset taloudelliset seikat, esim. rahoitustilanne, vaikuttavat rakentamisaikaan.

Tarkastellaan ryhmää kiviset asuinrakennukset. Se koostuu tavallisista omakotitaloista, rivi- ja ketjutaloista sekä kerrostaloista. Ryhmien suhteissa on tapahtunut muutoksia, esim. rivi- ja ketjutalojen osuus on selvästi kasvanut. Tuotantoteknologia on esim. kerrostalojen rakentamisessa muuttunut melko täydellisesti 1950-luvun lopulta 1970-luvun puoliväliin tultaessa. Taloudellistenkin seikkojen voi olettaa vaikuttavan asiaan; ne vaikuttavat lähinnä syklisesti, kun taas kaksi ensin mainittua seikkaa vaikuttanevat lähinnä systemaattisesti tiettyyn suuntaan, mahdollisesti osin toistensa vaikutuksen kumoten. Kaikkien näiden seikkojen voidaan katsoa heikentävän mallien ennustekykyyä.

1) Tarmo Korpela: Talonrakennustoiminnan lyhyen tähtäyksen ennustemalleja koskeva tutkimus. Tilastollisen Päätoimiston tutkimuksia No 13, kesäkuu 1970.

Rakennusluvista ennustaminen on vielä epävarmempaa. Ne kuvastavat vasta rakentamissuunnitelmia, tosin melko pitkälle vietyjä.

Lisää epävarmuutta aiheuttavia seikkoja keksisi helposti. Tässä esitetytkin riittänevät osoittamaan, ettei näiltä malleilta kannata odottaa aina kohdalleen osuvia ennusteita.

Taulukko 3. Neljännesvuosiennusteista aggregoidut vuosienusteet ja niiden ennustevirheet v. 1973-1975, 10 000 m³

Malli	1973	1974	1975	Keskimääräinen ennustevirhe, 10 000 m ³	Keskimääräinen suhteellinen ennustevirhe, %
SF1	1303	1341	1265	71	5.6
SF2	1311	1353	1235	60	4.7
SF3	1274	1302	1290	82	6.4
SF4	1301	1354	1304	78	6.3
SF5	601	681	817	52	7.3
SF6	634	709	768	31	4.3
SF7	580	704	683	80	10.9
SF8	577	701	705	75	10.3
Toteutunut					
Kivi	1213*	1406*	1208*		
Puu	667*	748*	793*		

Kun verrataan taulukkoja 2 ja 3, havaitaan ennustevirheiden kalenterivuoden sisällä osittain kumoavan toisensa. Vertailun vuoksi kolmesta kalenterivuosiennusteesta lasketut tunnusluvut malleille SF9 ja SF10: molempien ennustevirheet olivat 550 000 m³ ja 4.4 prosenttia.

4. LOPPUKOMMENTTEJA

Estimoidut yksinkertaiset mallit ovat selitysasteiltaan melko hyviä ja useimmat parametriestimaatit poikkeavat merkitsevästi nolasta. Estimoitujen mallien yleistä mielekkyyttä on tilastotieteilijän vaikea arvioida, tehtävä sopisi paremmin rakennusalan asiantuntijoille. Erityisen tärkeää olisi pohtia esitettyjen viiverakenteiden järkevyyttä. Viiveiden tarkastelu olisi parempi suorittaa talotyypeittäin (omakotitalot, rivi- ja ketjutalot, kerrostalot) jaotellusta aineistosta, mutta käytettävissä olevat aikasarjat ovat liian lyhyet.

Ennusteväli jää melko lyhyeksi useimmissa malleissa. Välin pidentämistä voisi yrittää ainakin kahdella tavalla. Ensimmäinen, melko helposti toteutettavissa oleva mahdollisuus olisi pyrkiä kuukausittaisten rakennuslupatietojen avulla ennustamaan aloitettujen rakennusten määrä ja käyttää näitä edelleen ennustamisessa. Ennusteväli pitäisi oletettavasti n. 1-3 kuukaudella, mutta ennusteiden epävarmuus kasvaisi.

Toinen mahdollisuus olisi pyrkiä erilaisten taloudellisten muuttujien avulla ennustamaan aloitettujen rakennusten määrää. Ennusteväli saattaisi kasvaa huomattavastikin, epävarmuus luonnollisesti myös.

Tässä tutkimuksessa esitettyjen mallien kaltaiset mallit voidaan estimoida myös esim. teollisuus- ja liikerakennuksille, joista on saatavissa samanlaista tilastoaineistoa.

LIITE 1. Esivalkaistusta aineistosta lasketut asuntotuotantomuuttujien väliset ristikorrelaatiot

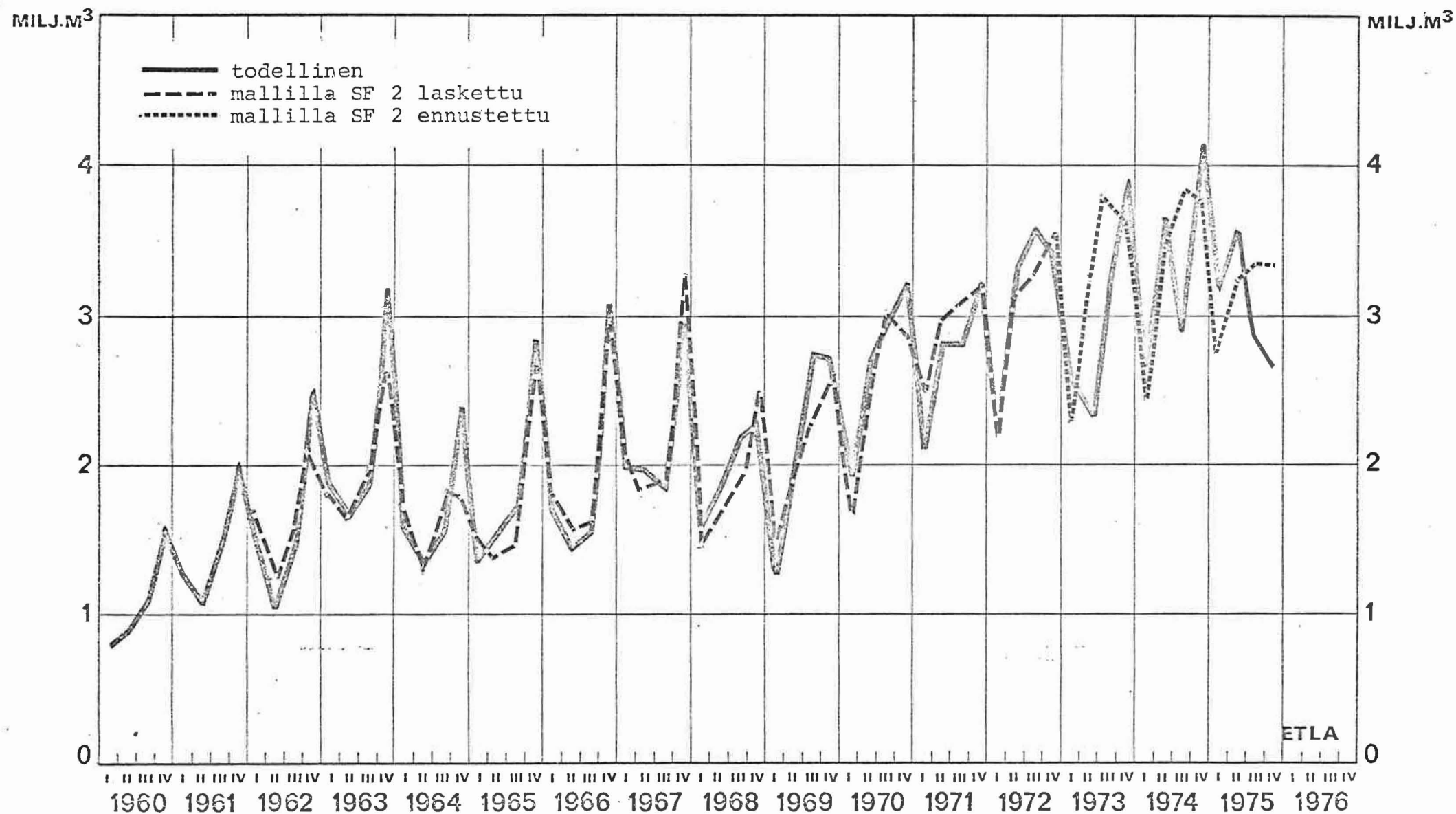
Viive neljännes- vuosina	KIVISET ASUINRAKENNUKSET			PUISET ASUINRAKENNUKSET		
	Myönnettyt luvat ja aloitetut rakennukset	Myönnettyt luvat ja valmistuneet rakennukset	Aloitettut ja valmistuneet rakennukset	Myönnettyt luvat ja aloitetut rakennukset	Myönnettyt luvat ja valmistuneet rakennukset	Aloitettut ja valmistuneet rakennukset
0	.74	-.01	.23	.58	.07	-.18
1	.01	-.06	.09	.15	-.06	-.21
2	-.01	.04	.24	.23	.09	.04
3	.11	.10	.48	.19	.03	.01
4	-.36	.32	.51	.19	-.08	.00
5	.05	-.00	.13	.24	.26	.04
6	.00	.08	.13	.15	.19	.06
7	-.05	.30	.32	.09	.17	-.11
8	-.08	-.20	-.01	.13	.14	-.08
9	-.05	-.18	-.16	.11	.03	.07
10	.11	-.20	-.02	.03	.03	.28
11	.04	-.24	-.01	.09	.12	.13
12	-.08	-.03	.04	.11	-.03	.01
13	.11	.19	-.02	-.01	.08	-.20
14	-.07	.08	-.00	.20	.11	-.23
15	-.13	-.06	-.23	-.08	-.09	-.12
16	.25	.18	.02	.15	.12	-.08
17	-.09	.05	.03	-.06	-.19	-.21
18	.06	.03	.01	.09	-.08	-.18
19	.03	-.02	-.10	-.07	-.12	-.09
20	-.02	-.03	-.06	.04	-.06	.03

Alleviivattujen kertoimien approksimatiivisen t-testisuureen arvo on vähintään kaksi. Jos kaikki t-testin edellyttämät vaatimukset olisi täytetty, merkitsisi kakkosen suuruinen testisuure sitä, että ao. kerroin poikkeaa nollasta yksisuuntaisessa testissä 2.5-5 prosentin merkitsevyystasolla.

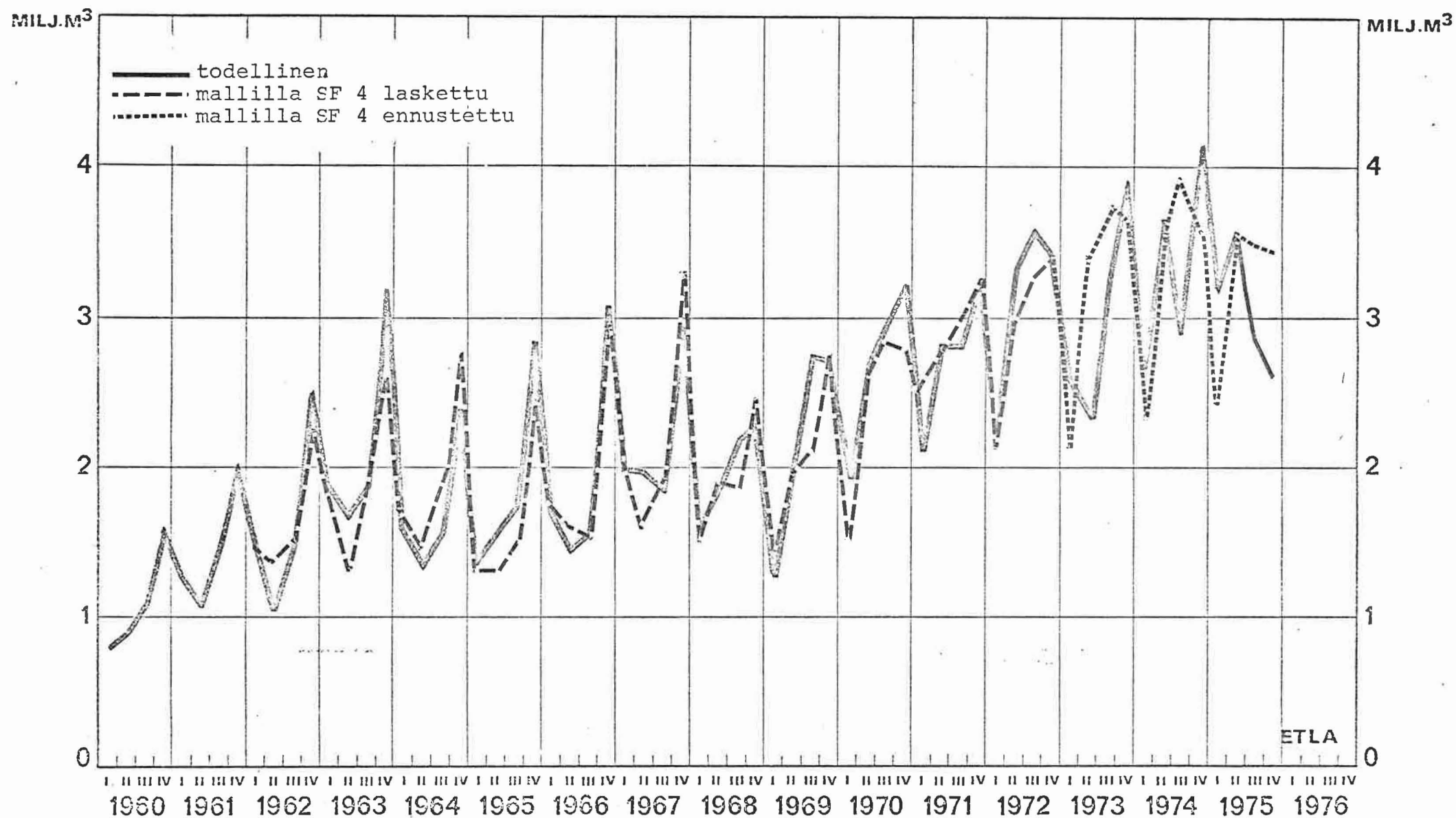
LIITE 2. ESTIMOIDUT SIIRTOFUNKTIONALLIT

MALLI	ESTIMOIDUT YHTÄLÖT JA PARAMETRIEN KESKIVIRHEET	Selityksaste (100 R ²) Residuaalien keskiarvo, 10 000 m ³	Keskimmääinen poikkeama, 10 000 m ³ Keskimmääinen suhteellinen poikkeama, %	Portmanteau- testi	
				Q	Vap. ast.
SF1	$\Delta VK_t = 0.216\Delta AK_{t-3} + 0.222\Delta AK_{t-4} + 0.218\Delta AK_{t-7} + 0.416a_{t-1} + a_t$ (0.062) (0.056) (0.057) (0.153)	87.2 % 2.9	20.3 9.6 %	15.7	19
SF2	$\Delta VK_t = 0.114\Delta AK_{t-2} + 0.233\Delta AK_{t-3} + 0.218\Delta AK_{t-4} + 0.206\Delta AK_{t-7} + 0.419a_{t-1} + a_t$ (0.054) (0.057) (0.053) (0.055) (0.146)	88.5 % 1.7	18.7 8.7 %	17.2	19
SF3	$\Delta VK_t = 0.099\Delta LK_{t-4} + 0.101\Delta LK_{t-7} + 0.541a_{t-1} + a_t$ (0.045) (0.046) (0.130)	82.1 % 7.5	22.0 10.7 %	8.9	19
SF4	$\Delta VK_t = 0.152\Delta LK_{t-3} + 0.162\Delta LK_{t-4} + 0.158\Delta LK_{t-7} + 0.412a_{t-1} + a_t$ (0.054) (0.047) (0.049) (0.153)	85.0 % 5.1	20.2 9.7 %	9.5	19
SF5	$\Delta VP_t = 0.640\Delta AP_{t-10} + 0.380\Delta AP_{t-11} + 0.479a_{t-1} + a_t$ (0.197) (0.194) (0.175)	91.2 % 1.7	11.9 11.3 %	10.9	19
SF6	$\Delta VP_t = 0.329\Delta AP_{t-2} + 0.465\Delta AP_{t-10} + 0.156\Delta AP_{t-11} + (1+0.494B)(1-0.35B^4)a_{t-1} + a_t$ (0.149) (0.167) (0.166) (0.151) (0.183)	92.1 % -0.1	10.9 10.9 %	4.7	18
SF7	$\Delta VP_t = 0.013\Delta LP_{t-2} + 0.324\Delta LP_{t-5} + 0.230\Delta LP_{t-6} + 0.512a_{t-1} + a_t$ (0.134) (0.134) (0.145) (0.137)	91.7 % 0.3	10.6 10.6 %	13.8	19
SF8	$\Delta VP_t = 0.328\Delta LP_{t-5} + 0.223\Delta LP_{t-6} + 0.511a_{t-1} + a_t$ (0.125) (0.130) (0.136)	91.7 % 0.3	10.6 10.6 %	13.6	19
SF9	$\Delta VKL_t = 0.362\Delta AKL_{t-3} + 0.295\Delta AKL_{t-4} + 0.183\Delta AKL_{t-7} + a_t$ (0.088) (0.088) (0.058)	88.5 % 9.7	46.7 5.4 %	32.1	20
SF10	$\Delta VKL_t = 0.518\Delta LKL_{t-4} + 0.179\Delta LKL_{t-7} + 0.457a_{t-4} + a_t$ (0.088) (0.070) (0.218)	82.6 % 25.4	58.6 6.9 %	21.0	19

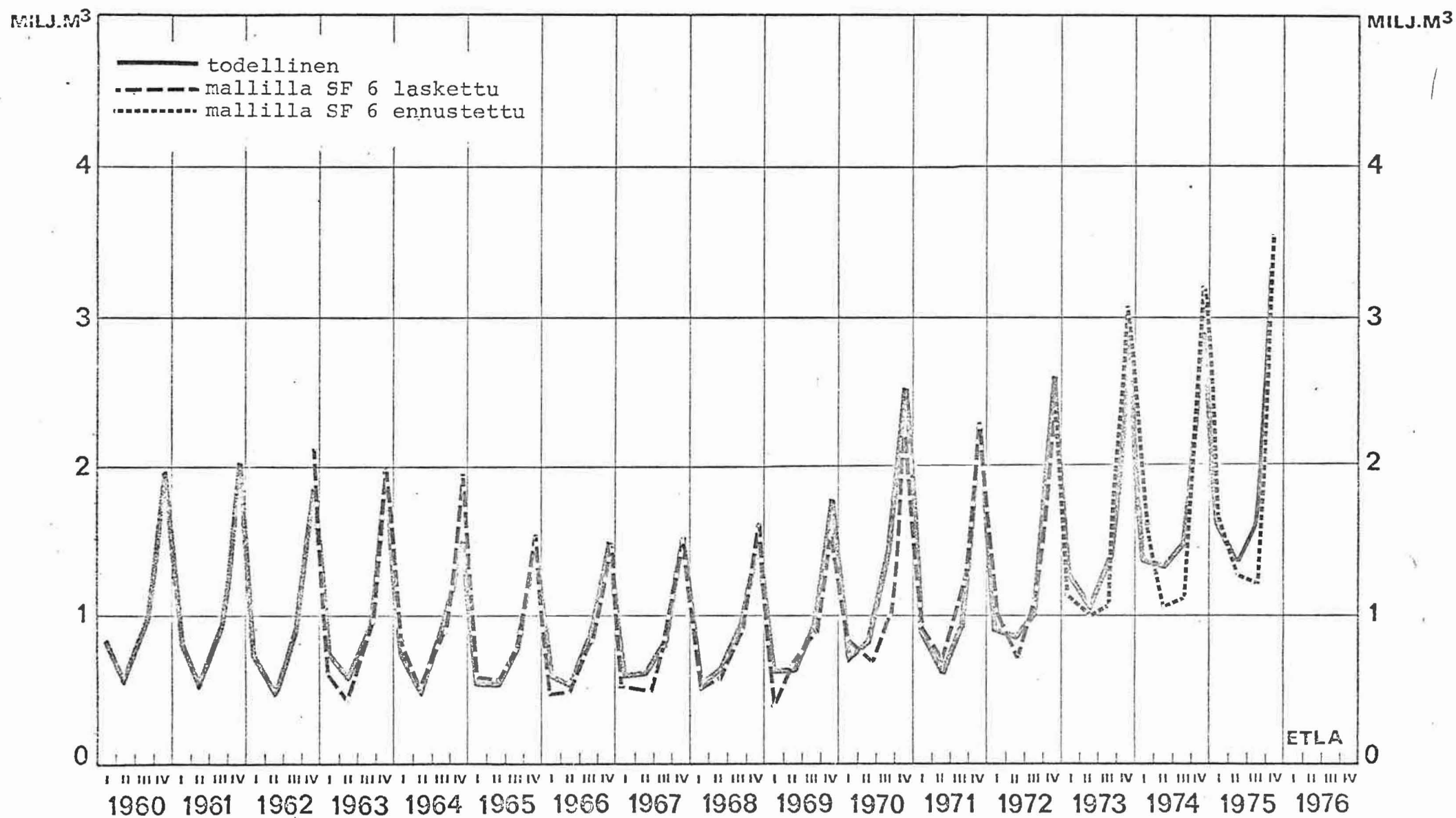
Liitekuvio 1. Valmistuneet kiviset asuinrakennukset vv. 1960-1975 , milj.m³



Liitekuvio. 2. Valmistuneet kiviset asuinrakennukset vv. 1960-1975, milj.m³



Liitekuvio 3. Valmistuneet puiset asuinrakennukset vv. 1960-1975 , milj. m³



Liitekuvio 4. Valmistuneet puiset asuinrakennukset vv. 1960-1975 , milj. m³

