

Keskusteluaiheita Discussion papers

Timo Teräsvirta

METSÄTEOLLISUUDEN TUOTANNON
VOLYYMIN ENNUSTAMINEN SUHDANNE-
BAROMETRIN MUUTTUJIEN AVULLA

No. 158

20.8.1984

Kiitän Osmo Soininvaaraa avusta havainto-
aineiston käsittelyssä.
Virheistä vastaan itse.

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



Metsäteollisuuden tuotannon volyymin ennustaminen suhdannebarometrin muuttujien avulla

Tiivistelmä. Tämän raportin aiheena on se, kuinka metsäteollisuuden tuotannon volyymille voidaan laatia määrällisiä lyhyen ajan ennusteita Teollisuuden keskusliiton suhdannebarometrin muuttujien avulla. Ensiksi tutustutaan käytettävään havaintoaineistoon ja sen ominaisuuksiin. Sen jälkeen esitellään käytettävä tilastollinen mallinrakennustekniikka. Keskeisenä ongelmana on havaintojen vähyys, jolla on huomattava vaikutus työn menetelmällisiin ratkaisuihin. Tulokset osoittavat ennustamisen kannalta parhaaksi barometrimuuttujien yhdistelyksi metsäteollisuuden tilauskannan seuraavan neljänneksen supistumisodotusten ja seuraavan neljänneksen tuotanto-odotusten yhdistelyn. Myös yksinään viennin kasvuun ja kasvuodotuksiin perustuva malli ennustaa hyvin. Mallien ennustustarkkuus on samaa luokkaa kuin metalliteollisuuden volyymin ennustusmallien, mitä voidaan pitää täysin tyydyttävänä saavutuksena. Vuoden 1983 tuotannon äkillinen kasvu tulee muodostetuilla malleilla melko hyvin ennustetuksi.

Abstract. This report discusses the problem of constructing quantitative short-term prediction models for the output of the Finnish forest industries using business survey data. Some of the properties of the data set are discussed first. Then the model building strategy is introduced. A central problem is the small number of observations which has considerably influenced the model selection procedure applied in the paper. The results show that best predictors among the business survey variables are the relative share of firms expecting a decrease in the order stock and the production expectations of the firms taken together. A model based upon the share of firms with increasing exports and expected increase in exports also predicts quite well. The forecasting accuracy of the models is about the same as that of earlier models built for predicting the output of the Finnish metal and engineering industries. This can be considered a satisfactory achievement. A sudden increase in output in 1983 is predicted quite accurately with models specified and estimated in the paper.

1. Ongelman esittely ja päätulokset

Tämä raportti on toinen sarjassa, joka käsittelee helppokäyttöisten lyhyen ajan ennustusmallien muodostamista teollisuustuotannon volyymille ja sen komponenteille TKL:n suhdannebarometrin muuttujia ennustavina muuttujina hyödyntäen. Ensimmäisessä työssä (Teräsvirta, 1984) on tarkasteltu metalliteollisuuden volyymien ennustamista, ja käsillä olevan raportin aiheena on metsäteollisuuden volyymien ennustaminen. Koko volyymien jako komponentteihin on kansantalouden tilinpidon mukainen ja osavolyymien aikasarjat ovat sen mukaisia.

Teräsvirta (1984) on luonnehtinut käsiteltävän ennustamisongelman merkitystä ja sen tutkimisen syitä. Niihin ei sen takia tässä enää yhtä laajasti puututa. Mainittakoon kuitenkin teollisuustuotannon volyymien lyhyen ajan ennusteilla olevan merkitystä ETLAn kokonaistaloudellisen suhdanne-ennusteen laadinnassa.

Barometrimuuttujien hyödyntäminen mahdollistaa ainakin teoriassa tuoreeseen tietoon perustuvien lyhyen ajan volyymiennusteiden tuottamisen ja neljännesvuosittaisen päivittämisen.

Barometrimuuttujien tähänastisesta käytöstä ekonometrisessä tutkimuksessa on mainintoja artikkeleissa Teräsvirta (1983, 1984).

Rakennettaessa barometrimuuttujiin perustuva ennustusmalleja metsäteollisuuden volyymille on keskeisenä ongelmana havaintojen vähyys. Se asettaa omat rajoituksensa mallien rakentamismenetelmille. Kokeilujen päätuloksena on, että metsäteollisuuden tilauskannan supistumisesta odottavien yritysten suhteellinen osuus yhdessä teollisuuden omien tuotanto-odotusten kanssa ovat parhaiten volyymia

ennustavat barometrimuuttajat. Sen sijaan tuotanto-odotukset yksinään ennustavat seuraavan neljänneksen volyymin huomattavasti epätarkemmin kuin edellä mainittu yhdistely. Myös viennin kasvu ja kasvuodotukset näyttävät olevan ennustamisen kannalta hyödyllisiä muuttujia.

Parhaiden mallien ennustustarkkuutta vuosina 1981-1983 voidaan pitää täysin tyydyttävänä. Se on osapuilleen sama kuin metalliteollisuuden vastaavilla malleilla, vaikka metsäteollisuuden mallien jäännöksissä on enemmän satunnaisvaihtelua kuin metalliteollisuuden mallien.

Raportin rakenne on seuraava: Toisessa luvussa esitellään havaintoaineisto. Kolmannessa luvussa käsitellään Teräsvirran (1984) mallinrakennustekniikkaa ja sitä, miksi se ei sellaisenaan sovellu nyt käsillä olevan ongelman ratkaisemiseen. Kahdessa seuraavassa luvussa esitetään tässä käytettävä muunnettu tekniikka. Kuudes luku sisältää pääasiassa tietoja volyymin ARMA-malleista, ja varsinaiset ennustusmallit sisältyvät seitsemänteen lukuun. Kahden viimeisen luvun aiheena ovat muodostettujen mallien ennustusominaisuudet ja niiden arviointi.

2. Aineisto

Tässä raportissa ennustettava muuttuja on metsäteollisuuden tuotannon neljännesvuosittainen volyymi (value added) kansantalouden tilinpidon mukaisena. Ennustaviksi muuttujiksi ehdolla olevat aikasarjat ovat suhdannebarometrin kysymysten vaihtoehtoisten vastausten suhteellisia osuuksia. Tutkimuksen ulkopuolelle on jätetty lyhyen ajan ennustamisen kannalta vähäarvoiset kysymykset 7, 9 ja 10 eli samat kuin metalliteollisuuden volyymia ennustettaessa (Teräsvirta, 1984).

Suhdannebarometrin tässä työssä tarkasteltaviin kysymyksiin on yleensä kolme vastausvaihtoehtoa. Ne ovat "suurempi", "yhtä suuri" ja "pienempi" tai vastaava yhdistelmä. Poikkeuksena on mukana olevista kysymyksistä käyttämätöntä tuotantokapasiteettia koskeva kysymys 3. Sen kohtiin A ja B ovat vastausvaihtoehdot yksinkertaisesti "kyllä" ja "ei". Niin ollen muuttujaksi riittää "kyllä"-vastausten liikevaihdolla painotettu suhteellinen osuus. Huomautettakoon, että kaikki käytettävät suhteelliset osuudet ovat jokseenkin samoja kuin barometrin laatijoiden painotuksiin perustuvat.¹⁾ Tämä mahdollistaa osaltaan seuraavan neljänneksen volyymiennusteen nopean laskemisen heti suhdannebarometrin vastausten tultua Teollisuuden keskusliitossa käsitellyiksi. Suhdannebarometrissa julkaistavia suhteellisia osuuksia voidaan nimittäin heti käyttää muuttujan arvoina tämän työn malleissa.

Tutkimuksen aineisto on peräisin ajalta 1976/1-1983/4 ja julkaistu suhdannebarometreissa (TKL, 1976-83). Havaintoajanjakson alkamisen on sanellut se, että kysely on vasta vuoden 1976 alussa laajentunut puunjalostusteollisuuden yritykset käsittäväksi. Aikaisempia saman aikasarjan havaintoja ei niin ollen ole vastaajapohjan kapeuden vuoksi voitu hyödyntää. Metsäteollisuuden volyymin neljännesvuosittaiset vuosimuutokset ovat kuviossa 1. Samaan kuvioon on piirretty kysymyksen 1B, "tuotanto verrattuna edellisen vuoden vastaavaan neljännekseen", saldoluvut. Käyrät myötäilevät melko hyvin toisiaan: yhteensopivuus on erityisesti ajanjakson lopulla parempi kuin metalliteollisuudessa. Selvimmät poikkeukset ovat vuodelta 1976, jolloin volyymin kasvuvauhti edellisen vuoden laman jälkeen on ollut niin korkea, ettei kolmiarvoisiin vastauksiin perustuva saldoluku ole riittänyt sen määrälliseen kuvaamiseen.

Lyhyet aikasarjat hankaloittavat ennustusmallien rakentamista verrattuna metalliteollisuuden tilanteeseen. Vaikeuksista tulee puhetta myöhemmin. Tässä työssä on kaikesta huolimatta sovellettu samaa muuttujien muodostamisperiaatetta kuin raportissa Teräsvirta (1984). Ennustavina muuttujina ei käytetä vakiintuneen tavan mukaisesti saldolukuja eli vastausten "suurempi" ja "pienempi" painotettujen suhteellisten osuuksien erotuksia, vaan nämä suhteelliset osuudet ovat ainakin aluksi erillisiä muuttujia malleissa. Ratkaisua voidaan perustella sillä, etteivät mainitut osuudet nähtävästi aina sisällä volyymin ennustamisen kannalta yhtä arvokasta tietoa. Erot saattavat olla huomattavia.

Asia käy ilmi osittain jo suhteellisten osuuksien keskiarvoista ajalta 1976/1-1981/4. Luvut ovat taulukossa 1. Tuotannon volyymi on kasvanut tuona aikana kuutisen prosenttia vuodessa. Yli puolet (0,54) liikevaihdolla painotetuista alan yrityksistä on ilmoittanut tuotannon kasvua verrattuna edellisen vuoden vastaavaan ajankohtaan ($P1B^+$). (Tutkimuksen muuttujat on määritelty liitteessä 1.) Tuotannon supistumista raportoineiden yritysten osuus ($P1B^-$) on ollut 0,23. Vastaavasti 39 prosenttia yrityksistä on arvioinut vientinsä kasvaneen edelliseen neljännekseen verrattuna ($P8A^+$), kun taas sen supistumista ($P8A^-$) on ilmoittaneiden keskimääräinen osuus on 0,22. Kuva muuttuu kuitenkin tarkasteltaessa tulevaisuudennäkymiä. Tuotannon kasvua ($P2A^+$) ja supistumista ($P2A^-$) seuraavalla neljänneksellä odottavien yritysten osuudet ovat 0,29 ja 0,24. Viennin osalta vastaavat ($P8B^+$ ja $P8B^-$) luvut ovat 0,26 ja 0,22. Alan tulevaisuudennäkymien kohenemista ($P11^+$) on odottanut vain runsas viidennes yrityksistä, kun taas niiden heikkenemistä havaintoajanjakson kestäessä ennusteiden osuus on neljännes.

Ennustamiselle on siis ollut tunnusomaista selvä varovaisuus. Supistumista ja heikkenemistä ennustaneiden yritysten osuus saattaa silloin olla selvästi mielenkiintoisempi muuttuja kuin kasvua ennustaneiden osuus, eikä niiden yhdistäminen saldoluvuksi olisi sen takia perusteltua.

Muuttujien korrelaatiomatriisi (taulukko 2) saattaa antaa vihjeitä siitä, kuinka yritysten odotukset muodostuvat. Kovin pitkälle ulottuvat johtopäätökset on kuitenkin syytä jättää tekemättä, kun kyseessä on yksi ainoa kahden autokorreloituneen aikasarjan välinen ristikorrelaatio. Pantakoot silti merkille alan tulevaisuudennäkymien korkeat korrelaatiot tilauskannan toteutuneiden muutosten ($P4A^+$ ja $P4A^-$) kanssa ja tilauskannan odotettujen muutosten ($P4B^+$ ja $P4B^-$) korrelaatiot vientimuuttujien $P8C^+$ ja $P8C^-$ (viennin muutos neljänneksellä $t+2$ neljännekseen $t+1$ verrattuna) kanssa. Lisäksi nähdään tuotannon ja viennin seuraavan neljänneksen kasvuodotusten ($P2A^+$ ja $P8B^-$) olevan selvästi voimakkaammin korreloituneita kuin metalliteollisuudessa, jossa vastaava luku on 0,565 (Teräsvirta, 1984). Luku kuvastanee osaltaan viennin suurempaa suhteellista merkitystä metsäteollisuudessa. Toisaalta metalliteollisuudessa havaittu tilauskannan ja odotetun tuotannon välinen korkea korrelaatio ei enää ole samaa suuruusluokkaa metsäteollisuudessa.

3. Aikaisempi mallinrakennustekniikka

Kuten alussa on mainittu, on tämän työn päämääränä muodostaa lyhyen ajan ennustusmalleja metsäteollisuuden volyyminlle käyttämällä barometrimuuttujia ennustavina muuttujina. Ennalta ei ole ollut

mahdollista tietää, mitkä tarkasteltavista muuttujista eivät lainkaan korreloi volyymin kanssa. Rakennettavien mallien viipymärakennetta ei myöskään haluta kokonaan kiinnittää etukäteen.

Nämä seikat yhdessä havaintojen alhaisen lukumäärän kanssa johtivat Teräsvirran (1984) soveltamaan hierarkkista mallinrakennusmenettelyä metalliteollisuuden ennustusmallien muodostamiseksi. Ensін erotettiin joukosta ne barometrimuuttujat, jotka eivät korreloineet volyymin kanssa. Jäljelle jääneistä muuttujista löydettiin ne viipymät, jotka ennustivat volyymin kehitystä. Tämä tapahtui muuttuja kerrallaan. Sitten yhdistettiin ennustavat viipymät kahdessa vaiheessa samoihin ennustusmalleihin selittäviksi muuttujiksi: kummassakin vaiheessa poistettiin malleista yhdistämisen jälkeen tarpeettomiksi osoittautuneet muuttujat ja viipymät. Niin päädyttiin lopullisiin ennustusmalleihin, joiden ennustuskyky testattiin estimointiajanjakson ulkopuolella.

Käytettyä tekniikkaa on perusteltu havaintojen pienellä määrällä verrattuna tarjolla olevien muuttujien määrään. Ongelma kärjistyy metsäteollisuudessa, sillä käytetyt aikasarjat ovat vielä 12 vuosineljänneestä lyhyempiä kuin metalliteollisuuden sarjat. Metsäteollisuuden havainnoilla suoritettut kokeilut osoittivat, ettei edellä kuvattu mallinrakennustekniikka enää toimi vaan johtaa ylisovitettuihin, liian runsasmuuttujaisiin malleihin. Siksi on ollut välttämätöntä kehittää menettely, joka entisestään rajoittaa vaihtoehtoisten mallien määrää ja suosii vähäparametrisia malleja. Viidennessä luvussa käsitellään valittua tekniikkaa hiukan lähemmin.

4. Muuttujien muunnokset

Ennen mallien rakentamisen aloittamista on ennustettavalle muuttujalle, metsäteollisuustuotannon volyymin logaritmillemme y_t , suoritettava sopiva muunnos. Muuttujalla on nimittäin havaintoajanjaksolla positiivinen trendi (ks. taulukko 1), kun taas barometrimuuttujien arvot ovat suhteellisia osuuksia ja siis nollan ja ykkösen välissä. Tavanomainen ratkaisu trendin poistamiseksi on muuttujan differensointi. Ensimmäinen differenssi $\nabla y_t = y_t - y_{t-1}$ on jossakin mielessä luonnollinen valinta, koska suurin osa suhdannebarometrin kysymyksistä koskee muutosta edelliseen tai seuraavaan neljänneksen verrattuna. Ennustavat muuttujat voidaan silloin hiukan väljästi tulkiten katsoa ensimmäisiksi differensseiksi.

Toinen, ennustettavan muuttujan kausivaihtelu huomioon ottaen varteenotettava vaihtoehto on neljän neljänneksen differenssi $\nabla_4 y_t = y_t - y_{t-4}$. Merkitään "ensimmäisen differenssin" barometrimuuttujaa symbolilla x_t . Silloin muuttujaa $\nabla_4 y_t$ loogisesti vastaava barometrimuuttujan muunnos on $\bar{x}_t = x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + x_{t-3}$, koska neljän neljänneksen pituinen differenssi on neljän peräkkäisen ensimmäisen differenssin summa. Merkitään toteutunutta muutosta edelliseen neljänneksen verrattuna ajankohtana t kuvaavaa barometrimuuttujaa symbolilla $x_{t|t-1}$ odotettua muutosta seuraavaan neljänneksen verrattuna kuvaavan muuttujan ollessa $x_{t+1|t}$. Tällöin voidaan muodostaa sekä neljän neljänneksen "differenssi"

$$\bar{x}_{t|t-4} = x_{t|t-1} + x_{t-1|t-2} + x_{t-2|t-3} + x_{t-3|t-4} \quad (4.1)$$

että "differenssi"

$$\bar{x}_{t+1}^* = x_{t+1}^* | t + x_t | t-1 + x_{t-1} | t-2 + x_{t-2} | t-3 \quad (4.2)$$

Muodostettavissa muuttujan $\nabla_4 y_t$ ennustusmalleissa esiintyy $\bar{x}_t^* | t-1$ ilman viipymiä: tällä tavalla supistuu tarjolla olevien vaihtoehtoisten mallien lukumäärä. Sen sijaan differenssi (4.1) voi esiintyä useammalla kuin yhdellä neljänneksellä viivästettynä, koska viipymän pituutta ei toteutuneen kehityksen osalta sanele mikään käyttökelpoinen teoria.

5. Uusi mallinrakennustekniikka

Kuten metalliteollisuuden kohdalla on nytkin tavoitteena muodostaa lineaarisia ennustusmalleja, joiden jäännökset ovat korreloimattomia ajassa. Ennustettavan muuttujan viipymät ovat puolestaan sallittuja selittäjiä samoin kuin ennustavienkin. Jäännösprosessin rajoittamiseen valkoiseksi kohinaksi on ainakin kaksi syytä. Ensinnäkin havaintoja on niin vähän, ettei vapausasteiden käyttö jäännösprosessin parametrisointiin tunnu järkevältä ajatukselta. Toiseksi erilaisia malleja on helpompi vertailla toisiinsa niiden jäännösprosessin ollessa samaa tyyppiä. Jäännösten korreloimattomuusoletuksen paikkansapitävyys testataan jälkikäteen käyttämällä sopivaa LM-testiä (Harvey, 1981, s. 276-277). Testin antaessa merkkejä jäännösten autokorreloituneisuudesta jatketaan rakenteen täsmentämistä, kunnes löydetään vaatimukset täyttävä malli.

Edellä on todettu ettei Teräsvirran (1984) soveltama mallinrakennusmenettely johda metsäteollisuuden aikasarjoihin

sovellettuna tyydyttäviin tuloksiin. Siitä on ollut välttämätöntä kehittää vaihtoehtoja aikaisempaa voimakkaammin rajoittava muunnelma. Mallinrakentamisen ensimmäisenä vaiheena on nytkin yhden barometrimuuttujan (YBM-)mallien muodostaminen tehokkaan havaintoajanjakson²⁾ ollessa 1977/1-1981/4. Näillä malleilla ennustetaan vuoden 1982 neljännekset. YBM-mallit estimoidaan sen jälkeen uudestaan rakenteeseen koskematta havainnoista 1977/1-1982/4. Saaduilla malleilla ennustetaan sitten vuoden 1983 neljännekset. Mikäli YBM-mallin ennusteet ovat kumpanakin vuonna tarkempia kuin vastaavien ARMA-mallien, hyväksytään muuttuja jatkotarkasteluihin. Vuonna 1983 on vaadittavan parannuksen ARMA-malleihin verrattuna kuitenkin oltava huomattava, koska ARMA-mallit epäonnistuvat silloin pahoin käänteen ennustamisessa. Jatko tapahtuu kuten raportissa Teräsvirta (1984): jatkoon hyväksytyjä muuttujia ja viipymiä sijoitetaan selittäjiksi samoihin malleihin ja tarpeettomat viipymät karsitaan pois. Lopulliset mallit hyväksytään raportoitaviksi vain, jos niiden ennustuskyky täyttää vaatimukset.

Mainittakoon, että vuosi 1983 on erittäin hyvä mallien ennustuskyvyn tarkistin. Syy tähän selviää kuvioista 1, josta näkyy metsäteollisuuden volyymin kääntymisen ripeään kasvuun vuoden toisella neljänneksellä. Kunnollisten ennustusmallien on osattava ennustaa tämä käänne.

6. Ennustuskyvyn arvioinnissa käytettäviä malleja

Kuten on käynyt ilmi, käytetään rakennettavien ennustusmallien vertailupohjana ARMA-malleja. Sellaiset on muodostettu erikseen

logaritmisen volyymin ensimmäisille ja neljän neljänneksen differensseille. Tehokkaan estimointiajanjakson ollessa 1977/1-1981/4 on volyymin ensimmäiselle differenssille ∇y_t pienimmän neljösumman keinolla estimoitu malli

$$\nabla y_t = 0,52\nabla y_{t-4} + a_t \quad (6.1)$$

(0,15)

$$s = 0,060, \text{ LM}(4) = 2,21 (0,31), \text{ SBIC} = -110,6,$$

jossa kerroinestimaatin alapuolella on sulkeissa estimaattorin keskihajonnan estimaatti, s on mallin jäännöskeskihajonta, ja $\text{LM}(k)$ on edellä mainittu, jäännösten korkeintaan k :nnen asteen autokorreloituneisuuden testisuure (sulkeissa oleva luku on vastaava nollahypoteesin mukaisen asymptoottisen jakauman kertymäfunktion arvo). SBIC on Schwarzin mallinvalintakriteerin arvo, ks. Judge ym. (1980, 11. luku). SBIC:n käyttöä barometrimuuttujiin perustuvien ennustusmallien rakentamisessa on perusteltu raportissa Teräsvirta (1984).

Neljän neljänneksen differenssin $\nabla_4 y_t$ kohdalla on tehty poikkeus säännöstä, jonka mukaan muodostettavien mallien jäännökset ovat valkoista kohinaa koko dynamiikan ollessa rakenteessa. Tämä johtuu siitä, että muuttujan $\nabla_4 y_t$ autokorrelaatiofunktio (akf) on tyypiltään MA(1)-prosessin akf:n kaltainen eikä AR-mallin sovittaminen tuota riittävän hyviä tuloksia. Niinpä differenssille $\nabla_4 y_t$ saatiin täsmällisellä suuren uskottavuuden menetelmällä³⁾ havainnoista 1976/1-1981/4 estimoiduksi MA(1)-malli

$$\nabla_4 y_t = a_t + 0,60a_{t-1} \quad (6.2)$$

$$(0,14)$$

$$s = 0,065, Z(7) = 5,8 (0,43).$$

jossa $Z(\cdot)$ on jäännösten korreloimattomuutta testaava Box-Ljungin testisuure (Ljung ja Box, 1978) (sulkeissa oleva luku on testisuureen arvoa vastaava, nollahypoteesin mukaisen asymptoottisen jakauman kertymäfunktion arvo). Sen perusteella voidaan mallia pitää riittävänä. Sekä (6.1) että (6.2) ovat rakenteeltaan hyvin yksinkertaisia malleja. Niiden tuottamat ennusteet vuodelle 1982 ovat taulukossa 5. Ennusteisiin palataan myöhemmin.

ARMA-mallien ennusteiden tarkkuus on alaraja, joka barometrimuuttujia sisältävällä malleilla on ylitettävä. Muuten ei barometrimuuttujiin perustuvia malleja voida pitää käyttökelpoisina metsäteollisuuden volyymin ennustamisessa. Tarkkuuden ylärajaksi voidaan ainakin alustavasti katsoa malli, jossa selittävänä muuttujana on tuotannon muutosta edellisen vuoden vastaavaan neljännekseen kuvaava saldoluku PIB. Se on teollisuuden oma arvio toteutuneesta tuotannostaan ja niin ollen ainakin teoriassa parhaiten volyymia ennustava barometrimuuttuja. Sanapariin "ainakin teoriassa" sisältyvä varaus on tarpeen siksi, ettei juuri esitetty väite ylärajasta käytännössä päde metalliteollisuuden volyymin kohdalla (Teräsvirta, 1984).

Metsäteollisuuden vastaavan mallin yhtälö (tehokas estimointiajanjakso on 1976/1-1981/4) on

$$\nabla_4 y_t = 0,012 + 0,16PIB_t + a_t \quad (6.3)$$

$$(0,0097)(0,019)$$

$$s = 0,040, LM(4) = 4,95 (0,71), SBIC = -125,0.$$

Mallin (6.3) vakio kertoo, että metalliteollisuuden vastauksissa ilmennyt todellisen tuotannon aliarviointi on metsäteollisuuden kohdalla selvästi lievempi. Metalliteollisuuden volyymin vastaavan yhtälön vakio oli $0,035 \pm 0,0058$ (Teräsvirta, 1984) eli saldoluvun osoittaessa nolaa on volyymi kasvanut keskimäärin 3,5 prosentin vuosivauhtia. Mallilla (6.3) vuodeksi 1982 saadut ennusteet ovat varsin tarkkoja, kuten taulukko 5 osoittaa. On kuitenkin korostettava sitä, ettei (6.3) ole varsinainen ennustusmalli, koska saldoluku on siinä viivästämätön. Sen sijaan sillä saadaan nopea arvio metsäteollisuuden tuotantovolyymin jollakin neljänneksellä heti neljänneksen päättymisen jälkeen suhdannebarometrin tietojen ollessa käytettävissä.

7. Lopulliset ennustusmallit

Barometrimuuttujia sisältäviä malleja on rakennettu differensseille ∇y_t ja $\nabla_4 y_t$. Jälkimmäinen differensointi johti keskimäärin lupaavampiin malleihin. Kuitenkin myös valitsemalla ∇y_t ennustettavaksi muuttujaksi saatiin täsmennetyksi yksi hyväksyttävä ennustusmalli, johon palataan jäljempänä. Ensin käsitellään kuitenkin muuttujan $\nabla_4 y_t$ malleja.

Kuten edellä on mainittu, on malleja rakennettaessa ensin muodostettu muuttujalle $\nabla_4 y_t$ YBM-mallit jokaisen barometrimuuttujan⁴⁾ ollessa vuorollaan ennustavana muuttujana. Taulukosta 3 näkyy, että SBIC-luvulla mitattuna kaikilla barometrimuuttujilla on ennustuskykyä. Niiden SBIC-arvot ovat pienemmät kuin AR(1)-mallin, joka on huonompi vaihtoehto kun edellä mainittu MA(1) mutta rakenteeltaan

vertailukelpoinen YBM-mallien kanssa. Huomattakoon, että barometrimuuttujat $P6B^+$ ja $P6B^-$ esiintyvät malleissa sellaisinaan, koska ne kuvaavat muutosta edellisen vuoden vastaavaan neljännekseen verrattuna. Samoin on muuttujien $P11^+$ ja $P11^-$ laita. Niitä vastaavan kysymyksen (alan suhdannenäkymien muutos lähitulevaisuudessa) aikajännettä ei ole kyselylomakkeessa täsmällisesti määritelty, mutta sen voidaan käytännössä aavistaa olevan yhtä vuosineljänneestä pitempi.

Useat YBM-mallit toimivat kuitenkin epätydyttävästi estimointiajanjakson ulkopuolella. Tämä näkyy taulukosta 4, joka sisältää vuosien 1982 ja 1983 ennusteiden tunnuslukuja eli itseisten ennustusvirheiden mediaanin ja keskiennustusvirheen.⁵⁾ Esimerkiksi muuttujaan $P6B^+$ perustuva malli tarjoaa hyvän historiallisen selityksen mutta ei ennusta vuoden 1983 nousua. Tilauskantamuuttujat $PS4BA^+$ ja $PS4BA^-$ eli tilauskannan muutoksen ennusteesta ja kolmesta edellisestä toteutuneesta muutoksesta kokoonpannut "differentssit" näyttävät lupaavimmilta ennustavilta muuttujilta. Vuoden 1983 suuri keskiennustusvirhe mediaaniin verrattuna johtuu näihin muuttujiin perustuvien mallien kohdalla siitä, että mallit myöhästyvät yhdellä neljänneksellä vuoden 1983 nousun ennustamisessa. Toista neljänneestä lukuun ottamatta vuoden 1983 ennusteet ovat varsin tarkkoja. Kaikkiaan voidaan vain muuttujilla $PS21A^+$, $PS21A^-$, $PS4A^-$, $PS4BA^+$, $PS4BA^-$, $PS8A^+$ ja $PS8BA^+$ katsoa päästävän tyydyttäviin ennusteisiin kumpanakin vuonna.

Yhdistettäessä muuttujia samaan mallin käy selville, että muuttuja $PS4BA^-$ sulkee pois muuttujan $PS4BA^+$. Toisaalta osoittautuu, että tuotanto-odotuksissa ei voida hylätä hypoteesia, jonka mukaan

muuttujien $PS21A^+$ ja $PS21A^-$ regressiokertoimet ovat yhtä suuret mutta vastakkaismerkkiset. Niin ollen saldoluku $PS21A = PS21A^+ - PS21A^-$ on tässä käyttökelpoinen selittävä muuttuja.

Jos $PS21A$ ja $PS4BA^-$ yhdistetään samaan malliin, ei kumpikaan selittäjä ole merkitsevä. Estimoitu malli (ajanjaksolta 1977/1-1981/4) on

$$\begin{aligned} \nabla_4 y_t &= 0,10 + 0,040PS21A_{t-1} - 0,052PS4BA_{t-1}^- + a_t & (7.1) \\ & \quad (0,080)(0,042) \quad (0,050) \\ s &= 0,047, LM(4) = 1,35 (0,15), SBIC = -115,6. \end{aligned}$$

Poistettaessa hiukan heikompi selittäjä $PS21A_{t-1}$ mallista on tuloksena YBM-malli

$$\begin{aligned} \nabla_4 y_t &= 0,17 - 0,097PS4BA_{t-1}^- + a_t & (7.2) \\ & \quad (0,023)(0,018) \\ s &= 0,047, LM(4) = 2,42 (0,34), SBIC = -118,7. \end{aligned}$$

Pelkkiin tuotanto-odotuksiin perustuva malli on kaikessa yksinkertaisuudessaan

$$\begin{aligned} \nabla_4 y_t &= 0,096PS21A_{t-1} + a_t & (7.3) \\ & \quad (0,012) \\ s &= 0,047, LM(4) = 0,89 (0,07), SBIC = -119,0. \end{aligned}$$

Mallin (7.3) SBIC-arvo on jopa hiukan pienempi kuin mallin (7.2). Ennustusominaisuuksiltaan (7.2) kuitenkin voittaa tuotanto-odotuksiin perustuvan mallin.

Mainittakoon hierarkkisen mallinrakennustekniikan johtavan malleihin, joissa vientimuuttuja $PS8A^+$ säilyy mukana. Tällaisten mallien ennustusominaisuudet eivät kuitenkaan ole tyydyttävät, joten niitä ei tässä lähemmin esitellä.

Valittaessa ennustettavaksi muuttujaksi ∇y_t ovat vientimuuttujat $P8A^+$ ja $P8B^+$ ainoat muuttujat, joihin perustuvilla YBM-malleilla saadaan tyydyttävästi ennustetuksi sekä vuoden 1982 että vuoden 1983 kehitys. Huomattakoon, että mallinrakennustekniikka tuotti vientimuuttujiin perustuvia malleja myös ennustettavan muuttujan ollessa $\nabla_4 y_t$, mutta silloin eivät mallien ennustusominaisuudet olleet hyväksyttävät. Tälle ilmiölle ei toistaiseksi ole luontevaa selitystä. Sijoittamalla muuttujat $P8A^+$ ja $P8B^+$ samaan malliin aikaisemmin kuvatulla tavalla ja estimoimalla parametrit havainnoista 1977/1-1981/4 on tuloksena malli

$$\begin{aligned} \nabla y_t = & - 0,12 - 0,91\nabla y_{t-1} - 0,59\nabla y_{t-2} - 0,70\nabla y_{t-3} \\ & (0,033)(0,16) \quad (0,11) \quad (0,13) \\ & + 0,23P8A_{t-1}^+ + 0,17P8A_{t-3}^+ - 0,16P8A_{t-4}^+ \\ & (0,066) \quad (0,067) \quad (0,065) \\ & + 0,14P8B_{t-1}^+ + 0,16P8B_{t-2}^+ + a_t \end{aligned} \quad (7.4)$$

$$s = 0,040, LM(4) = 4,89 (0,70), SBIC = - 113,4.$$

Mallin (7.4) ja muiden mallien ennustusominaisuuksia arvioidaan yksityiskohtaisesti seuraavassa luvussa.

8. Mallien ennustusominaisuudet

Mallien ennustusominaisuuksien selvittämiseksi on menetelty seuraavasti. Neljänneksen 1981/4 päättyvän estimointiajanjakson malleilla on ensin ennustettu vuoden 1982 neljännekset. Sitten mallien parametrit on estimoitu uudestaan rakenteeseen koskematta neljänneksen 1982/4 päättyvällä aineistolla ja ennustettu vuoden 1983 neljännekset. Lopuksi on otettu askel taaksepäin, estimoitu mallit rakennetta muuttamatta vuoden 1980 loppuun päättyvällä aineistolla ja ennustettu vuoden 1981 havainnot. Kolmen vuoden ennustusvirheiden avulla on toivottu saatavan mahdollisimman selkeä kuva eri rakenteiden otoksen ulkopuolisista ominaisuuksista.

Ennustusvirheiden sisältämän tiedon tiivistämiseen on käytetty edellä mainittua kolmea tunnuslukua, ennustusvirheiden mediaania, niiden itseisarvojen mediaania ja keskiennustusvirhettä. Tunnuksien arvot ovat taulukossa 5. Niistä käy ensinnäkin ilmi se, että barometrimuuttujia sisältävät mallit ovat ennustusominaisuuksiltaan selvästi parempia kuin ARMA-mallit. Ero korostuu etenkin vuonna 1983, jolloin volyyymi kääntyi pitkän laskun jälkeen uudestaan voimakkaaseen nousuun (kuvio 1). Mallit (6.1) ja (6.2) epäonnistuvat tämän käänneasteen ennustamisessa, kuten odotettavissa onkin. Mallien (7.1-4) kohdalla havaitaan se, ettei pelkkään tuotanto-odotusten saldolukuun perustuva malli (7.3) ennusta hyvin vuoden 1983 tuotannon nousua. Ennusteet jäävät toteutuneen kehityksen alapuolelle, kuten ennustusvirheiden mediaanikin osoittaa. Tämä saattaa johtua paitsi varovaisuudesta kasvua ennustettaessa myös siitä, että käänne on ollut liian nopea ja raju tullakseen kokonaan näkyviin kolmiarvoisella muuttujalla

mitattuna. Tarkasteltaessa vuosidifferenssin $\nabla_4 y_t$ ennustusmalleja suoriutuu vuodesta 1983 parhaiten malli (7.2), jossa ennustavana muuttujana on $PS4BA^-$, tilauskannan vähenemisodotukset. Sitäkin parempi on malli (7.4), jolla vuoden 1983 hankala toinen neljännes tulee ennustetuksi vain runsaan neljän prosentin virheellä ja muut neljännekset hyvin tarkasti, kuten itseisten ennustusvirheiden mediaani (0,017) osoittaa.

Vuosien 1981 ja 1982 ennustaminen onnistuu parhaiten malleilla (7.1) ja (7.4), joista edellisessä ei ole yhtään merkittävää selittäjää. Näinä vuosina mallilla (7.1) päästään jopa hiukan parempiin tuloksiin kuin teoriassa parhaan ennustustarkkuuden omaavalla mallilla (6.3), joka ei, kuten on mainittu, ole varsinainen ennustusmalli. Vuoden 1983 ennustusvirheet ovat mallin (6.3) kohdalla pienimmät. On huomattava, että tälläkin mallilla tulee vuoden 1983 toinen neljännes aliarvioituksi runsaalla neljällä prosentilla. Tämä tukee nähdäkseen arvelua kolmiarvoisten muuttujien riittämättömyydestä hyvin nopeiden käännteiden määrällisessä kuvaamisessa.

9. Tulosten arviointia

Verrattaessa tuloksia metalliteollisuuden volyymin ennustamisessa saatuihin (Teräsvirta, 1984) voidaan havaita ennustustarkkuuden metsäteollisuudessa olevan suunnilleen samaa luokkaa kuin metalliteollisuudessa. Tämä saattaa tuntua hiukan yllättävältä, koska metalliteollisuuden volyymin ennustusmallit sopivat havaintoaineistoon esimerkiksi jäännöskehajonnalla mitattuna metsäteollisuuden malleja huomattavasti paremmin. Siitäkin syystä on kokeiluja metsäteollisuuden

volyymin ennustamiseksi barometrimuuttujien avulla pidettävä suhteellisen onnistuneina. Mikäli halutaan valita vain yksi lopullinen ennustusmalli, on ratkaisu tehtävä mallien (7.1), (7.2) ja (7.4) välillä. Malleilla (7.1) ja (7.2) on malliin (7.4) verrattuna se käytännön etu, etteivät ne sisällä ennustettavan muuttujan viipymiä. Ennustettaessa neljänneestä t ei juuri päättyneen neljänneksen $t-1$ volyymistä ole ennustushetkellä vielä arviota, joten mallissa (7.4) tarvittavasta differenssistä y_{t-1} ei ole havaintoa. Edullisinta on tässä tapauksessa ilmeisesti arvioida neljänneksen $t-1$ volyymi muuttujaan MIB perustuen mallin (6.3) avulla ja käyttää tulosta differenssin ∇y_{t-1} arvioinnissa.

Yleinen johtopäätös on joka tapauksessa, että tilauskannan vähenemistä odottavien yritysten suhteellinen osuus ja yritysten tuotanto-odotukset siihen yhdistettyinä ovat metsäteollisuuden tuotantovolyyymia hyvin ennustavia barometrimuuttujia. Edelleen voidaan päätellä, että myös viennin lisääntymistä odottavien ja sitä jo todenneiden yritysten suhteellinen osuus ovat nekin käyttökelpoisia ennustavia muuttujia. Näiden kaikkien muuttujien kokoaminen samaan malliin ei sitä vastoin ole osoittautunut tilastollisesti puolustettavissa olevaksi ratkaisuksi.

Alaviitteet

- 1) Aineisto on neljänneksien 1983/2 asti saatu aggregoimalla Osmo Soininvaaran mikrotason havainnot (barometrivastaukset) sisältävistä tiedostoista. Muuttujissa on enemmän merkitseviä numeroita kuin TKL:n suhdannebarometreissa (1975-83) julkaistuissa aggregoiduissa vastauksissa. Vientiä koskevien kysymysten kohdalla TKL:n ja Soininvaaran aggregointikaavat poikkeavat vastausten painotuksen osalta hiukan toisistaan. Suoraan suhdannebarometrissa julkaistua aineistoa käyttämällä ei niin ollen saada aivan täsmällisesti toistetuksi tämän tutkimuksen tuloksia, mutta erot eivät myöskään ole suuria.
- 2) Tehokkaiksi havainnoiksi kutsutaan ennustettavan muuttujan vektorin havaintoja. Koska mallit ovat dynaamisia, ennustavien muuttujien joukossa on mukana aikaisempiakin havaintoja aina havaintoon 1975/4 asti.
- 3) Mallien rakentamistyöhön liittyvät parametrien estimoinnit on suoritettu pääasiassa kolmen SURVO 76 -järjestelmän moduulin avulla. Ne ovat SARMA, SPECTRUM, ks. Mellin (1980), ja MELITTA, ks. Luukkonen (1983). Suurimman uskottavuuden estimointimenettelyn yksityiskohdat on selostanut Rahiala (1984).
- 4) Differenssin $\nabla_4 y_t$ ollessa ennustettavana muuttujana ovat barometrimuuttujat liitteen 2 mukaisia summamuuttujia erikseen lueteltavia poikkeuksia lukuun ottamatta.
- 5) Keskiennustusvirhe on ennustusvirheen keskineliöpoikkeaman (mean square error) neliöjuuri.

Lähdeluettelo

- Harvey, A.C. (1981). The econometric analysis of time series.
Deddington: Philip Allan.
- Judge, G.G.; W.E. Griffiths, R.C. Hill ja T.-C. Lee (1980). The theory and practice of econometrics. New York: Wiley.
- Ljung, G.M. ja G.E.P. Box (1978). On a measure of lack of fit in time series models. Biometrika 66, 297-303.
- Luukkonen, R. (1983). SURVO 76. Two programs for time series analysis. University of Helsinki, Department of Statistics, Research Report No. 40.
- Mellin, I., toim. (1980). SURVO 76. Time series programs. University of Helsinki, Department of Statistics.
- Rahiala, M. (1984). On the identification and estimation of multiple input transfer function models with autocorrelated errors. Julkaisematon käsikirjoitus, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos.
- Teollisuuden Keskusliitto (1975-83). Suhdannebarometri, vuosien 1975-83 numerot.
- Teräsvirta, T. (1983). Suhdanneosoittimista. Kansantaloudellinen Aikakauskirja 79, 215-221.
- Teräsvirta, T. (1984). Metalliteollisuustuotannon volyymin ennustaminen suhdannebarometrin muuttujien avulla. ETLA Keskusteluaiheita No. 153.

Liite 1. Tutkimuksessa käytetyt suhdannebarometrin muuttujat

Kaikki muuttujat ovat liikevaihdolla painotettuja suhteellisia osuuksia vastauksista. Vientiä koskevissa kysymyksissä koskee painotus vain vientiä harjoittavia yrityksiä.

- P2A¹⁾ Tuotannon volyymi seuraavalla neljänneksellä (t+1) kuluvaan neljännekseen (t) verrattuna
- P3A Käyttämätöntä kapasiteettia yrityksessä
- P3B Käyttämätöntä kapasiteettia neljänneksellä t+2
- P4A Tilauskanta edelliseen neljännekseen verrattuna
- P4B Tilauskanta seuraavalla neljänneksellä kuluvaan neljännekseen verrattuna
- P6A Varastojen suuruus edelliseen neljännekseen verrattuna
- P6B Varastojen suuruus viime vuoden vastaavaan ajankohtaan verrattuna
- P8A Viennin volyymi edelliseen neljännekseen verrattuna
- P8B Viennin volyymi seuraavalla neljänneksellä kuluvaan neljännekseen verrattuna
- P8C Viennin volyymi neljänneksellä t+2 neljännekseen t+1 verrattuna
- P11 Alan lähitulevaisuuden suhdannenäkymät

1) Muuttujien merkinnässä käytetään seuraavaa sääntöä: P2A⁺ on "suurempi" -vastausten painotettu suhteellinen osuus, ja P2A⁻ on "pienempi" -vastausten painotettu suhteellinen osuus.

Liite 2. Tutkimuksessa käytetyt, liitteen 1 muuttujista muodostetut
summamuuttujat

$$PS21A_t^+ = P2A_t^+ + P1A_t^+ + P1A_{t-1}^+ + P1A_{t-2}^+$$

$PS21A_t^-$, kuten edellinen; "+" korvataan miinuksella

$$P3BA_t = P3B_t - P3A_{t-2}$$

$$P3AA_t = P3A_t - P3A_{t-4}$$

$$PS4A_t^+ = P4A_t^+ + P4A_{t-1}^+ + P4A_{t-2}^+ + P4A_{t-3}^+$$

$PS4A_t^-$, kuten edellinen; "+" korvataan miinuksella

$$PS6A_t^+ = P6A_t^+ + P6A_{t-1}^+ + P6A_{t-2}^+ + P6A_{t-3}^+$$

$PS6A_t^-$, kuten edellinen; "+" korvataan miinuksella

$$PS8A_t^+ = P8A_t^+ + P8A_{t-1}^+ + P8A_{t-2}^+ + P8A_{t-3}^+$$

$PS8A_t^-$, kuten edellinen; "+" korvataan miinuksella

$$PS8BA_t^+ = P8B_t^+ + P8A_t^+ + P8A_{t-1}^+ + P8A_{t-2}^+$$

$PS8BA_t^-$, kuten edellinen; "+" korvataan miinuksella

$$PS8CBA_t^+ = P8C_t^+ + P8B_t^+ + P8A_t^+ + P8A_{t-1}^+$$

$PS8CBA_t^-$, kuten edellinen; "+" korvataan miinuksella

Taulukko 1. Metsäteollisuuden tuotannon logaritmisten vuosimuutosten ja suhdannebarometrin muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat 1976/1-1981/4

Muuttuja	Keskiarvo	Keskihajonta
$\nabla_4 y_t$	0,062	0,077
P1B ⁺	0,54	0,24
P1B ⁻	0,23	0,19
P2A ⁺	0,29	0,15
P2A ⁻	0,24	0,14
P3A	0,67	0,28
P3B	0,75	0,20
P4A ⁺	0,33	0,22
P4A ⁻	0,32	0,26
P4B ⁺	0,20	0,14
P4B ⁻	0,26	0,19
P6A ⁺	0,30	0,15
P6A ⁻	0,25	0,18
P6B ⁺	0,29	0,19
P6B ⁻	0,35	0,18
P8A ⁺	0,39	0,15
P8A ⁻	0,22	0,12
P8B ⁺	0,26	0,15
P8B ⁻	0,22	0,14
P8C ⁺	0,29	0,20
P8C ⁻	0,22	0,16
P11 ⁺	0,21	0,24
P11 ⁻	0,25	0,28

Taulukko 2. Metsäteollisuuden tuotantovolyymien logaritmistien vuosimuutosten ja suhdannebarometrin väliset korrelaatiot 1976/1-1981/4

$\nabla_4 Y_t$	P1A+	P1A-	P1B+	P1B-	P2A+	P2A-	P3A+	P3B+	P4A+	P4A-	P4B+	P4B-	
$\nabla_4 Y_t$	1.000	0.576	-0.633	0.870	-0.791	-0.068	-0.160	-0.252	-0.332	0.251	-0.206	-0.075	-0.185
P1A+	0.576	1.000	-0.655	0.583	-0.381	0.266	-0.348	0.267	0.004	0.584	-0.495	0.407	-0.468
P1A-	-0.633	-0.655	1.000	-0.686	0.658	0.074	0.476	0.320	-0.390	0.451	-0.025	0.269	
P1B+	0.870	0.583	-0.686	1.000	-0.869	0.038	-0.240	-0.215	-0.441	0.494	-0.487	-0.038	-0.412
P1B-	-0.791	-0.381	0.658	-0.869	1.000	0.107	0.233	0.448	0.520	-0.342	0.362	0.282	0.050
P2A+	-0.068	0.266	0.074	0.038	0.107	1.000	-0.438	0.197	0.025	0.185	-0.335	0.219	-0.172
P2A-	-0.160	-0.348	0.476	-0.240	0.233	-0.438	1.000	0.250	0.327	-0.387	0.613	0.141	0.048
P3A+	-0.252	0.267	0.320	-0.215	0.448	0.197	0.250	1.000	0.880	0.266	-0.008	0.663	-0.518
P3B+	-0.332	0.004	0.459	-0.441	0.520	0.025	0.327	0.880	1.000	-0.034	0.289	0.519	-0.223
P4A+	0.251	0.584	-0.390	0.494	-0.342	0.185	-0.387	0.266	-0.034	1.000	-0.804	0.287	-0.535
P4A-	-0.206	-0.495	0.451	-0.487	0.362	-0.335	0.613	-0.008	0.289	-0.804	1.000	-0.094	0.328
P4B+	-0.075	0.407	-0.025	-0.038	0.282	0.219	0.141	0.663	0.519	0.287	-0.094	1.000	-0.573
P4B-	-0.185	-0.468	0.269	-0.412	0.050	-0.172	0.048	-0.518	-0.223	-0.535	0.328	-0.573	1.000
P6A+	-0.437	-0.349	0.375	-0.525	0.492	-0.416	0.558	0.292	0.429	-0.271	0.538	0.070	0.035
P6A-	0.289	0.506	-0.004	0.289	-0.128	0.545	-0.180	0.363	0.170	0.271	-0.313	0.428	-0.195
P6B+	-0.642	-0.307	0.405	-0.730	0.628	-0.223	0.469	0.207	0.327	-0.226	0.450	0.323	0.229
P6B-	0.535	0.504	-0.184	0.479	-0.217	0.421	-0.205	0.347	0.219	-0.179	-0.240	0.326	-0.441
P8A+	0.539	0.868	-0.591	0.546	-0.339	0.294	-0.350	0.261	0.073	0.476	-0.495	0.471	-0.386
P8A-	-0.432	-0.520	0.653	-0.414	0.273	-0.076	0.503	0.105	0.157	-0.188	0.370	0.017	0.206
P8B+	-0.031	0.297	-0.099	0.132	0.017	0.791	-0.499	0.106	-0.105	0.484	-0.526	0.360	-0.322
P8B-	0.105	-0.312	0.257	-0.169	0.064	-0.528	0.705	-0.040	0.212	-0.593	0.857	-0.087	0.255
P8C+	0.008	0.417	-0.144	0.109	0.171	0.016	0.068	0.636	0.452	0.474	-0.235	0.851	-0.640
P8C-	-0.074	-0.341	-0.001	-0.287	-0.096	-0.123	-0.154	-0.565	-0.215	-0.394	0.183	-0.538	0.795
P11+	0.125	0.642	-0.224	0.227	-0.047	0.459	-0.279	0.506	0.277	0.697	-0.517	0.683	-0.511
P11-	-0.311	-0.670	0.411	-0.561	0.238	-0.420	0.404	-0.394	-0.006	-0.749	0.773	-0.427	0.756

$\nabla_4 Y_t$	P6A+	P6A-	P6B+	P6B-	P8A+	P8A-	P8B+	P8B-	P8C+	P8C-	P11+	P11-
$\nabla_4 Y_t$	-0.437	0.289	-0.642	0.535	0.539	-0.432	-0.031	0.105	0.008	-0.074	0.125	-0.311
P1A+	-0.349	0.506	-0.307	0.504	0.868	-0.520	0.297	-0.312	0.417	-0.341	0.642	-0.670
P1A-	0.375	-0.004	0.405	-0.184	-0.591	0.653	-0.099	0.257	-0.144	-0.001	-0.224	0.411
P1B+	-0.525	0.289	-0.730	0.479	0.546	-0.414	0.132	-0.169	0.109	-0.287	0.227	-0.561
P1B-	0.492	-0.128	0.628	-0.217	-0.339	0.273	0.017	0.064	0.171	-0.096	-0.047	0.238
P2A+	-0.416	0.545	-0.223	0.421	0.294	-0.076	0.791	-0.528	0.016	-0.123	0.459	-0.420
P2A-	0.558	-0.180	0.469	-0.205	-0.350	0.503	-0.499	0.705	0.068	-0.154	-0.279	0.404
P3A+	0.292	0.363	0.207	0.347	0.261	0.105	0.106	-0.040	0.636	-0.565	0.506	-0.394
P3B+	0.429	0.170	0.327	0.219	0.073	0.157	-0.105	0.212	0.452	-0.215	0.277	-0.006
P4A+	-0.271	0.271	-0.226	0.179	0.476	-0.188	0.484	-0.593	0.474	-0.394	0.697	-0.749
P4A-	0.538	-0.313	0.450	-0.240	-0.495	0.370	-0.526	0.857	-0.235	0.183	-0.517	0.773
P4B+	0.070	0.428	0.323	0.326	0.471	0.017	0.360	-0.087	0.851	-0.538	0.683	-0.427
P4B-	0.035	-0.195	0.229	-0.441	-0.386	0.206	-0.322	0.255	-0.640	0.795	-0.511	0.756
P6A+	1.000	-0.623	0.593	-0.402	-0.501	0.396	-0.335	0.440	0.103	-0.118	-0.145	0.377
P6A-	-0.623	1.000	-0.305	0.643	0.595	-0.099	0.424	-0.252	0.230	-0.241	0.521	-0.463
P6B+	0.593	-0.305	1.000	-0.655	-0.345	0.482	-0.114	0.297	0.189	0.098	-0.006	0.489
P6B-	-0.402	0.643	-0.655	1.000	0.540	-0.265	0.266	-0.161	0.257	-0.365	0.347	-0.566
P8A+	-0.501	0.595	-0.345	0.540	1.000	-0.656	0.250	-0.237	0.529	-0.240	0.648	-0.592
P8A-	0.396	-0.099	0.482	-0.265	-0.656	1.000	0.000	0.249	-0.136	-0.026	-0.170	0.399
P8B+	-0.335	0.424	-0.114	0.266	0.250	0.000	1.000	-0.659	0.174	-0.183	0.664	-0.513
P8B-	0.440	-0.252	0.297	-0.161	-0.237	0.249	-0.659	1.000	-0.077	0.118	-0.392	0.689
P8C+	0.103	0.230	0.189	0.257	0.529	-0.136	0.174	-0.077	1.000	-0.653	0.651	-0.507
P8C-	-0.118	-0.241	0.098	-0.365	-0.240	-0.026	-0.183	0.118	-0.653	1.000	-0.441	0.645
P11+	-0.145	0.521	-0.006	0.347	0.648	-0.170	0.664	-0.392	0.651	-0.441	1.000	-0.632
P11-	0.377	-0.463	0.489	-0.566	-0.592	0.399	-0.513	0.689	-0.507	0.645	-0.632	1.000

Taulukko 3. Volyymin vuosidifferenssien yhden ennustavan muuttujan mallien tunnuslukuja keskiennustusvirheet vuodelta 1982 mukaan luettuina

Ennustava muuttuja	Viipymät	s	SBIC	LM(4)	kev(e_t^*)
PS21A ⁺	1	0,052	-114,3	0,60 (0,05)	0,052
PS21A ⁻	1,4	0,049	-114,7	1,83 (0,23)	0,037
P3AA	1	0,055	-114,9	0,29 (0,01)	0,062
P3BA	1	0,055	-109,7	2,31 (0,32)	0,083
PS4A ⁺	1,3	0,052	-112,7	2,08 (0,28)	0,060
PS4A ⁻	1	0,034	-122,8	2,79 (0,41)	0,038
PS4BA ⁺	1	0,051	-113,3	2,55 (0,36)	0,015
PS4BA ⁻	1	0,047	-118,7	2,42 (0,34)	0,025
PS6A ⁺	1,2	0,049	-113,4	1,15 (0,11)	0,090
PS6A ⁻	3	0,057	-108,3	2,18 (0,30)	0,072
P6B ⁺	1,4	0,035	-126,3	4,11 (0,61)	0,030
P6B ⁻	4	0,051	-111,8	1,80 (0,23)	0,021
PS8A ⁺	1,2,3	0,042	-114,2	5,55 (0,76)	0,040
PS8A ⁻	1	0,051	-115,3	3,46 (0,52)	0,050
PS8BA ⁺	1	0,055	-111,8	0,55 (0,03)	0,027
PS8BA ⁻	1	0,050	-115,8	1,57 (0,19)	0,044
PS8CBA ⁺	2	0,062	-107,5	3,10 (0,46)	0,079
PS8CBA ⁻	2	0,049	-113,3	0,24 (0,01)	0,058
P11 ⁺	1	0,058	-110,3	0,93 (0,08)	0,061
P11 ⁻	2	0,054	-108,9	1,02 (0,19)	0,078
AR(1) -malli*	1	0,065	-107,2	6,59 (0,84)	0,045

*AR(1)-malli on huonompi kuin MA(1)-malli, mutta se on valittu tähän vertailukelpoisuutensa vuoksi.

Taulukko 4. Muuttujan $\nabla_4 y_t$ YBM-mallien ennustusvirheiden itseisarvojen mediaanit ja keskiennustusvirheet vuosina 1982 ja 1983

Muuttuja	1982		1983	
	med $ e_t^* $	kev(e_t^*)	med $ e_t^* $	kev(e_t^*)
PS21A ⁺	0,049	0,052	0,024	0,037
PS21A ⁻	0,023	0,037	0,027	0,026
PS4A ⁺	0,055	0,060	0,032	0,046
PS4A ⁻	0,033	0,038	0,039	0,059
PS4BA ⁺	0,013	0,015	0,016	0,051
PS4BA ⁻	0,021	0,025	0,019	0,050
PS6A ⁺	0,088	0,090	0,022	0,048
PS6A ⁻	0,066	0,072	0,087	0,085
P6B ⁺	0,029	0,030	0,068	0,064
P6B ⁻	0,023	0,021	0,092	0,086
PS8A ⁺	0,037	0,040	0,053	0,054
PS8A ⁻	0,025	0,050	0,126	0,142
PS8BA ⁺	0,021	0,027	0,036	0,048
PS8BA ⁻	0,036	0,044	0,069	0,086
PS8CBA ⁺	0,075	0,079	0,067	0,073
PS8CBA ⁻	0,033	0,058	0,048	0,080
P11 ⁺	0,060	0,061	0,013	0,023
P11 ⁻	0,070	0,078	0,019	0,036
P3AA	0,059	0,061	0,026	0,026
P3BA	0,077	0,083	0,020	0,034
MA(1) (6.3)	0,048	0,051	0,097	0,089

Taulukko 5. Metsäteollisuuden tuotantovolyymien ennustusmallien ennustusvirheiden e_t^* ja itseisten ennustusvirheiden $|e_t^*|$ mediaanit sekä keskiennustusvirheet vuosina 1981-1983

Malli	$med(e_t^*)$			$med e_t^* $			$kev(e_t^*)$		
	1981	1982	1983	1981	1982	1983	1981	1982	1983
(6.1)	-0,052	-0,049	0,125	0,052	0,049	0,125	0,052	0,046	0,116
(6.2)	-0,024	-0,048	0,097	0,024	0,048	0,097	0,023	0,051	0,089
(6.3)	-0,023	0,014	0,006	0,023	0,014	0,011	0,028	0,015	0,021
(7.1)	0,008	-0,007	0,028	0,017	0,009	0,028	0,021	0,012	0,050
(7.2)	0,016	-0,021	0,019	0,018	0,021	0,019	0,024	0,025	0,050
(7.3)	0,011	0,031	0,058	0,011	0,031	0,058	0,038	0,036	0,068
(7.4)	-0,005	0,008	-0,002	0,005	0,023	0,017	0,018	0,023	0,025

Kuvio 1. Metsäteollisuuden volyymin logaritmitiset vuosidifferenssit ja saldoluut 1976/1-1983/4

