KM 27(1988)
pag 171-194

AUTOBOX, EEN AUTOMATISCH BOX-JENKINS TIJDREEKSANALYSE PAKKET VOOR DE MICRO

H.van der Hoeven en A.J. Hundepool*)

Samenvatting

Tijdreeksanalyse volgens de Box-Jenkins-methodologie op de microcomputer wordt ook voor mensen die minder ervaring met deze techniek hebben, mogelijk gemaakt door het menu-gestuurde programma AUTOBOX. Met dit programma kan de gebruiker volgens eigen specificaties dan wel met behulp van 'defaults' zowel univariate als multivariate analyses uitvoeren. Opvallend is de automatische versie waarbij de inbreng van de gebruiker beperkt blijft tot het beantwoorden van een klein aantal vragen. Een korte toelichting wordt gegeven bij het installeren van AUTOBOX, het gebruik van functie-toetsen, de data-manager en de mogelijkheden van dit pakket. Ten slotte komen de ervaringen met de door ons uitgevoerde analyses met AUTOBOX aan bod. Deze analyses zijn uitgevoerd met de automatische versie van het programma en hebben betrekking op 4 tijdreeksen, namelijk Geregistreerde Werkloosheid in de Bouw (Mannen), Verkeersongevallen met Letsel, Prijsontwikkeling van Nieuwbouwwoningen en Beleidssepots van Strafzaken bij Rechtbanken. Geconcludeerd wordt dat AUTOBOX een goed werkend en krachtig programma voor Box-Jenkins-analyse op de micro is.

*) Centraal Bureau voor de Statistiek, Hoofdafdeling Statistische Methoden en Hoofdafdeling Automatisering, Postbus 959, 2270 AZ VOORBURG. Tel.: 070 - 694341.

De in dit artikel weergegeven opvattingen zijn die van de auteurs en komen niet noodzakelijk overeen met het beleid van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

1. Inleiding

AUTOBOX is een krachtig pakket voor Box-Jenkins-analyse op de microcomputer. De software vindt zijn oorsprong bij D.J. Pack, die in het midden van de zeventiger jaren een Box-Jenkins-pakket ontwikkelde voor mainframes. Dit programma is later door Automatic Forecasting Systems (AFS) overgenomen en uitgebreid, en nu ook voor gebruik op de micro geschikt gemaakt. De meest opvallende uitbreiding is de optie om de modelspecificatie geheel automatisch door het programma te laten verzorgen. Dit geldt zowel voor de univariate analyse (één tijdreeks), als voor de multivariate analyse (meerdere tijdreeksen).

Met name aan het eind van de zeventiger jaren kwam de door Box en Jenkins gepropageerde ARIMA-structuur van tijdreeksmodellen in de belangstelling van gebruikers in het bedrijfsleven. Deze belangstelling was in het bijzonder ontstaan door ARIMA-modellen toe te passen voor het maken van voorspellingen voor de korte termijn. Uitgaande van één tijdreeks (Y_t) kan deze worden gerepresenteerd door een ARIMA $(p,d,q)x(P,D,Q)_S$ proces (zie voor de notatie Box en Jenkins, 1970, en AFS, 1986):

$$\varphi(B)\ \Phi(B^S)\ (\nabla^d\ \nabla_S^D\ Y_t^\lambda - \mu) = \theta_0 + \theta(B)\ \Theta(B^S)\ \varepsilon_t \qquad (1)$$

waarin

- B : vertragingsoperator, bijvoorbeeld $BY_t = Y_{t-1}$;
- ∇ : differentie-operator, namelijk $\nabla Y_t = (1 - B)Y_t = Y_t - Y_{t-1}$;
- S : seizoenperiode, bijvoorbeeld voor een kwartaalreeks geldt $S = 4$ en $\nabla_4 Y_t = (1 - B^4)Y_t = Y_t - Y_{t-4}$;
- d, D: orde differentie dan wel seizoendifferentie;
- λ : transformatie-parameter, bijvoorbeeld als $\lambda = 0$ dan geldt $\ln Y_t$ (Box-Cox-transformatie, zie Box en Cox, 1964);
- μ : het gemiddelde van de stationaire reeks;
- θ_0 : deterministische trend;
- ε_t : storingsterm ('witte ruis'), onderling onafhankelijk en identiek verdeelde kansvariabelen: $N(0,\sigma_a)$;
- φ, Φ: autoregressieve operator van respectievelijk de graad p en P;
- θ, Θ: 'moving average' operator van respectievelijk de graad q en Q.

Momenteel lijkt de belangstelling voor praktische toepassingen volgens de Box-Jenkins-methodologie verminderd. Een pakket als AUTOBOX kan drempelverlagend werken en het aantal gebruikers van deze techniek aanzienlijk doen toenemen. Met name in die situaties waar op grote schaal en snel analyses moeten worden uitgevoerd kan een automatische procedure zijn nut bewijzen (zie Visser, 1987, waar een monitor-systeem voor ARIMA-modellen wordt besproken). Aan een automatisch programma moeten hoge eisen worden gesteld wat betreft de kwaliteit van de uitgevoerde analyses. Een groot aantal beveiligingen moeten zijn ingebouwd om een ondeskundig gebruik te voorkomen.

In de volgende paragrafen zullen een aantal aspecten van AUTOBOX worden besproken. Daarbij is gebruik gemaakt van versie 1.02 van AUTOBOX. In de eerste plaats zal een algemene beschrijving van de mogelijkheden van AUTOBOX worden gegeven, waarna in paragraaf 3 de installering, de hardware eisen en dergelijke aan bod komen. Met AUTOBOX zijn enkele tijdreeksen geanalyseerd, waarvan in paragraaf 4 verslag wordt gedaan. Tot slot worden in paragraaf 5 enkele conclusies gegeven. In de bijlage A zijn de gegevens opgenomen van de in paragraaf 4 besproken tijdreeksen.

2. Mogelijkheden

AUTOBOX biedt de gebruiker een ruim scala aan faciliteiten om een Box-Jenkins-analyse uit te voeren, zoals beschreven in Box en Jenkins (1970). Afgezien van de Data-Manager voor het onderhoud van bestanden met tijdreeksen biedt AUTOBOX mogelijkheden voor univariate analyse (waarbij een model voor de reeks gemaakt wordt op basis van enkel de waarnemingen van de reeks zelf) en voor multivariate of transfer-analyse. In dit laatste geval wordt een model gemaakt waarbij niet alleen de reeks zelf wordt gebruikt, maar ook één of meerdere verklarende reeksen aan het model worden toegevoegd.

Voor univariate analyse biedt AUTOBOX de klassieke 3-fasen aanpak. Eerst het analyseren van de autocorrelaties (AC) en partiële autocorrelaties (PAC) om tot de juiste modelspecificatie ('identification') te komen, waarna in fase 2 het model geschat wordt ('estimation'). Vervolgens worden ondermeer de residuen nader geanalyseerd en de significantie van de parameters bekeken om eventuele tekortkomingen in het model te vinden ('diagnostic check-

ing'). De modelspecificatie kan worden aangepast en opnieuw geschat. Indien men tevreden is over de kwaliteit van het gekozen model, wordt tenslotte in de derde en laatste fase dit model gebruikt voor het maken van voorspellingen ('forecasting'). Als uitbreiding op de klassieke benadering van de AC's en PAC's kan AUTOBOX desgewenst de 'extended autocorrelaties' (EAC) uitrekenen, die een indruk geven van de orde van een gemengd autoregressief-moving average model (ARMA-model).

Voor wie alles zelf wil uitzoeken en beslissen, biedt AUTOBOX de hulpmiddelen in elke fase de nodige beslissingen te nemen om uiteindelijk tot de gewenste modelspecificatie te komen. Dit vereist echter wel een redelijke kennis van en ervaring met de Box-Jenkins-techniek. Daarnaast kan men AUTOBOX zelf laten beslissen over de modelspecificatie, zodat er voor een gegeven reeks automatisch een model wordt gekozen en geschat, waarna er voorspellingen worden gegenereerd. Het enige wat de gebruiker nog moet opgeven zijn enkele wensen over de hoeveelheid output, het gewenste aantal voorspellingen en dergelijke, maar de rest gaat vanzelf. Gezien de resultaten een zeer nuttige optie.

AUTOBOX biedt ook de mogelijkheid van automatische interventie-analyse. Hierbij worden dummy-reeksen gemaakt, waarmee grote uitschieters (stakingen, strenge winters en dergelijke: 'pulse-interventie') of niveausprongen (onder andere registratie- en definitieproblemen: 'step-interventie') kunnen worden gemodelleerd. Indien men dit zelf wil doen, biedt het transferfunctie gedeelte van AUTOBOX alle hulpmiddelen, maar het opstellen van een specificatie van interventie-modellen vereist de nodige kennis van de Box-Jenkins-techniek. AUTOBOX kan ook zelf door analyse van de residuen van het univariate model tot de specificatie van dummy-reeksen komen; deze automatische specificatie blijft beperkt tot de eenvoudige pulse- en step-interventies. Met het bijgestelde model wordt een nieuwe schattingsronde uitgevoerd en vervolgens beoordeeld of deze specificatie leidt tot een nog beter passend model.

Voor de multivariate of transfer-analyse biedt AUTOBOX de instrumenten voor degene die zelf wil beslissen over de gewenste modelspecificatie. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van de 'cross-correlatie' methode (zie Box en Jenkins, 1970) en de 'common filter' methode (zie Liu en Hanssens, 1980).

Het opstellen van een transfer-model volgens de Box-Jenkins-methodologie is echter geen eenvoudige zaak. Dit is waarschijnlijk de reden, dat er van deze mogelijkheden minder gebruik gemaakt wordt dan in principe mogelijk is. AUTOBOX maakt het echter mogelijk, net als in het univariate geval, de gehele cyclus van modelspecificatie, schatting, beoordeling en voorspelling van de te verklaren variabele automatisch te laten verlopen. De gebruiker behoeft slechts de - maximaal 5 - kandidaatreeksen aan te geven, die als verklarende reeks kunnen worden gebruikt en AUTOBOX beslist dan of de reeks zinvol kan worden opgenomen in het model. Deze optie van AUTOBOX kan er toe leiden, dat het gebruik van transfer-modellen voor veel meer mensen toegankelijk wordt, dan slechts de ervaren Box-Jenkins-kenners.

3. Installering

AUTOBOX draait op IBM-PC's en compatibles onder PC/MS-DOS 2.0 en hoger met tenminste 320K RAM. Van de eventueel aanwezige 8087 co-processor wordt door AUTOBOX gebruik gemaakt, al is die niet vereist. AFS claimt echter, dat het programma circa 10x sneller loopt met de 8087. Onze tests zijn uitgevoerd op een Olivetti M24 met 640K RAM en 8087, één floppy-disc en geen harde schijf, maar gekoppeld aan een TeleVideo netwerk met een 80MB schijf.

AUTOBOX wordt geleverd op 8 floppies. De installatie leverde geen enkel probleem op; de floppies werden alle eenvoudig gecopieerd naar de harde schijf, zoals het installatievoorschrift vermeldt. Dat in ons geval de harde schijf de TeleVideo netwerkschijf was, maakte geen enkel verschil. De eerste floppy fungeert tevens als 'key-floppy', zodat die altijd aanwezig moet zijn, als het programma gebruikt wordt. De totale omvang van de AUTOBOX-programmatuur op schijf bedraagt circa 2,7 MB. AUTOBOX kan ook gebruikt worden op machines zonder harde schijf, maar dan zal tijdens executie van tijd tot tijd een floppy gewisseld moeten worden als het programma daarom vraagt. Toen echter onlangs een nieuwe release (2.11) van het TeleVideo netwerk werd geïnstalleerd weigerde AUTOBOX te draaien, maar dat geldt ook voor een pakket als SPSS-PC+, zodat dit niet aan AUTOBOX geweten kan worden maar aan het 'operating system' van het netwerk. Voor de laatste test-fase werd uitgeweken naar een Olivetti M24 met harde schijf, waar geen problemen meer optraden.

4. Gebruikerservaringen

Het gebruik van AUTOBOX geschiedt door de key-floppy in de floppy-gleuf te steken en dan AUTOBOX in te typen, waarna men menu-gestuurd langs een aantal vragen wordt gevoerd, die men moet beantwoorden om tot de gewenste analyse van de tijdreeks(en) te komen. Zonodig kan gebruik worden gemaakt van een uitgebreide handleiding (AFS, 1986) waarin ook een korte technische toelichting van de Box-Jenkins-methodologie is opgenomen. In de eerste plaats zullen de verschillende mogelijkheden van data-invoer worden besproken en vervolgens zal op de aansturing van het eigenlijke programma worden ingegaan.

4.1. De Data-Manager

AUTOBOX heeft een eigen Data-Manager, waarmee tijdreeksen ingevoerd kunnen worden, maar ook reeksen die buiten AUTOBOX om zijn aangemaakt (bijvoorbeeld met een tekstverwerker of afkomstig uit een ander programma), kunnen worden gebruikt. In ieder geval wordt voor elke reeks een aparte DOS-file aangemaakt met de data sequentieel in 'free-format' slechts gescheiden door een spatie of een komma. Jammer is dat er in deze files geen plaats is gereserveerd voor een omschrijving van de reeks, daar deze nu steeds opnieuw in AUTOBOX moet worden ingetypt als de reeks geanalyseerd wordt. Dit laatste geldt echter niet als men de optie kiest waarmee de laatst bewerkte reeks opnieuw geanalyseerd wordt. Hoewel aan het begin van een sessie een langere omschrijving kan worden opgegeven, blijkt volgens de output dat slechts een korte omschrijving van maximaal 30 posities is toegestaan!

Ook al omdat de handleiding weinig vermeldt over de mogelijkheden en het gebruik van de Data-Manager, is het geen handzaam systeem om tijdreeksen in te voeren. Omdat AUTOBOX free-format data-files gebruikt, zal de gebruiker al gauw naar een goede tekstverwerker uitwijken om de data in te voeren. Men moet er echter wel op letten, dat het bestand geen blanco regels bevat, ook niet aan het einde van de reeks, omdat dit resulteert in een foutmelding. Wel nuttig lijkt de mogelijkheid zogenaamde '.DIF-files' en '.PRN-files' zoals die door pakketten als LOTUS en SYMPHONY worden aangemaakt, om te zetten in free-format files, zodat deze in AUTOBOX kunnen worden gebruikt.

Ook eenvoudige rekenkundige operaties (een constante erbij optellen of ermee vermenigvuldigen) behoren tot de mogelijkheden van de Data-Manager. Dit kan zijn diensten bewijzen, als men de data wil schalen. Men kan vooraf zelf een goede schaling van de reeksen kiezen, anders zal AUTOBOX bij het analyseren van de reeks suggereren of én welke transformatie van de reeks gewenst is. Een eigenschap van AUTOBOX is namelijk, dat er gerekend wordt met een precisie van slechts 7 significante cijfers, doordat AUTOBOX een Fortran programma is in enkele precisie.

4.2. Het gebruik van AUTOBOX

AUTOBOX is in principe een interactief programma. Zeker in de niet-automatische versie zal AUTOBOX een aantal vragen - vaak gegroepeerd tot één scherm - stellen en dan de resultaten op het scherm tonen. Op grond hiervan wordt gekozen voor eventuele verdere acties om tot het gewenste model te komen. De vragen die AUTOBOX stelt zijn zeker voor iemand die iets van Box-Jenkins-analyse afweet duidelijk genoeg. De minder ervaren gebruiker zal al gauw de automatische versie kiezen.

AUTOBOX maakt gebruik van de functie-toetsen 1 t/m 6 voor de besturing, namelijk

F1: de help-toets, waarmee schermen met hulpinformatie kunnen worden opgeroepen;

F2: geeft het antwoord 'ja';

F3: geeft het antwoord 'nee';

F4: sluit de beantwoording van het scherm af en gaat over tot het volgende scherm of tot het berekenen van de resultaten;

F5: geeft de mogelijkheid opnieuw te starten met het actuele scherm;

F6: geeft nog wat nadere instructies.

Het beantwoorden van elke vraag dient afgesloten te worden met een 'Return', maar ook F4 fungeert als zodanig. Dit leverde nogal eens problemen op, omdat al gauw F4 gebruikt wordt om het antwoord op één vraag af te sluiten. In situaties, waarbij AUTOBOX voor alle vragen van een scherm zelf al waarden ('defaults') had klaargezet, resulteerde F4 dan onbedoeld in een overgang naar een volgend scherm. Het op eenvoudige wijze herstellen van deze fout is niet mogelijk. Een veel veiliger conventie zou zijn F4 enkel te reserveren voor het afsluiten van een scherm met vragen. Merk op dat het

niet mogelijk is terug te gaan in de menu's. Het herstellen van fouten blijft beperkt tot het scherm waarmee men op dat moment bezig is (functietoets F5).

In de automatische versie, waarbij men slechts enkele vragen behoeft te beantwoorden, zoals welke reeksen in het spel zijn en het gewenste aantal voorspellingen, kan men ook de resultaten van de analyse op het scherm laten tonen. Dat is dan niet meer dan toekijken naar wat AUTOBOX voor moois verzint. Men zal dan al gauw geneigd zijn de resultaten naar een bestand weg te laten schrijven om het na afloop eens rustig te bekijken, hetzij op papier, hetzij met een tekstverwerker achter het scherm. Een punt van kritiek is, dat als men als outputfile de naam van een bestaande file opgeeft, AUTOBOX dit niet even meldt, maar de file zonder pardon overschrijft!

Met AUTOBOX kunnen echter ook batch-sessies worden opgesteld, waarbij eventueel meerdere reeksen achter elkaar met de automatische optie geanalyseerd worden. Zonodig dient men dan wel een bestandje van AUTOBOX aan te passen waarin de standaard-opties zijn opgenomen.

We zullen nu enkele van de door ons uitgevoerde AUTOBOX-analyses bespreken, waarbij voornamelijk is gekeken naar de automatische versie, ook al omdat dit de meest in het oogspringende eigenschap van AUTOBOX is. Deze analyses zijn uitsluitend bedoeld om de mogelijkheden van AUTOBOX te illustreren en pretenderen niet de definitieve modellen op te leveren. Hoewel AFS geen informatie levert aangaande het algorithme om tot een model te komen, valt wel op dat slechts tot het toepassen van differenties wordt overgegaan als de wortels van het AR-polynoom bijna op de eenheidscirkel liggen. Tevens worden niet-significante parameters zonder meer uit het model verwijderd. In het vervolg van deze nota zal de bekende $(p,d,q)x(P,D,Q)_S$ notatie worden gebruikt, waarin p, d, q respectievelijk de orde van de autoregressieve term, het aantal differenties en de orde van de moving average term aangeven en P, D, Q hetzelfde voor het seizoen-stuk van het model. S staat voor de periode van het seizoen.

a. *Geregistreerde Werkloosheid in de Bouw (Mannen)*

De reeks Geregistreerde werkloze Bouwvakarbeiders (in de Burgerlijke en Utiliteitsbouw en de Grond-, Weg-, en Waterbouw; maandcijfers voor 1977-1986) is een reeks met een zeer sterk seizoen, plotselinge grote verande-

ringen in het trendniveau gedurende een korte periode (conjunctuurgevoelig) en een aantal uitschieters (bijvoorbeeld strenge winters). Ook bij seizoencorrectie heeft deze reeks in het verleden nogal wat problemen opgeleverd. Via $(2,0,0)x(1,0,0)_{12}$, $(2,1,0)x(1,0,0)_{12}$, $(3,1,0)x(0,1,0)_{12}$ wordt het uiteindelijke model $(3,1,0)x(0,1,1)_{12}$ met $R^2 = 0,997$ bereikt. Gezien de significantie van de geschatte parameters en AC's en PAC's van de residuen is dit een adequaat model; alleen AC(15) en AC(23) zijn nog significant, dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door enkele grote residuen voor de maanden januari, maart, april en december. Het laatstgenoemde model voor de reeks *werkloze Bouwvakarbeiders* (BA_t) luidt (met t-waarde tussen haakjes):

$$(1 - \underset{(2,2)}{0,22B} - \underset{(2,5)}{0,24B^2} - \underset{(2,0)}{0,19B^3})\ \nabla\ \nabla_{12}\ BA_t = (1 - \underset{(2,8)}{0,29B^{12}})\ \varepsilon_t \qquad (2)$$

met $R^2 = 0,997$.

Zeker bij een eerdere test met de reeks Bouwvakarbeiders (andere data-periode) is gebleken hoe voorzichtig AUTOBOX tot het nemen van een differentie overgaat. Als AUTOBOX meer waarde zou hechten aan de variantiereductie, die door het differentiëren wordt verkregen, zou veel sneller tot het definitieve model zijn gekomen. De standaarddeviatie van de reeks (afgezien van een schaalfactor van 10^5) zakt tenslotte van 0,3738 via 0,0603 voor de eerste orde differentie (∇) naar 0,0245 voor de eerste en twaalfde orde differentie ($\nabla\nabla_{12}$). De standaarddeviatie van de residu-reeks van relatie (2) bedraagt 0,0213. Dat betekent dat deze standaarddeviatie ten opzichte van die van de oorspronkelijke reeks is gereduceerd met ruim 94%, terwijl de reductie ten opzichte van de tweemaal gedifferentieerde reeks 13% bedraagt.

Vervolgens is de optie voor automatische interventie van AUTOBOX gekozen om te zien of daarmee nog winst is te behalen. Zoals gezien het karakter van de reeks is te verwachten, zijn er nogal wat interventies: het maximaal toegestane aantal van 5 interventies. De parameter van de laatste interventie blijkt tijdens de schattingsprocedure niet-significant te zijn. De andere interventies betreffen afwijkende waarden voor een enkele maand en niet een aantal opeenvolgende maanden, zoals december 1979 (laag werkloosheidniveau waarna in het voorjaar van 1980 de sterke stijging van de werkloosheid begint), maart 1981 en de maand december voor de laatste 3 jaren van de reeks (pulse-interventie op het seizoen!). De geschatte waarde van

de interventies ligt in de orde van 4 000 tot 5 000. In het algemeen moet bij het opnemen van interventies de nodige voorzichtigheid in acht worden genomen (de plausibiliteit en de interpreteerbaarheid van interventies). De uitkomst van de interventie-analyse met AUTOBOX moet eerder als een advies worden beschouwd dan als een dwingende waarheid. Extreme waarnemingen kunnen de waarde van de modelparameters beinvloeden, zoals ook voor de onderhavige reeks het geval is.

Met interventies komt AUTOBOX tot het model $(1,1,0)x(0,1,1)_{12}$ waarbij vergeleken met het eerste model de grootte van de AR(1)-parameter opvalt, namelijk 0,71. De R^2 is vrijwel onveranderd gebleven, namelijk 0,998 vergeleken met 0,997 voor het model zonder interventies. Als we naar de voorspellingen kijken, lijkt het model met interventies een iets realistischer beeld te geven. Voor december 1987 wordt door het model met interventies 58 400 werkloze Bouwvakarbeiders voorspeld terwijl het model zonder interventies een voorspelling van 51 500 oplevert. Overigens moet worden bedacht, ten eerste, dat de seizoen-pulse voor december een relatief grote invloed kan hebben op de voorspellingen, en ten tweede, dat na één jaar de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval circa 30 000 van de voorspelde waarde afligt. De rekentijd voor het model zonder interventies bedraagt circa 2½ minuten, terwijl voor het model met interventies circa 10 minuten nodig zijn.

b. *Verkeersongevallen met Letsel*

In het artikel van De Beer en Van der Pol (1987), verder te noemen BP, worden enkele reeksen van Verkeersongevallen geanalyseerd, waarbij de nadruk valt op de invloed van de invoering van de zogenaamde Alcohol-wet in november 1974. Met de automatische versie van AUTOBOX is de reeks *Verkeersongevallen met Letsel* (VL_t; periode: juni 1968 tot oktober 1983) geanalyseerd, zowel met als zonder een interventie-variabele voor de invoering van de Alcohol-wet. Voor de reeks Verkeersongevallen met Letsel komt AUTOBOX tot vrijwel hetzelfde model als BP. Met AUTOBOX wordt de volgende geschatte relatie volgens de specificatie van BP verkregen:

$$\underset{(9,4)}{(1 - 0,59)}\ \nabla_{12}\ VL_t = \underset{(-2,9)}{-\ 31,02} + \underset{(10,1)}{(1 - 0,65B^{12})}\ \varepsilon_t \qquad (3)$$

met $R^2 = 0,843$.

Het resultaat met de automatische variant van AUTOBOX luidt:

$$\underset{(9,6)}{(1 - 0,60B)}\ \underset{(41,3)}{(1 - 0,95B^{12})}\ (VL_t - 3159,80) = \underset{(8,7)}{(1 - 0,62B^{12})}\ \varepsilon_t \qquad (4)$$

met $R^2 = 0,849$.

Het verschil ligt daarin dat AUTOBOX een autoregressieve seizoenparameter van ruim 0,95 laat staan, terwijl BP voor een seizoendifferentie hebben gekozen, maar de facto kunnen de modellen als gelijk worden beschouwd (de overeenkomstige parameters vertonen slechts kleine verschillen). De R^2 van het door AUTOBOX geschatte model bedraagt 0,849 en wijkt nauwelijks af van de 0,843 van BP. De voor dit model benodigde rekentijd is circa 3 minuten.

Voor het modelleren van de invloed van de invoering van de Alcohol-wet wordt door BP een eigen step-interventie-variabele gemodelleerd, die als een schok begint en vervolgens lineair afloopt met een stap van 2,8% per maand tot een niveau van 30% na 2 jaar. Hierbij is gebruik gemaakt van de reeks Verkeersongevallen met Letsel waarbij het gebruik van alcohol is geconstateerd (deze tijdreeks is een deelreeks van de eerdergenoemde reeks Verkeersongevallen met Letsel). Uit een visuele inspectie van deze reeks kan worden geconcludeerd dat de invoering van de Alcohol-wet het niveau van de reeks ongeveer halveerde en dat deze daling in de loop van twee jaar geleidelijk aan weer grotendeels is verdwenen. Opnemen van deze lineair aflopende step-interventie resulteert in een rekentijd van circa 6 minuten. Opvallend is dat deze interventie-variabele door AUTOBOX op een andere wijze in het model wordt opgenomen dan in het model van BP. In het model zonder interventie-variabele wordt door AUTOBOX een grote AR-seizoenparameter opgenomen in plaats van een seizoendifferentie. Indien interventies in het model worden opgenomen wordt door BP niet alleen een seizoendifferentie van de te verklaren variabele genomen maar tevens een seizoendifferentie van de interventie-variabele, die AUTOBOX echter achterwege laat!

Gezien de geringe verschillen tussen de twee modellen wat betreft de geschatte parameters en de residuen kan worden geconcludeerd dat het speciale karakter van de interventie-variabele van BP van ondergeschikt belang is voor de reeks Verkeersongevallen met Letsel. Dit komt nog duidelijker naar voren als voor de invoering van de Alcohol-wet een pulse-interventie in

plaats van de lineair aflopende step-interventie wordt opgenomen. Ook dan blijkt dat de verschillen tussen de alternatieve modellen minimaal zijn. Overigens betekent dat niet dat de door BP gekozen structuur van de interventie-variabele niet plausibel zou zijn. Zij hebben immers bij de constructie van deze variabele gebruik gemaakt van de reeks Ongevallen met Letsel waarbij alcohol is geconstateerd.

c. *Prijsontwikkeling van Nieuwbouwwoningen*

De reeks Prijsontwikkeling van Nieuwbouwwoningen van het CBS (kortweg Bouwkostenindex) is onlangs onderwerp van discussie geweest; zie NEI (1986) en Van der Vlist (1987). Het is een reeks met een jarenlang gestaag stijgend verloop, maar met een sterke afvlakking en lichte daling in de laatste jaren. Eerst is een univariaat model geschat voor de periode 1971-1985 (kwartaalcijfers). Daarbij is een slordigheid in AUTOBOX naar voren gekomen. Bij de keuze van automatische modelschatting zonder het zoeken naar een eventuele interventie-variabele mag het aantal te berekenen autocorrelaties worden opgegeven; gekozen is voor 12 autocorrelaties. Bij de optie met het zoeken naar interventie-variabelen wordt door AUTOBOX uit een file met defaults de betreffende waarde voor het aantal te berekenen autocorrelaties genomen en die staat op 8. Nu blijkt tijdens het zoeken naar het juiste model de autocorrelatie met vertraging 12 voldoende significant te zijn om AUTOBOX te doen besluiten een MA(12)-parameter op te nemen. Het resultaat is dat met de twee automatische varianten van AUTOBOX verschillende modellen worden verkregen. Het is ons echter niet duidelijk waarom in het ene geval wel en in het andere geval niet zelf gekozen kan worden voor het aantal te berekenen autocorrelaties, terwijl er toch hetzelfde dient te gebeuren. De t-waarde van de toegevoegde MA-seizoenparameter is weliswaar niet groot en de R^2 stijgt niet noemenswaardig van 0,99675 naar 0,99692. Voor de *Bouwkostenindex* (BI_t) luidt het model zonder interventies:

$$\underset{(4,1)}{(1 - 0{,}53B^4)} \nabla BI_t = \underset{(1,6)}{0{,}42} + \underset{(-2,5)}{(1 + 0{,}34B^2)} \underset{(-1,5)}{(1 + 0{,}24B^{12})} \varepsilon_t \qquad (5)$$

met $R^2 = 0{,}99692$.

Vervolgens zijn reeksen betreffende de *Loonkosten* (L_t) en de *Materiaalkosten* (M_t) als verklarende variabelen meegegeven om een transfer-model te maken volgens de gekozen cross-correlatie methode. Na het bepalen van de 'prewhitening-modellen' voor de verklarende reeksen wordt door AUTOBOX

vervolgens een transfer-model gemaakt. Het geheel ziet er netjes uit. Het resultaat is zoals te verwachten een model zonder vertragingen in de verklarende variabelen. Maar dat is geen beperking van AUTOBOX. De R^2 is vrijwel onveranderd gebleven, namelijk 0,998 vergeleken met 0,997 voor het univariate model. Het geschatte transfer-model met de verklarende variabelen Loonkosten en Materiaalkosten luidt:

$$\underset{(2,9)}{(1 - 0{,}40B^2)} \nabla BI_t = \underset{(3,0)}{0{,}30} \nabla L_t + \underset{(1,6)}{0{,}19} \nabla M_t + \underset{(-2,6)}{(1 + 0{,}36B^4)} \underset{(-2,5)}{(1 + 0{,}39B^{12})} \varepsilon_t \qquad (6)$$

met $R^2 = 0{,}998$.

Uitgaande van de data-periode 1971-1985 maakt het voor de voorspellingen niet veel uit of de twee verklarende variabelen wel of niet worden opgenomen. Vanaf 100 in het vierde kwartaal van 1985 is na twee jaar het voorspelde niveau van de Bouwkostenindex gestegen tot 104,5 voor het univariate model en tot 104,6 voor het transfer-model.

Een geheel andere voorspelling wordt verkregen door een transfer-model met dezelfde reeksen te maken, maar daarbij AUTOBOX vrij te laten in het kiezen van een Box-Cox-transformatie voor elke reeks. Dit resulteert in een λ van -0,5 voor de Bouwkostenindex, $\lambda = 0$ (dat wil zeggen logarithme) voor de Loonkosten en $\lambda = 1$ (geen transformatie) voor de Materiaalkosten. De voorspelling voor twee jaar vooruit met dit model komt uit op 109,8 en lijkt nogal aan de hoge kant. Op zich kan het een aardige variant zijn AUTOBOX zelf de transformatie te laten bepalen, maar AUTOBOX stelt de gebruiker wel voor problemen bij het interpreteren van de resultaten, als er zulke verschillende λ's worden gekozen. Een variant, waarbij de gebruiker de waarde van λ voor de Box-Cox-transformatie zelf aangeeft, waarna AUTOBOX automatisch een transfer-model identificeert op de getransformeerde data, lijkt een nuttige uitbreiding. Opdat de gebruiker te weten kan komen wat de effecten van een transformatie zijn voor de oorspronkelijke reeks en/of de gedifferentieerde reeks zou het mogelijk moeten zijn bij de optie 'het bepalen van de optimale λ-transformatie' te kiezen voor <u>alleen</u> een tabel met de verschillende λ-waarden (volgens AUTOBOX de waarden 1, 0,5 , 0, -0,5 en -1) en de bijbehorende kwadratensommen, waarbij de gehele schattingsprocedure wordt uitgevoerd met een <u>niet</u>-getransformeerde reeks. Overigens wordt er

niets gezegd over eventuele problemen bij het terug-transformeren; voor het toepassen van een correctiefactor in dit verband, zie Granger en Newbold (1976).

d. *Beleidssepots van Strafzaken bij Rechtbanken*

Een laatste reeks die wij willen behandelen, is de reeks Beleidssepots van Strafzaken bij Rechtbanken (percentage van het totaal aan strafzaken die door het Openbaar Ministerie worden afgedaan). In het beleidsplan 'Samenleving en Criminaliteit' (mei 1985) van het Ministerie van Justitie is het doel gesteld om het aandeel van deze categorie in vier jaar te halveren. Om na te gaan of in de reeks van Beleidssepots reeds van een daling sprake is en, zo ja, of deze daling min of meer geleidelijk tot stand is gekomen, is deze reeks met AUTOBOX geanalyseerd. Hoewel de lengte van de reeks nogal kort is (34 waarnemingen; maandcijfers voor de periode januari 1984 tot en met oktober 1986), is met de automatische variant van AUTOBOX nagegaan of er één of meer interventies in de reeks aanwezig zijn. Overigens geeft AUTOBOX geen waarschuwing dat deze reeks te weinig waarnemingen zou bevatten om een enigszins betrouwbare analyse te kunnen uitvoeren. Voor het gebruiken van AUTOBOX zijn minimaal 10 waarnemingen nodig, maar voor het analyseren van een reeks maandcijfers zijn ten minste 25 waarnemingen vereist. Het is aan de gebruiker – ook als de automatische variant met standaardopties wordt gekozen – om te beoordelen of een analyse met zulke korte reeksen zinvol is.

In eerste instantie is de reeks geanalyseerd met een verkeerde waarde voor waarneming 29 (mei 1986); deze waarneming is gebleken circa 10% te laag te zijn geweest. Bij een grafische inspectie blijkt – afgezien van mogelijke effecten na het verschijnen van het beleidsplan in mei 1985 – dat de laatste 4 waarnemingen (namelijk 31 tot en met 34) op een aanzienlijk lager niveau liggen dan de waarnemingen vóór juli 1986. Overigens moet de nodige voorzichtigheid in acht worden genomen daar deze waarnemingen het einde van de reeks betreffen. Eerst bij het beschikbaar komen van meer recente gegevens zal blijken of er werkelijk sprake zal zijn van een niveauverlaging. Met de reeks Beleidssepots zullen een aantal modelschattingen volgens de automatische versie van AUTOBOX (zonder default specificaties) worden besproken. In tabel 1 zijn deze varianten aangegeven: 4 varianten hebben betrekking op de reeks met de foute waarneming 29 en 3 varianten op de gecorrigeerde reeks.

Tabel 1. Zeven varianten met de automatische versie van AUTOBOX[1)]

Variant	Foute reeks			Goede reeks		
	Interventie:			Interventie:		
	Geen	AUTOBOX	Pulse op 29	AUTOBOX	step op 19	step op 19 en 31
1	x					
2		x[3)]				
3			x			
4[2)]			x			
5				x[4)]		
6					x	
7						x

1) Met de automatische versie van AUTOBOX – met of zonder gebruik van de default specificaties – worden de verschillende stappen volgens de Box-Jenkins-methodologie door het programma zelf uitgevoerd. Daarbij kan tevens worden gekozen voor het al dan niet laten opnemen van interventies door AUTOBOX.
2) Variant 4 betreft het schatten van een opgegeven transfer-model voor de reeks Beleidssepots en één pulse-interventie.
3) Door AUTOBOX zelf is een pulse-interventie voor de foute waarneming 29 opgenomen.
4) Door AUTOBOX zelf is een step-interventie voor waarneming 31 opgenomen.

Het resultaat van de eerste analyse met AUTOBOX is dat de foute waarneming 29 als uitschieter wordt gesignaleerd en dat daarvoor een pulse-interventie in het model wordt opgenomen. Het model zonder interventie-variabele voor de reeks *Beleidssepots* (BS_t) luidt:

variant 1

$$\nabla BS_t = \underset{(-3,0)}{-\ 0,25} + \underset{(6,5)}{(1 - 0,76B)}\ \varepsilon_t \qquad (7)$$

met $R^2 = 0,645$.

Met een door AUTOBOX zelf opgenomen pulse-interventie voor de foute waarneming 29 wordt het volgende model verkregen:

variant 2

$$(1 - \underset{(6,5)}{0,79}B)\,(BS_t - 33,04) = \underset{(-3,3)}{-\,5,02}\; I_t + \varepsilon_t \qquad (8)$$

$I_t = 1$ als $t = 29$
$I_t = 0$ als $t \neq 29$

met $R^2 = 0,649$.

Bij het vergelijken van (7) en (8) blijkt dat deze relaties nogal uiteenlopen! Bij het schatten van variant 1 wordt in de tweede schattingsronde op grond van het bijna niet-inverteerbaar zijn van het AR-polynoom door AUTOBOX besloten tot het nemen van een eerste orde differentie (∇). Bij variant 2 kan het volgende worden opgemerkt. Op basis van de geschatte relatie (7) vindt AUTOBOX één interventie, namelijk een pulse-interventie voor de foute waarneming 29. Met behulp van een eerste schatting van deze interventie wordt de reeks aangepast en worden opnieuw de verschillende fasen volgens de Box-Jenkins-methodologie doorlopen. De uitkomst van deze nieuwe schattingsronde is dat geen ∇ wordt toegepast. Dit resultaat verandert niet als in de laatste fase het definitieve transfer-model wordt geschat.

Ter vergelijking van de verschillende automatische varianten van AUTOBOX is vervolgens voor de foute waarneming 29 een pulse-interventie als aparte variabele opgenomen. De schatting van dit transfer-model levert het volgende resultaat op:

variant 3

$$\nabla BS_t = \underset{(-2,9)}{-\,0,25} - \underset{(-2,6)}{4,31}\,\nabla I_t + (1 - \underset{(5,9)}{0,75}B)\,\varepsilon_t \qquad (9)$$

$I_t = 1$ als $t = 29$
$I_t = 0$ als $t \neq 29$

met $R^2 = 0,711$.

Afgezien van de interventie-variabele komt het schattingsresultaat van (9) overeen met de geschatte relatie (7). Opvallend zijn de verschillen tussen de varianten 2 en 3 ofschoon dezelfde variabelen worden gebruikt. Het is ongewenst dat met de reeks Beleidssepots en één pulse-interventie door een andere volgorde in de bewerkingen twee uiteenlopende modellen worden verkregen (modelselectie). De verschillende schattingsresultaten komen ook tot uiting in de voorspellingen: variant 2 voorspelt een stijging van het ni-

veau en variant 3 een daling. Bij het bekijken van de output van variant 3 blijkt dat bij de analyse van de residuen wel de partiële autocorrelaties van de residuen worden gegeven, maar niet de autocorrelaties.

Als vierde variant met de reeks inclusief de foute waarneming 29 is gekozen voor de variant waarbij een opgegeven model wordt geschat. Voor dit model is uitgegaan van een relatie zoals in (7) met daarbij een pulse-interventie voor waarneming 29. De schatting van dit model levert in eerste instantie het volgende resultaat op:

variant 4 (eerste resultaat)

$$\nabla BS_t = \underset{(-4,2)}{-\,0,22} - \underset{(-1,7)}{2,76}\, I_t + \underset{(15,8)}{(1 - 1,17B)}\, \varepsilon_t \qquad (10)$$

$I_t = 1$ als $t = 29$
$I_t = 0$ als $t \neq 29$

met $R^2 = 0,784$.

Over de correlatie van -0,9998 tussen de MA(1)-parameter en de trendconstante wordt niets opgemerkt. Voor het niet-inverteerbaar zijn van het MA-deel wordt de gebruiker van AUTOBOX gewaarschuwd; in AFS (1986) wordt bij 'model estimation and checking' op blz 88 het volgende opgemerkt: 'Since the model is not really clear-cut, the analyst must consider the overall model when adjusting for non-invertibility'. AUTOBOX neemt verder geen stappen om dit probleem op te lossen hoewel het alternatief voor handen ligt. Een MA(1)-proces heeft 2 oplossingen (afgezien van de θ_1-waarden -1 en 1) waarvan er één inverteerbaar is (zie bijlage A7.6 van Box en Jenkins, 1970, en de paragrafen 5.3 en 6.4 van Harvey, 1981). Voor (10) betekent het dat niet MA(1) = 1,17 moet worden gekozen maar de reciproke daarvan zijnde $(1,17)^{-1} = 0,85$. Omdat de parameter van de pulse-interventie in (10) niet-significant is, wordt de interventie-variabele uit het model verwijderd. Het eindresultaat van de schatting van dit aangepaste model is een model zonder interventie-variabele:

variant 4 (definitief)

$$\nabla BS_t = \underset{(-5,4)}{-\,0,22} + \underset{(17,4)}{(1 - 1,17B)}\, \varepsilon_t \qquad (11)$$

met $R^2 = 0,731$.

Wat bij het vergelijken van (7) en (11) direkt opvalt is de afwijkende schatting voor de MA(1)-parameter ofschoon de structuur van het model dezelfde is! Bij het verwijderen van de interventie-variabele in (10) lijkt het aannemelijk dat AUTOBOX bij het schatten van het dan overgebleven model als startwaarde de geschatte MA(1)-parameter van (10) zal kiezen. Als dat zo is, dan is het ook niet verwonderlijk dat afgezien van de interventie het herschatten hetzelfde resultaat oplevert als (10). Anders dan bij het automatisch signaleren en vervolgens opnemen van een interventie-variabele wordt bij het schatten van het herziene model de gehele analyse niet opnieuw uitgevoerd.

Na het corrigeren van de foute waarneming 29 is de analyse overgedaan met de variant van AUTOBOX waarbij automatisch interventies worden meegenomen. Het geschatte model - zonder interventies wordt eenzelfde modelstructuur verkregen - luidt als volgt:

variant 5

$$\underset{(4,5)}{(1 - 0{,}63B)}\ (BS_t - 34{,}36) = \underset{(-3,3)}{-\ 5{,}33}\ I_t + \varepsilon_t \qquad (12)$$

$I_t = 0$ als $t < 31$
$I_t = 1$ als $t \geq 31$

met $R^2 = 0{,}680$.

Het resultaat hiervan komt overeen met (8) waarbij echter de interventie een step-interventie op waarneming 31 betreft. Deze interventie is adequaat gezien het verloop van de reeks. AUTOBOX vindt evenwel niet automatisch een interventie op of in de buurt van waarneming 19 (deze interventie zou plausibel zijn gezien de publikatie halverwege 1985 van het eerdergenoemde beleidsplan van het Ministerie van Justitie). Om te weten of er op waarneming 19 echt niets is gebeurd, is met de automatische versie van AUTOBOX een schatting gemaakt voor de relatie met een step-interventie op 19, namelijk variant 6.

variant 6

$$\underset{(2,3)}{(1 - 0{,}39B)}\ (BS_t - 35{,}96) = \underset{(-4,6)}{-\ 4{,}48}\ I_t + \varepsilon_t \qquad (13)$$

$I_t = 0$ als $t < 19$
$I_t = 1$ als $t \geq 19$

$R^2 = 0{,}674$.

Dit levert een vergelijkbaar resultaat op zoals in (12) is weergegeven. Het meest opvallend is de afwijkende waarde voor de AR(1)-parameter, namelijk 0,39.

Tenslotte is met AUTOBOX een model geschat waarbij vooraf 2 step-interventies zijn vastgesteld, namelijk voor de waarnemingen 19 en 31. Het resultaat hiervan is

variant 7

$$BS_t - 36{,}19 = \underset{(-7{,}0)}{-\,3{,}74}\, I_{1t} \underset{(-4{,}8)}{-\,3{,}96}\, I_{2t} + \varepsilon_t \qquad (14)$$

$I_{1t} = 0$ als $t < 19$ en $I_{2t} = 0$ als $t < 31$
$I_{1t} = 1$ als $t \geq 19$ $I_{2t} = 1$ als $t \geq 31$

met $R^2 = 0{,}786$.

Welk geschat model uiteindelijk de voorkeur verdient, zal met name worden bepaald door de plausibiliteit van het opnemen van één of twee step-interventies. Het is niet uitgesloten dat - ondanks significante parameters voor de twee step-interventies - met behulp van extra informatie een min of meer geleidelijk daling vanaf de zomer van 1985 meer acceptabel zal worden gevonden.

4.3. Enkele algemene opmerkingen

De presentatie van de resultaten zowel op het scherm als op papier ziet er verzorgd uit. De ervaren gebruiker zal de gewenste informatie er gemakkelijk in kunnen vinden, terwijl iemand die alleen geïnteresseerd is in de voorspellingen natuurlijk ook bediend wordt. Over de layout van de gepresenteerde resultaten valt natuurlijk altijd te discussieren. Kleine aanpassingen kunnen de gebruikers-vriendelijkheid van het programma verhogen, bijvoorbeeld door

- de aanduiding 0.2753E+01 te vervangen door 2.753 waar de grootte van het getal dat toelaat;
- in de grafieken van de autocorrelaties en partiële autocorrelaties de gebruikte symbolen voor de spikes, namelijk sterretjes op papier en streepjes op het scherm, te vervangen door het laatste cijfer van de vertraging zodat gemakkelijker te zien is bij welke vertraging er wat aan de hand is;
- een iets informatievere periode-aanduiding zoals 7/86 in plaats van 127

(als juli 1987 waarneming 127 is); zeker als de optie met de automatische interventie wordt gekozen, is het prettig zonder al te veel problemen te kunnen vaststellen op welk tijdstip die interventie plaatsvindt.

Bij het gebruik van AUTOBOX zijn afgezien van enkele kleine tekortkomingen geen fouten gevonden. Enkele punten waarbij een kanttekening is geplaatst, betreffen onder andere

1. het gebruik van de functie-toets F4 als Return-toets bij elke vraag kan onbedoeld tot gevolg hebben dat naar een volgend scherm wordt overgegaan; doordat het niet mogelijk is terug te gaan in de menu's kan deze fout niet op eenvoudige wijze hersteld worden;
2. het opgeven van een bestaande file-naam voor de output-file heeft tot gevolg dat zonder enige waarschuwing de bestaande file wordt overschreven;
3. een verschil in de uitvoering en in de output van een aantal samenhangende varianten van AUTOBOX; vergelijk de varianten waarin wel of niet interventie-variabelen worden opgenomen.

Opvallend is ook dat niet één van de besproken varianten van AUTOBOX een tabel geeft met de geschatte waarden van de te verklaren variabele en de residuen van het definitieve model.

5. Conclusies

AUTOBOX is ons inziens een goed werkend en krachtig programma voor Box-Jenkins-analyse. Vanzelfsprekend kan AUTOBOX worden gebruikt door mensen die zelf volgens de criteria van de Box-Jenkins-techniek een analyse willen uitvoeren maar opvallend is de versie die geheel automatisch de modelkeuze en modelschatting verzorgt voor zowel univariate als multivariate analyses. Zeker deze versie lijkt ons een nuttig hulpmiddel voor iemand die met niet zo veel ervaring in de Box-Jenkins-methodologie toch op een verantwoorde wijze gebruik wil maken van deze techniek. In principe is het programma menu-gestuurd, waarbij de vragen die gesteld worden afhankelijk van de gekozen optie goed interpreteerbaar zijn. Natuurlijk vereist het beantwoorden van de vragen bij het zelf specificeren van een transfer-model wat meer kennis van de Box-Jenkins-techniek, dan wanneer men AUTOBOX alles zelf laat uitzoeken. Uiteraard moet de gebruiker zelf beslissen of bijvoorbeeld het aantal waarnemingen groot genoeg is om een zinvolle analyse met AUTOBOX te kunnen uitvoeren.

Om te voorkomen dat de Box-Jenkins-techniek op een verkeerde wijze wordt toegepast door ondeskundige gebruikers is het – in het bijzonder voor de automatische versie van AUTOBOX – noodzakelijk dat een groot aantal kontroles en waarschuwingen in het programma zijn opgenomen. In dit opzicht zijn verbeteringen mogelijk. Hiermee kan worden bereikt dat een hoge kwaliteit van de uitgevoerde analyses beter is gewaarborgd.

Zowel een kenner van de Box-Jenkins-techniek die alles zelf in de hand wil houden, als iemand die zonder te veel gezeur aan zijn hoofd een Box-Jenkins-model wil maken, kan naar onze mening zeer wel met AUTOBOX uit de voeten. Onze eindconclusie is dat AUTOBOX een goede keuze is voor het op de micro uitvoeren van tijdreeksanalyses volgens de Box-Jenkins-methodologie.

In Nederland wordt AFS, de leverancier van AUTOBOX en andere programmatuur voor tijdreeksanalyse, vertegenwoordigd door STOA (Buro voor Statistische en Operationele Adviezen, Fazantlaan 4, 5613 CC Eindhoven). De prijs bedraagt op dit moment $ 995.

Bijlage A. De in paragraaf 4 gebruikte tijdreeksen

Geregistreerde Werkloosheid in de Bouw (Mannen)

jaar	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
						× 1000						
1977	44,0	41,2	33,5	29,1	25,5	23,8	25,0	23,9	22,5	22,3	26,5	33,1
1978	35,2	35,5	28,2	23,3	19,9	18,9	20,5	20,1	18,9	19,0	22,0	31,4
1979	36,8	37,5	30,1	23,2	19,3	18,3	19,2	19,1	18,4	19,0	23,2	29,2
1980	41,2	41,5	33,5	30,2	30,1	31,1	36,3	39,0	41,1	45,4	55,3	69,1
1981	79,1	81,2	77,7	69,0	65,9	66,4	70,3	71,6	71,8	78,3	87,9	103,1
1982	109,8	111,3	105,6	101,6	99,1	100,1	103,5	104,1	103,7	108,2	117,5	132,8
1983	139,9	142,7	132,8	124,8	118,7	114,6	114,7	112,3	107,0	106,6	113,9	126,2
1984	132,9	134,6	124,3	115,8	107,4	103,6	103,2	100,7	96,9	96,3	101,3	108,9
1985	118,1	118,0	106,1	94,8	84,8	78,7	79,9	77,7	73,4	71,8	77,9	85,8
1986	96,1	96,0	86,1	72,1	63,5	59,5	59,6	57,2	54,5	54,3	58,6	68,4

Indices van de Prijs van Nieuwbouwwoningen, Lonen en Materialen (1980 = 100)

	Nieuwbouwwoningen				Loonkosten				Materiaalkosten			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1971	43	45	46	47	40	41	42	43	48	48	48	49
1972	48	49	50	50	45	46	47	48	49	50	50	51
1973	52	53	55	56	50	51	53	54	53	56	58	63
1974	59	60	62	63	56	59	61	62	66	67	69	68
1975	65	66	67	67	64	65	68	69	70	70	71	71
1976	70	71	72	73	72	74	74	75	74	75	78	81
1977	75	76	78	80	76	78	81	82	84	85	86	86
1978	82	84	85	86	84	85	88	89	87	87	88	88
1979	89	92	94	96	91	93	96	96	91	92	93	94
1980	98	100	101	102	98	100	101	101	98	99	101	102
1981	103	103	104	103	102	103	106	107	104	104	105	106
1982	102	101	99	102	110	111	113	114	108	108	108	108
1983	101	101	99	101	114	116	116	117	109	109	109	109
1984	99	99	99	99	116	117	117	118	110	111	111	111
1985	97	98	98	100	114	118	118	118	112	113	113	113

Beleidssepots van Strafzaken bij Rechtbanken

jaar	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
						%						
1984	37,30	35,71	36,44	35,48	35,00	37,14	35,65	39,02	36,54	35,29	33,95	35,87
1985	37,80	35,96	33,33	37,50	37,86	35,51	32,74	32,41	33,00	34,43	32,69	34,94
1986	32,77	33,03	31,48	30,97	28,89	32,04	27,12	28,57	29,09	29,17		

Verkeersongevallen met Letsel

jaar	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
1968						5408	4999	5479	5392	5120	4487	3648
1969	3728	3058	3878	4671	5703	5824	5781	5828	5594	5569	5271	3530
1970	3461	3352	4082	4515	5320	6033	5267	5751	5762	5641	5052	4647
1971	4025	4011	4251	4925	6320	5740	5634	5920	6027	5764	5205	4428
1972	4085	4146	4931	4829	5602	5733	5200	5532	5407	5381	5267	4212
1973	4026	4121	4467	4592	5441	5717	5284	5911	5960	5846	4910	3981
1974	3977	3806	4466	4737	5344	5424	4505	5540	5449	5330	4496	4273
1975	3990	3417	4189	3987	4563	4731	4159	5112	4919	4489	4586	4232
1976	4024	3547	3676	4152	5019	5165	4354	5248	5233	4893	4957	4055
1977	4205	3725	4199	4109	5047	5046	4354	5136	5187	5189	5196	4331
1978	4305	3290	4401	4304	4766	5146	4053	4617	5145	4902	4672	3946
1979	2204	2251	3569	3982	4817	5002	4108	4501	5035	4839	4609	3915
1980	3493	3271	3847	3996	4669	4565	3675	4543	4930	4792	4031	3584
1981	3395	3005	3527	3742	4513	4417	4022	4098	4555	4509	4048	2825
1982	3381	2653	3494	3655	4206	4404	3792	3760	4342	4249	3984	3597
1983	3350	2750	3325	3500	4050	4450	4325	4000	4150			

Interventie-variabele voor de reeks Verkeersongevallen met Letsel

jaar	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
1968						0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000	0,972
1975	0,944	0,916	0,888	0,860	0,832	0,804	0,776	0,748	0,720	0,692	0,664	0,636
1976	0,608	0,580	0,552	0,524	0,496	0,468	0,440	0,412	0,384	0,356	0,328	0,3
1977	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
1978	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
1979	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
1980	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
1981	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
1982	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
1983	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3			

Literatuur

AFS (Automatic Forecasting Systems), 1986, AUTOBOX: The user's guide (Hatboro, Pennsylvania).

Beer, J.A.A. de en F.J.R van de Pol, 1987, Time series analysis with intervention effects, method and application. In: W.E. Saris en I.N. Gallhofer, eds., Sociometric Research vol. II: Data analysis, blz. 3-23 (Macmillan, Londen)(verschijnt in 1987).

Box, G.E.P. en D.R. Cox, 1964, An analysis of transformations. Journal of the Royal Statistical Society, Series B 26, blz. 211-243.

Box, G.E.P. en G.M. Jenkins, 1970, Time series analysis. Forecasting and control (Holden-Day, San Francisco).

Granger, C.W.J. en P. Newbold, 1976, Forecasting transformed series. Journal of the Royal Statistical Society, Series B 38, blz. 189-203.

Harvey, A.C., 1981, Time series models (Philip Allan, Oxford).

Liu, L.M. en D.M. Hanssens, 1980, Identification of transferfunctions via least squares. BMDP Technical Report 68 (University of California, Los Angeles).

NEI (Nederlands Economische Instituut), 1986, Beschouwing over de mogelijke ontwikkeling van een prognose-instrument betreffende de bouwkosten in de woningsector. R1183 ANC/mk 29-10-1986 (NEI, Rotterdam).

Visser, H.H.M., 1987, Een aanzet tot een monitor systeem voor ARIMA-modellen. Kwantitatieve Methoden 8 (23), blz. 171-183.

Vlist, J.A. van der, 1987, Het wonderlijke verloop van de bouwkosten. Economisch Statistische Berichten 72, blz. 59-62.

Ontvangen: 05-06-1987
Geaccepteerd: 15-12-1987