

upoštevati vpliv napovedi kot dodatno determinanto prihodnjega razvoja ekonomskih ali poslovnih pojavov.

Pri napovedovanju gre torej za pojav posebnega tipa povratne zveze, ki se lahko manifestira v grobem na dva načina:

- eden je reakcija odločevalca, ki sprejme napovedani splošni nivo poslovne ali ekonomske aktivnosti kot dano konstanto, na katero ne more vplivati, temveč jo skuša inkorporirati v svojo odločitev;

- drugi način pa je reakcija odločevalca, ki skuša zavestno in premišljeno vplivati na napovedano smer razvoja ekonomske ali poslovne aktivnosti.

Preden nadaljujemo, bi želel pojasniti še naše razumevanje in ločevanje izrazov "napovedovanje" in "predvidevanje". Oba ima pomenske paralele v angleških izrazih "prediction" in "forecasting". Z izrazi "napovedovanje" in "napoved" bomo razumeli domneve, ki temelje izključno na dosegljivih podatkih. Ker razpolagamo samo s podatki o zgodovini pojava, bomo torej z izrazom "napoved" razumeli sklep o prihodnjem gibanju pojava na osnovi poznavanja pojava v preteklosti. Z izrazom "predvidevanje" pa bomo razumeli predvsem subjektivno oceno prihodnosti, posebej še oceno o pričakovanih spremembah poslovnih in ekonomskih pogojev, ki vplivajo na razvoj obravnavanega pojava. Predvidevanje lahko zajame kot eno komponento tudi napovedi, vendar te ne pomenijo nujna izhodišča za končne sklepe. Če je napoved črpala elemente za končni sklep v preteklosti, se predvidevanje orientira predvsem na sedanjost in prihodnost. V predvidevanju torej ne gre toliko za sklepanje na osnovi dejstev, temveč gre za mešanico subjektivnih ocen, futurologije itd.

V našem delu se bomo ukvarjali le s problematiko napovedovanja (ki ga včasih alternativno imenujemo tudi prognoziranje). Naša naloga je ugotoviti pot do napovedi, kot smo jo opredelili zgoraj; kakšna bo usoda te napovedi v konkretnem primeru, pa je problematika, ki je izven domene tega dela. V zaključku se bomo sicer dotaknili tudi vprašanja modifikacije napovedi za konkretno uporabo, vendar kljub temu ostaja naša naloga pojasniti mogoče načine do napovedi.

2. Metode napovedovanja ekonomskih in poslovnih pojavov

S tem, ko smo v prejšnjem poglavju definirali tri osnovne strategije napovedovanja ekonomskih in poslovnih pojavov, smo v bistvu tudi opozorili na tri velike skupine metod. Različna literatura različno razvršča metode napovedovanja v posamezne skupine, vendar so vse klasifikacije takšne, da je iz njih jasno vidna delitev po strategijah. Sledili bomo [8] in opisali naslednje štiri skupine metod:

- 1) "naivne" metode
- 2) barometerske metode
- 3) metode, ki temelje na konfrontaciji mnenj (Opinion Polling)
- 4) ekonometrijske metode

1) "Naivne" metode

Pod tem skupnim imenom navaja literatura vrsto preprostih in "neznanstvenih" projekcij, ki temelje na domnevah, ugibanju ali pa na enostavni ekstrapolaciji na osnovi podatkov o zgodovini pojava. Skupna lastnost teh metod je, da ne iščejo osnove v ekonomski teoriji, temveč so mehanične, in temelje zgolj na obdelavah statističnih podatkov.

Primer takšne metode je "metoda naštevanja faktorjev" (Factor Listing Method). Ta je izrazito subjektivna; sestoji od naštevanja faktorjev, ki bodo ugodno ali neugodno vplivali na nadaljnje gibanje obravnavanega procesa. Na osnovi tako ugotovljenih "plusov" in "minusov" izvede prognostik zaključek o tem, ali bodo pogoji (v celoti vzeto) v prihodnjem obdobju boljši, enaki ali slabši od sedanjih in na osnovi tega zaključka sklepa o smeri razvoja obravnavanega procesa.

Literatura uvršča med "naivne" metode tudi analizo časovnih vrst. Pri tem ji priznava "znanstvenost" v fazi analize, ne pa tudi v fazi napovedovanja. Kljub kritikam in dokaj neslavnemu "tretmanu" metode in uvrščanja med "naivne" pa je res, da je ekstrapolacija trenda kot metoda napovedovanja, ki je zrasla iz analize časovnih vrst, ena najbolj razširjenih metod napovedovanja ekonomskih in poslovnih pojavov. Eden glavnih razlogov je v dejstvu, da kažejo časovne vrste eko-

nomskih pojavov v večini primerov zelo stabilno osnovno smer razvoja v nekem obdobju in to zaradi svojih inherentnih kumulativnih karakteristik. Če uporabljamo metode ekstrapolacije trenda v primerih, ko dosedanja smer razvoja ni bistveno drugačna od dejstva prihodnje smeri, bodo napovedi na osnovi ekstrapolacije zadovoljive. Ravno to dejstvo pa je omogočilo široko uporabo metode. Metoda ekstrapolacije trenda je v splošnem uporabna vedno takrat, ko je vsebinska analiza pojava pokazala, da se bo pojav razvijal v vsaj približno dosedanji smeri.

2) Barometerska metoda

Te metode so direktna aplikacija simptomatične strategije napovedovanja. Metode forsirajo uporabo statističnih indikatorjev kot so npr. izbrane časovne metode, katerih razvoj predstavlja indikator (barometer) sprememb pri drugih pojavih.

V glavnem gre za dva osnovna načina uporabe barometerskih metod: ali na osnovi vodilnih časovnih vrst, ali pa na osnovi tkim. indeksov pritiska (pressure indexes). V ZDA je npr. NBER postavil sistem treh tipov indikatorjev in sicer

- vodilne indikatorje
- koincidenčne indikatorje
- indikatorje odloga.

Pri napovedovanju so največ uporabljali vodilne in koincidenčne indikatorje, vendar tudi njihova praktična uporabnost ni velika predvsem zaradi naslednjih dejstev:

a) koincidenčni indikatorji niso vedno konsistentni v gibanju, torej lahko koincidenca med dvema ali več pojavi, ki so osnova tem indikatorjem, v nekem obdobju preneha ali se tako zmanjša, da so kot indikatorji neuporabni;

b) v vsakem posebnem primeru ni mogoče ugotoviti, ali sprememba smeri razvoja časovne vrste, ki je bila izbrana kot vodilni indikator, predstavlja nova zakonitost v njenem razvoju, ali pa je prišlo do odstopanja od dosedanje smeri razvoja predvsem zaradi slučajnih vzrokov, ki so iz stališča uporabe vrste kot vodilnega indikatorja nepomembni. Dokončno sodbo o vzrokih za nastalo spremembo lahko izrečemo šele po preteku

določenega časa, to pa občutno zmanjša uporabnost metode, saj je le-ta namenjena predvsem kratkoročnemu napovedovanju;

c) četudi bi na osnovi zgornjih indikatorjev lahko sklepali o prihodnji smeri razvoja pojava, bi bil tak sklep le kvalitativne in ne le tudi kvantitativne narave.

Načelno lahko trdimo, da so barometerske tehnike kvalitativen študij korelacije in multiple korelacije. Vendar se v okviru metode niso razvile do stopnje, ki bi kvalitativen pristop dopolnile s kvantitativno analizo, katera bi pomenila smiselno povratno informacijo kvalitativnim izsledkom.

Pristop z indeksi pritiska temelji na študiju razlik ali količnikov med gibanji različnih pojavov, ki pa so korelirani.

3) Opinion Polling

Tudi ta metoda je precej subjektivna. Na osnovi konfrontacije mnenj, ki temelje na različnih parcialnih metodah napovedovanja, skušamo priti do sklepa v prihodnjem gibanju pojava. EV bistvu gre za iskanje neke vrste zelo subjektivno "ponderiranih" poprečij rezultatov naivnih metod.

4) Ekonometrijske metode

Na osnovi ideje, da lahko spremembe v ekonomskih aktivnostih pojasnimo z množico zvez med ekonomskimi spremenljivkami, se je razvila veja aplikativne znanosti, znana kot ekonometrija. Razlaga preteklo ekonomsko aktivnost in napoveduje prihodnjo ekonomsko aktivnost z izpeljavo matematičnih enačb, ki izražajo najbolj verjetne medsebojne zveze med množico ekonomskih spremenljivk. S kombiniranjem ustreznih spremenljivk (pri čemer je vrednost vsake zveze med spremenljivkami določena na osnovi vrst podatkov), v takšen model konkretnega ekonomskega ali poslovnega sistema, ki naj bo čimboljše matematična prireditve dejanskemu sistemu, ekonometrik napoveduje prihodnjo smer gibanja ene ali več spremenljivk. Pri tem pod modelom razumemo poenostavljeno abstrakcijo realnega sistema ali situacije, izražene v obliki enačb, ki se uporablja kot napovedni sistem, ki daje numerične rezultate. S "čimboljše matematično prireditvijo" pa razumemo takšen model, ki ima obliko enačbe ali sistema enačb in najboljše opisuje pretekle zveze med spremenljivkami v skladu z ekonomsko teorijo in ugotovitvami

statistične analize. To pomeni, da z ekonometrijskimi modeli zajemamo tako ekonomske teoreme in relacije kot izsledke o dejanskih zvezah med spremenljivkami konkretnega ekonomskega ali poslovnega sistema. Na osnovi teh dejstev lahko trdimo (vsaj v načelu), da je ekonometrija kot sistem merjenja kompromis med čisto ekonomsko teorijo na eni strani ter opisom dejstev in konkretnih pojavov na drugi strani.

Seveda se tudi pri ekonometrijskih metodah srečamo s problemom kvantificiranja mnogih vplivov, ki v dejanskem sistemu vplivajo na razvoj pojava. Ta problem se pojavlja v vseh oblikah uporabe ekonometrijskih modelov: pri analizi preteklega gibanja kot pri napovedovanju.

Ekonometrijske metode lahko uporabljamo tudi za izbiro različnih možnih ukrepov ekonomske oz. poslovne politike, s katerimi vplivamo na kratkoročni ekonomski (poslovni) razvoj. Pri napovedovanju na osnovi ekonometrijskega modela vstavimo v model kot konstante tiste spremenljivke, ki jih družba lahko kontrolira in sicer kot konstante z neko točno določeno vrednostjo. Vprašamo se, kakšen bo dosežen rezultat na osnovi takšnih vrednosti konstant. Pri problemih odločanja o poslovni (ekonomski) politiki pa proces obravnavamo: cilj, ki je družbeno zaželen, se vzame kot določena količina (konstanta), sprašujemo se pa po vrednostih tistih ekonomskih (poslovnih) spremenljivk, ki jih lahko družba kontrolira tako, da bo zastavljeni cilj dosežen. Torej lahko ekonometrijski model uporabimo ali kot model za prognoziranje (na osnovi znanih prihodnjih ukrepov ekonomske ali poslovne politike) ali pa kot model odločanja, čeprav je model ostal nespremenjen. Edina sprememba je v definiranju neodvisnih in odvisnih spremenljivk: medtem ko so bile v primeru modela prognoziranja instrumentalne spremenljivke določene in smo iskali vrednosti spremenljivk cilja, sedaj določimo cilje in iščemo vrednosti instrumentalnih spremenljivk.

Če naj bo ekonometrija kot metoda napovedovanja ekonomskih in poslovnih pojavov uspešna, mora ob dejstvu, da uporablja izsledke tako ekonomske teorije, kot matematike, statistike in družbenega računovodstva, temeljiti tudi na dinamičnem obravnavanju ekonomskih in poslovnih sistemov.

3. Matematične metode napovedovanja ekonomskih in poslovnih pojavov

V literaturi, ki obravnava vprašanja napovedovanja ekonomskih in poslovnih pojavov, se zelo pogosto srečamo z opisi matematičnih metod, vendar jim daje literatura različen pomen. Menimo, da je negativen odnos do matematičnih metod pogojen z dvema momentoma: prvi je relativna zapletenost in nerazumevanje matematičnega ozadja napovedovanja, drugi pa predstavlja reakcijo na včasih pretirano in nekritično favoriziranje matematičnih metod na ekonomskem in poslovnem področju. Z druge strani pa čestokrat zahtevamo od matematičnih metod tisto nemogoče, kar je nasploh nemogoče pri napovedovanju: eliminirati negotovost prihodnosti. Če se zavedamo, da je "napovedovanje samo sredstvo za zmanjšanje negotovosti, nikakor pa sredstvo za eliminacijo negotovosti" [5] ali da so napovedi "trditve o pričakovanih prihodnjih pogojih; definitivne trditve o tem, kaj se bo zares zgodilo, pa so nemogoče" [8], potem ne moremo biti do matematičnih metod napovedovanja nič bolj kritični ali celo skeptični, kot do ostalih metod. Še več! Če smo vrsto metod kritizirali, ker (ob ostalih pomanjkljivostih) ne dajejo nobene kvantitativne informacije o prihodnjem gibanju pojavov, pri matematičnih metodah ta kritika odpade. Seveda pa še vedno ostaja odprto vprašanje realnosti takšnih kvantitativnih napovedi. Vendar se tudi pri ostalih metodah srečamo z dejstvom, da je napoved (kvalitativna ali kvantitativna, če jo dobimo!) odvisna od predpostavk. Matematične metode niso nič bolj niti nič manj imune na nevarnost, ki jo literatura imenuje GIGO (Garbage In, Garbage Out). To z drugimi besedami povedano pomeni, da napovedi ne morejo biti dobre (kot merilo kvalitete napovedi vzemimo odstopanje napovedi od dejanskega razvoja pojava), če so napačne predpostavke in slabi (netočni, deloma točni) podatki.

Ekonomski in poslovni pojavi se odvijajo v času z različno intenzivnostjo. Zvezna predstavitev te intenzivnosti je običajna analitično neizrazljiva funkcija, tej pa skušamo (v skladu s splošnim pristopom matematičnih metod) prirediti analitično

izrazljivo funkcijo.

Kakšne so predpostavke matematičnih metod pri prirejanju analitično izrazljivih funkcij analitično neizrazljivim funkcijam kot ponazoritvam realnih časovnih vrst?

Matematične metode izhajajo iz analize časovne vrste, ki predpostavlja, da je razvoj vsakega ekonomskega in poslovnega pojava rezultat delovanja štirih osnovnih komponent:

- trenda (T) kot dolgoročne tendence v razvoju pojava;
- sezonske komponente (S), ki povzročajo oscilacije znotraj krajših obdobj;
- ciklične komponente (C), ki se odražajo v daljših obdobjih in je rezultat retardacije ali ekspanzije pojava v posameznih (praviloma enakih) časovnih intervalih;
- iregularne komponente (I), ki odražajo slučajne vplive na razvoj pojava.

Vedno je nujno, da pri analizi pojava izločimo vpliv iregularne komponente in opazujemo razvoj pojava le pod vplivom T, C in S. Razvite so metode za izločanje ciklične komponente in sezonske komponente ter za analizo razvoja pojava pod vplivom ene, dveh ali treh komponent.

Analiza časovne vrste predstavlja študij pogojev (komponent T, S, C), ki so v preteklosti povzročali (ob delovanju I) ugotovljeni razvoj pojava. Predstavlja torej študij kvantitativne plati zakonitosti razvoja pojava v preteklosti. Sodbje o vsebinskih razlogih za takšne ugotovljene kvantitativne zakonitosti niso več domena analize časovne vrste. S to ugotovitvijo, ki lahko pomeni kritiko analize časovnih vrst, ali pa (kar je bližje resnici) provociranje sodelovanja ekonomistov v fazi analize, lahko sprejmemo analizo časovnih vrst kot znanstveno metodo. Vsa teža kritike pa pada na naslednji korak, ki izhaja iz analize: predpostavljamo, da se bodo pogoji iz preteklosti nadaljevali tudi v prihodnje in ugotovljene pretekle zakonitosti ekstrapolirane v prihodnje obdobje. Ta predpostavka je eden glavnih kamnov spoteke pri uporabi analize časovnih vrst za napovedovanje ekonomskih in poslovnih pojavov. Toda - če smo vabili k sodelovanju ekonomiste že v

fazi analize, jih bomo vabili tudi v fazi napovedovanja. Če je predpostavka o nadaljevanju zakonitosti v razvoju pojava iz preteklosti v prihodnja obdobja napačna, jo bomo popravili skupaj z ekonomisti. Napovedi, ki morajo upoštevati ne le ugotovljene pretekle zakonitosti, katere so rezultat delovanja neke množice institucionalnih pogojev, temveč tudi nove, spremenjene institucionalne pogoje in ostale za razvoj pojava pomembne pogoje, moramo približati realnosti, vendar ob izključni analizi in spremembah predpostavk, na katerih sloni napoved.

Če leti en del kritike matematičnih metod napovedovanja na definicije napovedi, po kateri je napoved ocena gibanja pojava v bodočnosti ob predpostavki, da se bo proces, ki ustvarja ta pojav, še vnaprej odvijal enako kot v preteklosti, pa leti drugi del kritike na dejstvo, da je v matematičnih modelih, ki se uporabljajo za analizo časovnih vrst in za napovedovanje pojavov, edina spremenljivka čas. Odgovor na to kritiko je v dejstvu, da realna časovna vrsta pojava, ki ga analiziramo in napovedujemo, implicitno vsebuje tudi ostale vplive. Vrednost vsakega člena v časovni vrsti se je izoblikovala pod vplivom vrste vplivov, ki jih časovna vrsta kot takšna eksplicitno ne manifestira, odražajo pa se implicitno.

4. Pregled matematičnih modelov za napovedovanje ekonomskih in poslovnih pojavov

Osnova napovedovanja pojavov s pomočjo matematičnih modelov predstavlja časovna vrsta opazovanega pojava. Časovna vrsta je zaporedje podatkov o obravnavanem pojavu, pri čemer se podatki nanašajo na določena časovna obdobja, v preteklosti. Pojav opazujemo v enakih časovnih presledkih, rezultat opazovanja, to je vrednosti pojava v teh časovnih presledkih, pa sestavljajo časovne vrste. Iz zakonitosti v poteku časovne vrste sklepamo o matematičnem modelu, ki naj ta pojav čim verneje opiše. Vendar je tudi ugotovljena zakonitost, ki predstavlja osnovo za izbor matematičnega modela, le predpostavka.

Dejanski potek pojava lahko (formalno vzeto) zapišemo kot

$$x(t) = \xi(t) + e(t) \quad (1)$$

kjer je $x(t)$ vrednost pojava v času t , $\xi(t)$ je vrednost pojava v času t ob predpostavki, da ni slučajnih vplivov na pojav, $e(t)$ pa so slučajni vplivi v času t . Le $\xi(t)$ je tisti del pojava, ki ga je mogoče opisati z matematično funkcijo in izbira funkcij, katere kompozitum daje takšne vrednosti $\xi(t)$, ki najbolj ustrezajo dejanskim vrednostim $x(t)$ pojava, je eden osnovnih problemov pri uporabi matematičnih modelov za napovedovanje ekonomskih in poslovnih pojavov.

Glede na izbor funkcij $f(t)$ matematičnih modelov

$$\xi(t) = f(t) \quad (2)$$

delimo matematične modele na

- algebraične modele
- transcendentne modele

- sestavljene modele
- regresijske modele

Algebraični modeli

Algebraični model ima obliko polinoma n -te stopnje, katerega edina neodvisna spremenljivka je čas :

$$\xi(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n \quad (3)$$

Na osnovi takšnega splošnega modela ugotovimo model poteka opazovanega pojava tako, da izračunamo s pomočjo podatkov za T preteklih obdobj model obravnavanega pojava:

$$\xi(t) = \hat{a}_{0T} + \hat{a}_{1T} t + \hat{a}_{2T} t^2 + \dots + \hat{a}_{nT} t^n \quad (4)$$

kjer $\xi(t)$ pomeni vrednost pojava v času t , dobljena na osnovi modela, parametri $\hat{a}_{0T}, \dots, \hat{a}_{nT}$ pa ocene parametrov modela, izračunane na osnovi podatkov za zadnjih T obdobj.

Napovedani model za τ prihodnjih obdobj potem glasi:

$$\hat{\chi}(T+\tau) = \hat{a}_{0T} + \hat{a}_{1T} \tau + \hat{a}_{2T} \tau^2 + \dots + \hat{a}_{nT} \tau^n \quad (5)$$

Pri tem $\hat{\chi}(T+\tau)$ predstavlja napovedano vrednost pojava za naslednjih τ obdobj na osnovi podatkov za zadnjih T obdobj, parametri $\hat{a}_{0T}, \dots, \hat{a}_{nT}$ pa so ocene, dobljene na osnovi podatkov za zadnjih T obdobj.

Kakšna pa naj bo stopnja n polinoma, ki predstavlja matematični model konkretnega pojava? Odločitev o tem je odvisna od

oblike časovne vrste. Če je časovna vrsta pojava taka, da se njena srednja vrednost s časom ne spreminja občutno in če smo prepričani, da se tudi v prihodnje ne bo spreminjala, potem bo konstantni model

$$\xi(t) = \hat{a}_{0T} \quad (6)$$

kot model časovne vrste, ter

$$\hat{\chi}(T+\tau) = \hat{a}_{0T}$$

kot napovedni model dovolj dobra aproksimacija.

Če kaže pojav linerano trendno gibanje in takšno gibanje pričakujemo tudi v prihodnje, potem bomo uporabili polinom prve stopnje

$$\xi(t) = \hat{a}_{0T} + \hat{a}_{1T} t \quad (7)$$

oziroma

$$\hat{\chi}(T+\tau) = \hat{a}_{0T} + \hat{a}_{1T} \tau$$

Pri odločitvi o stopnji polinoma uporabljamo tudi znano zakonitost: če je polinom n-te stopnje, tvorimo difference

$$\Delta_t \xi = \xi_t - \xi_{t-1} \quad (8)$$

$$\Delta_t^2 \xi = \Delta_t \xi - \Delta_{t-1} \xi = \xi_t - 2\xi_{t-1} + \xi_{t-2}$$

itd

je diferenca Δ_t^{n+1} natančno nič.

Seveda velja ta zakonitost za polinome in ne za empirično dobljene časovne vrste, ki vsebujejo tudi iregularne (slučajne) komponente. Če je proces polinomski s stopnjo n , bo $(n+1)$ -va diferenca v poprečju enaka 0. Zato skušamo v prvi fazi obravnavanja časovne vrste izločiti iz osnovnih podatkov vse komponente razen trenda in zgornji test uporabiti na tako prirejenih podatkih.

Literatura [3] pa predlaga tudi naslednji pristop. Vzemimo za model procesa polinom k -te stopnje. Za ta polinom izračunajmo ocene parametrov, nato pa testirajmo, ali se parameter pri členu z najvišjo potenco značilno razlikuje od 0. Če se ne razlikuje značilno, zmanjšajmo stopnjo polinoma na $(k-1)$ itd.

Vendar pa je v večini primerov izbor polinoma ustrezne stopnje zelo subjektivnega značaja: prognostik izbira vrsto različnih polinomov in jih prireja obravnavani časovni vrsti. Tisti polinom, ki se najbolj prilega empiričnim podatkom, uporabi kot model časovne vrste.

Transcendentni modeli

Za potrebe prognoziranja ekonomskih in poslovnih pojavov se med transcendentnimi modeli največ uporabljajo eksponentni in trigonometrični modeli.

Eksponentna funkcija lahko dobro opiše proces, pri katerem je stopnja rasti proporcionalna z doseženim nivojem (vrednostjo) pojava (procesa). Najpreprostejši eksperimentalni model časovne vrste ima obliko

$$\xi(t) = ka^t \quad (9)$$

Pri tem modelu je količnik med dvema zaporednima vrednostnima konstanten:

$$\frac{\xi(t+1)}{\xi(t)} = a \quad (9.1)$$

Model (9) predpostavlja stalno naraščanje pojava. Vendar pa vemo, da pri mnogih ekonomskih ali poslovnih procesih naraščanje ne more iti v nedogled ter da se bo moralo slej kot prej ustaviti. Zato se pri takšnih procesih uporablja kot model Gompertzova krivulja, katere enačba glasi:

$$\xi(t) = ab^{c^t}, \quad c < 1 \quad (10)$$

ali Pearl-Reedova logistična krivulja:

$$\xi(t) = \frac{a}{1 + be^{c+dt}} \quad (11)$$

Če se pojav giblje v obliki Gompertzove krivulje, tvorijo prve difference unimodalno krivuljo, ki je asimetrična v desno. Pri logistični krivulji pa tvorijo prve difference simetrično unimodalno krivuljo. Seveda pa tudi v tem primeru velja, da je mogoče ta pravila uporabiti le na funkcijah, ne pa na originalnih časovnih vrstah. Iz teh je treba pred uporabo testov izločiti vse komponente razen trenda.

Pri eksponencialnih modelih skušamo vedno prevesti parametre funkcije v linearno zvezo. Z logaritmiranjem dobimo iz (9):

$$\log \xi(t) = \log k + t \log a \quad (12)$$

in iz (10)

$$\log \xi(t) = \log a + c^t \log b \quad (13)$$

Če pa vzamemo reciprok logistične krivulje, pa dobimo:

$$\frac{1}{\xi(t)} = \frac{1}{a} + \frac{e^c}{a} \cdot e^{ct} \quad (14)$$

Eksponencialne modele uporabljamo (prav tako kot algebraične) le takrat, kadar to narekujejo razlogi, ki so izven čistih statističnih lastnosti samih časovnih vrst. Torej jih v fazi analize časovne vrste manj uporabljamo, ko pa pridemo v fazo prognoziranja, pa se izkažejo kot primerni in to zaradi predvidenega delovanja tistih vplivov, ki še niso delovali naddosedanji potek procesa.

Kadar analiziramo in napovedujemo proces, ki je periodičen, uporabljamo trigonometrične modele, katerih splošna oblika je:

$$\begin{aligned} \xi(t) = & \left(a_1 \sin \frac{2\pi t}{p_1} + b_1 \cos \frac{2\pi t}{p_1} \right) + \dots \\ & \dots + \left(a_n \sin \frac{2\pi t}{p_n} + b_n \cos \frac{2\pi t}{p_n} \right) \end{aligned} \quad (15)$$

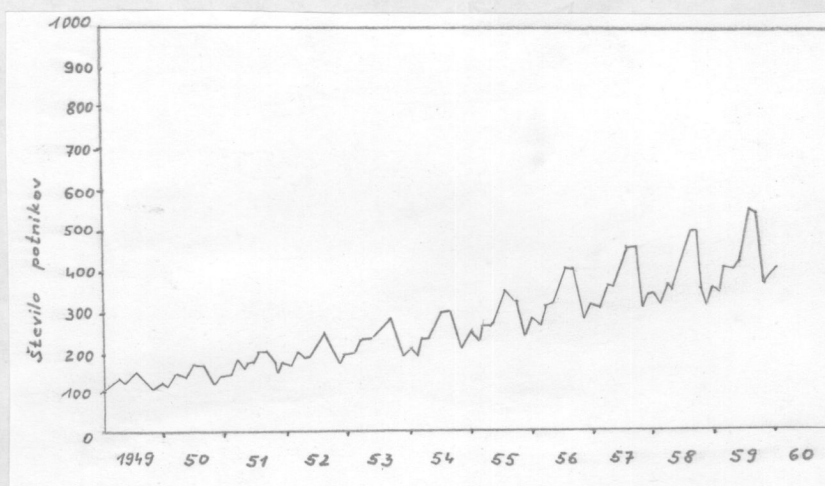
kjer je p_i število vzorcev v eni periodi. Pri ugotavljanju periode pojavov se uspešno uporablja avtokorelacijska funkcija in spektralna analiza.

Natančnost modela je tudi v tem primeru odvisna od tega, koliko členov vsebuje model. Če kaže osnovna časovna vrsta zelo zapletena nihanja in če potrebujemo zelo natančno prilagoditev modela obravnavanemu pojavu, moramo vzeti v model več členov. Preden pa se odločimo za uporabo trigonometričnega modela, moramo dobro poznati naravo procesa ter vzroke oscilacij.

Sestavljeni modeli

Včasih je potrebno opisati časovne vrste z modelom, ki vsebuje elemente algebraičnih in transcendentnih modelov. Brown navaja kot primer časovne vrste "Mesečno število potnikov v mednarodnem letalskem prometu ZDA za obdobje 1949-1960" (slika 1). Pojav bi lahko opisali z linearnim modelom, kateremu je superponiran zelo jasno viden vpliv iz mesečne sezonske komponente z naraščajočo amplitudo. Zato predlaga kot ustrezen naslednji sestavljeni model:

$$\xi(t) = a_0 + a_1 t + (a_2 + a_4 t) \sin \frac{2\pi t}{12} + (a_3 + a_5 t) \cos \frac{2\pi t}{12} \quad (16)$$



SLIKA 1: MESEČNO ŠTEVILO POTNIKOV V
MEDNARODNEM LETALSKEM PROMETU ZDA

Ker pa sezonska komponenta ni ravno sinusoidna, predlaga, da bi model razširili s še nekaj členi - trigonometričnimi izrazi in s tem model približali dejanskemu poteku pojava.

Vendar pa ugotavlja, da bi se v različnih primerih skušali približati dejanskemu procesu z različno stopnjo natančnosti: V primeru gibanja zalog, na katere vpliva velika množica faktorjev, bi kmalu napori izračunavanja parametrov zelo kompliciranega sestavljenega modela presegli pozitivne učinke. V primerih, ko pa kažejo vrste do neke mere pravilno harmoničnost (npr. cene, uvoz, obseg prodaje itd), pa priporoča pojavu prirediti čimbolj natančen model.

Regresijski modeli

Splošno enačbo matematičnega modela lahko zapišemo v obliki

$$\xi(t) = a_1 f_1(t) + a_2 f_2(t) + \dots + a_n f_n(t) \quad (17)$$

Funkcije $f_i(t)$, ki nastopajo v zgornji enačbi, niso omejene samo na matematične funkcije, v katerih je neodvisna spremenljivka čas t , temveč so lahko podane tudi v tabelarični obliki in izražajo ne le odvisnost vrednosti pojava od časa, temveč tudi vplive drugih pojavov na opazovani pojav. Mnogi modeli ekonomskih in poslovnih procesov temelje na takim. vodilnih vrstah, pri čemer je opazovani pojav $x(t)$ odvisen od več ostalih pojavov, za katere poznamo ustrezne časovne vrste. Te odvisnosti lahko izrazimo s korelacijskimi oz. regresijskimi funkcijami. Vendar pa je uporaba teh funkcij omejena le na primere, ko razpolagamo z ekonometrijskim modelom, saj ne obstaja zanesljiv statistični test, ki bi ocenil pravilnost izbire neke časovne vrste za funkcije v modelu. G.U.Yule^{*} je

^{*} "Why Do We Sometimes Get Nonsense Correlations Between Time Series", Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 89 (new series), 61-64

opozoril, da kaže končno število vzorcev iz dveh poljubnih časovnih vrst z izrazitima avtokorelacijskima funkcijama skoraj gotovo močno križno korelacijo, zato križna korelacija, ki se sicer pogosto uporablja kot test pravilnosti izbire neke časovne vrste kot funkcije v modelu, v ta namen ni primerna. Če pa ima opazovani pojav opazen periodičen značaj (tako da je npr. $x(t-p) \approx x(t)$), lahko za eno izmed funkcij v modelu (17) vzamemo funkcijo $f_i(t) = x(t-p)$. Takšni modeli so znani kot avtoregresijski modeli. Ti modeli so zanimivi predvsem zato, ker omogočajo napovedovanje brez eksplicitno definiranih modelskih funkcij, kar pa se izkaže kot posebej ugodno takrat, ko pojavi ne kažejo vidne regularnosti in bi iz časovne vrste težko izbrali ustrezne funkcije.

V teh primerih je zakonitost pojava zajeta v koeficientih avtoregresijskega modela in v zgodovini pojava, in običajno ni izražena eksplicitno. Zato pri avtoregresijskih modelih ni enostavno ugotoviti, kako sprememba koeficientov vpliva na napoved. To pa otežuje tako interpretacijo napovedi kot možnost, da po opravljeni analizi napovedi skušamo z vnašanjem novih predpostavk spremeniti napoved.

5. Določanje koeficientov modela

V prejšnji točki smo si ogledali nekaj problemov pri izboru modela realnega poslovnega ali ekonomskega pojava. Kvaliteta napovedi (večja ali manjša natančnost napovedi) pa je razen od izbora pravilnega modela odvisna tudi od tega, kakšni so koeficienti (parametri) modela. Literatura navaja med ostalim kot najbolj razširjene in tudi najboljše naslednje metode določanja koeficientov matematičnih modelov napovedovanja:

- metode gibljivega poprečja
- navadno eksponencialno glajenje
- večkratno eksponencialno glajenje
- posplošeno eksponencialno glajenje
- linearni prediktor
- digitalno filtriranje itd.

Matematično ozadje teh metod ter izpeljave so podrobno obdelane v literaturi (npr. [3], [5]), zato jih v tem delu ne bomo navajali. Oglejmo si raje tri osnovne kriterije, katerim mora ustrezati metoda določanja koeficientov. Ti kriteriji so [3]:

- a) točnost
- b) adaptivnost
- c) enostavnost v izračunavanju

a) Točnost. V celoti vzeto je točnost napovedi odvisna od množice različnih faktorjev. Prvi problem nastopi že pri zbiranju podatkov o zgodovini pojava, nadaljuje pa se v izboru modela pojava in napovednega modela ter v načinu določanja parametrov modela na osnovi danih podatkov. Praksa je prevzela kot najugodnejše merilo točnosti koeficientov modela velikost srednje kvadratne napake. Koeficiente izračunamo tako, da je vsota kvadratov razlik med napovedanimi in dejanskimi vrednostmi pojava v preteklosti minimalna. Orientacija na zgodovino pojava je nujna, saj ne poznamo dejanskih vrednosti pojava za prihodnja obdobja. Zveze med zgodovino pojava in napovedjo za prihodnja obdobja pa predstavlja predpostavka, da bo pri danih koeficientih modela (določenih na osnovi zgodovine pojava) srednja kvadratna napaka minimalna tudi v prihodnjih

obdobjih.

Ugotovili smo že, da enostavna ekstrapolacija zakonitosti zgodovine pojava na prihodnja obdobja v splošnem pomeni poenostavljanje dejanskega stanja ter da je po aplikaciji takšne predpostavke potrebno izvesti kritično analizo dobljenih napovedi. Ta analiza je nujna samo zaradi sprememb v zakonitosti razvoja pojava. Matematične metode napovedovanja ter metode določanja koeficientov napovedanih modelov skušajo inkorporirati spremembe v zakonitosti razvoja pojava tako, da pripisujejo večjo težo podatkom novejše zgodovine in manjšo težo ostalim podatkom. Pri določanju koeficientov modela na osnovi podatkov o zgodovini pojava v skladu s kriterijem minimalne srednje kvadratne napake z večjo težo upoštevajo prispevek napake, ki je bližje sedanjosti in z manjšo težo prispevek napake, ki se nanaša na vrednost pojava daleč v preteklosti. To dosežemo z uvedbo utežnostne funkcije, ki zmanjšuje vpliv preteklih napak na trenutno vrednost koeficientov. S spreminjanjem parametrov utežnostne funkcije upoštevamo zgodovino pojava z načeloma poljubno intenzivnostjo, s tem pa spreminjamo točnost napovedi. Odločitev o izboru parametrov utežnostne funkcije pa je v pretežni meri na strani ekonomistov, ki poznajo vsebinsko stran zakonitosti razvoja pojava. Naloga metode je, da dopušča takšne variacije, kako bomo to možnost izkoristili, pa je stvar vsebinske analize.

b) Adaptivnost. Povedali smo že, da je vsak podatek, ki ga dobimo kot rezultat opazovanja nekega realnega ekonomskega ali poslovnega pojava v času, kompositum trenda, ciklične ter sezonske komponente in iregularnih (slučajnih) vplivov. Model in koeficienti modela pa morajo odražati le tiste vplive, ki predstavljajo zakonitost razvoja pojava. Vendar se (kot smo ugotavljali tudi pod a)) spreminja tudi zakonitost v razvoju pojava. Ob vsakem občutnem odstopanju napovedanih vrednosti od dejanskih vrednosti pojava se postavlja vprašanje, ali je to odstopanje naključno in ga moramo zaradi tega zgladiti, ali pa predstavlja začetek neke nove smeri v razvoju pojava. Za ugotavljanje kvalitativnega ozadja odsto-

panja napovedi od dejanskih vrednosti nimamo izdelanih matematičnih metod, zato se moramo v takšnih primerih nasloniti izključno na vsebinsko analizo pojava, analizo odvisnosti pojava od ostalih pojavov ter analizo sprememb pogojev, ki so ali pa bi lahko povzročili ugotovljena odstopanja. Šele po takšni analizi se bomo odločili ali moramo odstopanje obravnavati kot naključno fluktuacijo, ali pa kot začetek nove zakonitosti. V prvem primeru moramo (ob predpostavki, da še vedno velja do tedaj uporabljeni model) določiti koeficiente modela na osnovi velikega števila preteklih podatkov, v drugem primeru pa moramo večji del preteklih podatkov zavreči in upoštevati le tiste, ki že odražajo novo smer razvoja pojava. Metoda določanja koeficientov mora biti torej adaptivna, sposobna sprejeti, prenesti in brez velikih naporov upoštevati spremembe, ki jih narekuje vsebinska analiza obravnavanega pojava.

c) Enostavnost v izračunavanju. S pojavom hitrih elektronskih računalnikov je vprašanje enostavnosti matematičnih postopkov dobilo povsem novo dimenzijo. Računalnik obdela veliko množico podatkov v zelo kratkem času, pri čemer tudi zapleteni matematični postopki ne predstavljajo posebnega problema. Vendar pa se postavlja vprašanje racionalnega izkoriščanja računalniških kapacitet ter vprašanje izkoriščanja računalniškega časa. Metode, ki zahtevajo, da hranimo veliko podatkov o zgodovini pojava, da oblikujemo velike vmesne datoteke, metode, ki na zapleten način ažurirajo datoteke in metode, ki porabijo relativno veliko računalniškega časa za računske operacije, so drage. Izhod v enostavnih metodah, vendar na škodo kvalitete napovedi, v splošnem ni sprejemljiv, vendar pa moramo pri izbiri med različnimi metodami hkrati zasledovati stroške metode ter učinke metode.

6. Napovedovanje realnih časovnih vrst

Laboratorij za digitalne sisteme pri Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani in Zavod SRS za planiranje sta v sodelovanju z Raziskovalnim centrom Ekonomske fakultete v Ljubljani programsko rešila vrsto matematičnih metod za napovedovanje ekonomskih in poslovnih pojavov. Laboratorij za digitalne sisteme intenzivno dela na izgrajevanju in izpopolnjevanju celotnega programskega paketa za napovedovanje z matematičnimi metodami.

Navajamo nekaj primerov izračunov napovedi, ki naj ilustrirajo rezultate dosedanjega dela. Izračune je opravil Laboratorij za digitalne sisteme.

a) Promet v gostinstvu v SFRJ

Časovne vrste "Promet gostinstva v SFRJ" (tabela 1, slika 2) obdelajmo na 4 različne načine:

- s posplošenim eksponencialnim glajenjem in napovednim modelom

$$\hat{x}(T+\tau) = \hat{a}_{1T} + \hat{a}_{2T}\tau + \hat{a}_4 \sin \frac{2\pi\tau}{12} + \hat{a}_5 \cos \frac{2\pi\tau}{12}$$

- z utežno multiplo regresijo in napovednim modelom

$$\begin{aligned} \hat{x}(T+\tau) = & \hat{a}_{1T} + \hat{a}_{2T}\tau + \hat{a}_{4T} \sin \frac{2\pi\tau}{12} + \\ & + \hat{a}_{5T} \cos \frac{2\pi\tau}{12} + \hat{a}_{6T}\tau \sin \frac{2\pi\tau}{12} + \hat{a}_{7T}\tau \cos \frac{2\pi\tau}{12} + \\ & + \hat{a}_{8T} \sin \frac{2\pi\tau}{6} + \hat{a}_{9T} \cos \frac{2\pi\tau}{6} + \hat{a}_{10T} \sin \frac{2\pi\tau}{4} + \\ & + \hat{a}_{11T} \cos \frac{2\pi\tau}{4} + \hat{a}_{12T} \sin \frac{2\pi\tau}{3} + \hat{a}_{13T} \cos \frac{2\pi\tau}{3} \end{aligned}$$

- z utežno multiplo regresijo ter napovednim modelom

$$\hat{x}(T+\tau) = \hat{a}_{1T} + \hat{a}_{2T}\tau + \hat{a}_{3T}\tau^2 + \hat{a}_{19T} X(\tau-12)$$

- ter z digitalnim filtriranjem.

SLIKA 2: PROMET V GOSTINSTVU (V MILJ. DIN)

(Vir: INDEKS)

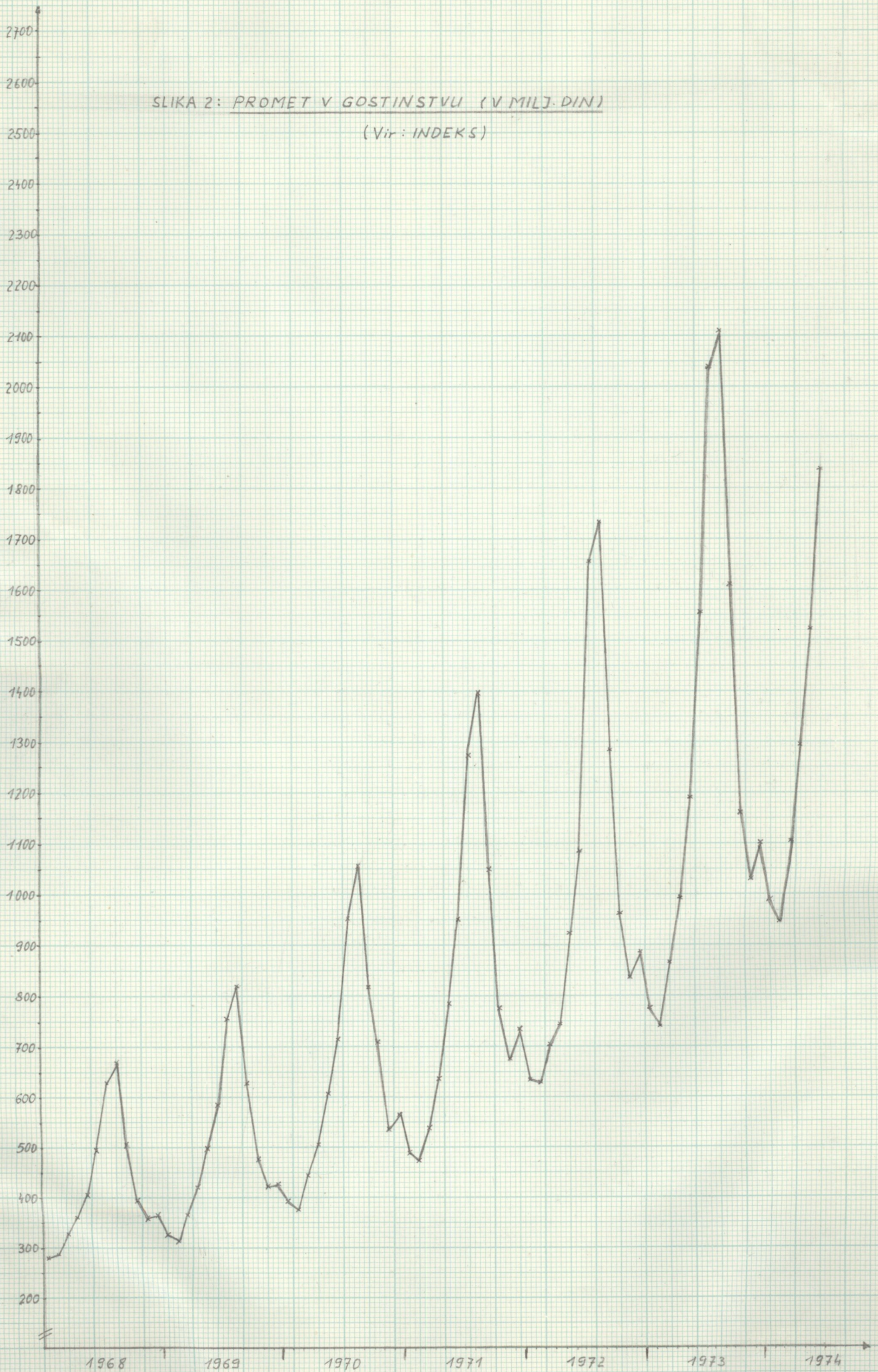


Tabela 1:

Promet v gostinstvu (v milj.din) (Vir: Indeks)

| | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|---|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| J | 282.0 | 327.0 | 392.0 | 489.0 | 635.0 | 778.0 | 990.0 |
| F | 288.0 | 314.0 | 378.0 | 473.0 | 630.0 | 741.0 | 948.0 |
| M | 328.0 | 363.0 | 445.0 | 537.0 | 703.0 | 867.0 | 1107.0 |
| A | 360.0 | 422.0 | 503.0 | 638.0 | 746.0 | 996.0 | 1292.0 |
| M | 404.0 | 496.0 | 606.0 | 787.0 | 921.0 | 1192.0 | 1523.0 |
| J | 494.0 | 583.0 | 714.0 | 950.0 | 1185.0 | 1555.0 | 1839.0 |
| J | 629.0 | 756.0 | 951.0 | 1272.0 | 1656.0 | 2040.0 | |
| A | 670.0 | 820.0 | 1056.0 | 1398.0 | 1732.0 | 2110.0 | |
| S | 506.0 | 629.0 | 814.0 | 1050.0 | 1283.0 | 1610.0 | |
| O | 393.0 | 478.0 | 709.0 | 774.0 | 963.0 | 1162.0 | |
| N | 360.0 | 423.0 | 535.0 | 677.0 | 838.0 | 1030.0 | |
| D | 367.0 | 427.0 | 564.0 | 734.0 | 888.0 | 1102.0 | |

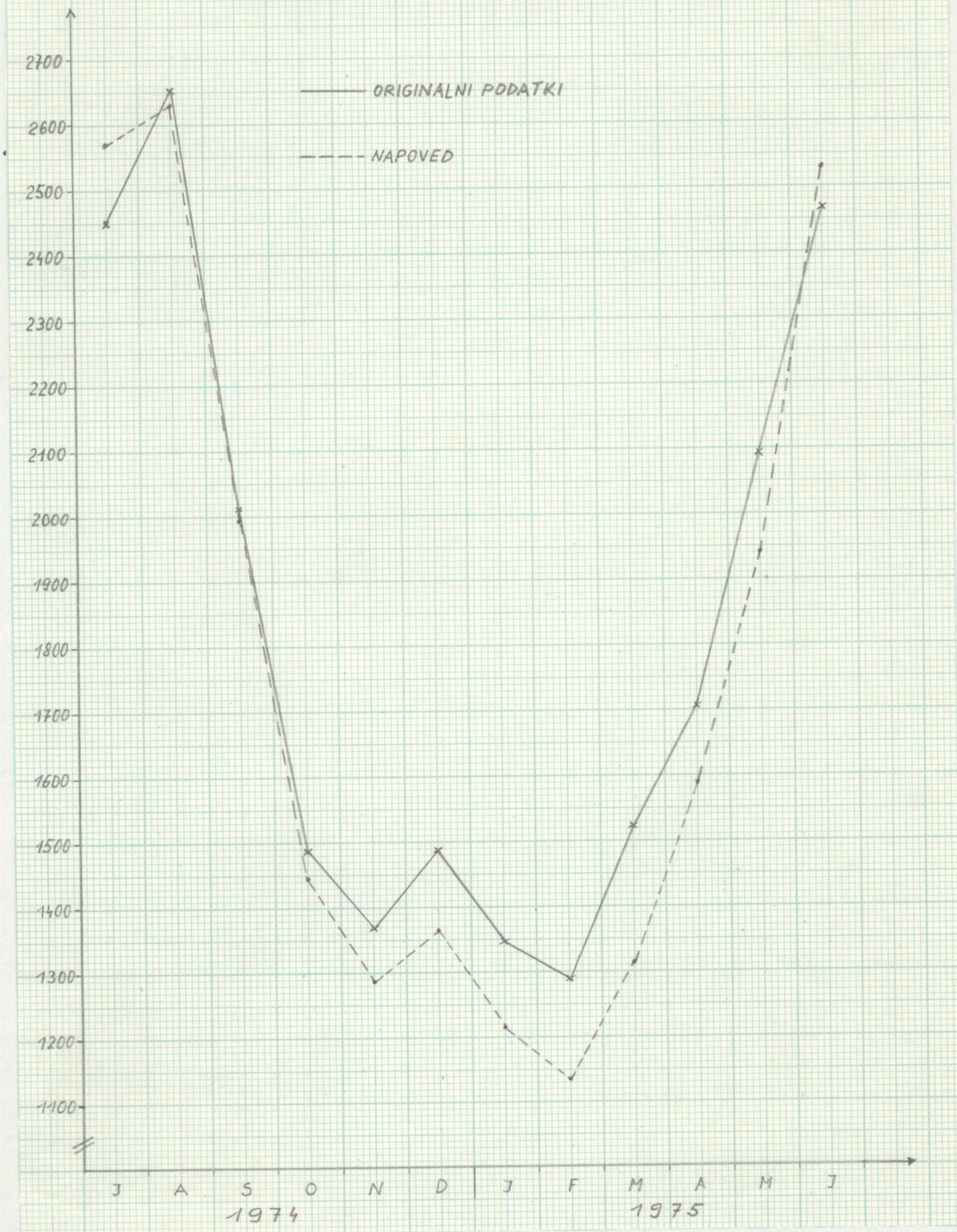
Kot merilo za ocenjevanje napovedi uporablja Laboratorij za digitalne sisteme kriterij kvalitete napovedi, ki jo določa po enačbi

$$Q = \frac{\sigma^2}{\bar{\epsilon}^2(t)}$$

kjer je σ^2 srednja kvadratna vrednost časovne vrste v območju napovedi in $\bar{\epsilon}^2(t)$ srednja kvadratna vrednost napake napovedi.

Pri vsakem izračunu napovedi zahtevamo informacije o Q_1 , kjer Q_1 predstavlja kvaliteto napovedi za $(T-2)$ -vo obdobje (če računamo napoved za $T-t_0$ razdobje), ter informacije o Q_2 , kjer je Q_2 kvaliteta napovedi za $(T-1)$ -vo razdobje. Kvaliteta napovedi za obdobje, na katero se nanaša napoved, lahko ugotovimo šele, ko so znani podatki o dejanski vrednosti pojava za to razdobje. Torej se tudi pri ocenjevanju napovedi srečamo z neke vrste ekstrapolacije: če so kvalitete napovedi Q_1 in Q_2 visoke (100 ali več), potem pričakujemo, da bo tudi kvaliteta napovedi za $T-t_0$ obdobje visoka. Ta predpostavka je realna seveda le v primerih, ko se zakonitost v gibanju pojava v preteklih letih nadaljuje tudi v letu, za katero računamo napoved. Če pa pride v tem letu do večjih odstopanj, pa bo informacija o Q_1 in Q_2 ter na osnovi nje sklep o pričakovani kva-

SLIKA 3: PROMET GOSTINSTVA V SFRJ V OBDOBJU
JULIJ 1974 - JUNIJ 1975



liteti napovedi, napačna.

Tabela 2 vsebuje originalne podatke obravnavane časovne vrste za obdobje julij 1974 - junij 1975 ter napovedi za to obdobje, izračunane po navedenih metodah in z navedenimi modeli: Zadnji dve vrstici vsebujeta podatka Q_1 in Q_2 .

Tabela 2: Promet gostinstva v SFRJ

| | Originalni podatki | Posplošeno glašenje | Utežna eksponenc. regresija (1) | Utežna multipla regresija (2) | Digitalno filtriranje |
|-----|--------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| J | 2449.0 | 1879.0 | 2304.2 | 2514.4 | 2569.6 |
| 4 A | 2651.0 | 1882.5 | 2377.7 | 2599.0 | 2629.6 |
| 7 S | 2011.0 | 1770.1 | 1980.6 | 1967.4 | 1996.3 |
| 9 O | 1484.0 | 1576.2 | 1547.5 | 1401.1 | 1431.9 |
| 1 N | 1369.0 | 1357.0 | 1374.9 | 1231.6 | 1277.8 |
| D | 1487.0 | 1175.4 | 1284.0 | 1318.3 | 1364.1 |
| J | 1348.8 | 1084.4 | 1159.9 | 1119.9 | 1216.2 |
| 5 F | 1288.0 | 1112.5 | 1147.0 | 1054.1 | 1136.1 |
| 7 M | 1523.0 | 1256.5 | 1322.0 | 1245.3 | 1313.0 |
| 9 A | 1705.0 | 1482.0 | 1585.3 | 1441.0 | 1590.1 |
| M | 2091.0 | 1732.8 | 1873.0 | 1742.3 | 1942.7 |
| 1 J | 2468.0 | 1945.9 | 2270.3 | 2306.9 | 2531.4 |
| | Q_1 | 10.0 | 148.9 | 742.4 | 414.6 |
| | Q_2 | 10.2 | 235.2 | 371.2 | 440.6 |

Tabela 2 prikazuje originalne podatke ter napoved za obdobje julij 1974 - junij 1975, izračunane po metodi digitalnega filtriranja.

b) Industrijska proizvodnja SR Slovenije

Tabela 3 in slika 4 vsebujeta indekse industrijske proizvodnje SR Slovenije po mesecih za obdobje 1966 - 1974.

Tabela 3: Indeks industrijske proizvodnje SR Slovenije
(100 = poprečje 1974)

| | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| J | 45.20 | 48.20 | 48.70 | 56.10 | 62.40 | 65.10 | 73.30 | 83.10 | 91.50 |
| F | 48.40 | 49.60 | 52.50 | 56.70 | 64.60 | 71.60 | 80.30 | 85.30 | 94.70 |
| M | 54.40 | 55.80 | 55.90 | 65.50 | 71.00 | 81.80 | 87.40 | 93.00 | 102.90 |
| A | 52.50 | 52.90 | 57.40 | 56.20 | 69.90 | 77.70 | 81.20 | 89.20 | 101.40 |
| M | 49.50 | 53.10 | 58.00 | 65.60 | 70.40 | 76.90 | 87.00 | 94.20 | 101.90 |
| J | 53.40 | 55.00 | 57.00 | 67.20 | 74.20 | 84.90 | 90.30 | 93.00 | 103.70 |
| J | 47.50 | 49.00 | 53.70 | 62.60 | 65.70 | 69.90 | 74.20 | 79.80 | 91.50 |
| A | 54.00 | 53.10 | 58.10 | 66.30 | 71.50 | 78.00 | 85.50 | 87.90 | 95.80 |
| S | 54.50 | 53.10 | 57.70 | 67.40 | 74.00 | 81.30 | 87.80 | 87.50 | 101.40 |
| O | 53.00 | 54.30 | 62.30 | 69.50 | 75.20 | 81.20 | 88.50 | 98.80 | 108.20 |
| N | 50.50 | 50.60 | 56.60 | 64.60 | 72.90 | 76.20 | 84.70 | 89.90 | 98.80 |
| D | 58.30 | 53.80 | 61.20 | 67.90 | 75.20 | 83.70 | 89.30 | 94.30 | 108.20 |

Izračunajmo napoved indeksov industrijske proizvodnje SR Slovenije za leto 1975 po metodi digitalnega filtriranja! Originalne podatke za leto 1975, napoved za leto 1975 ter Q_1 in Q_2 vsebuje tabela 4, v sliki 5 pa so originalni podatki in napoved prikazani še grafično.

Tabela 4: Indeks industrijske proizvodnje SR Slovenije v letu 1975

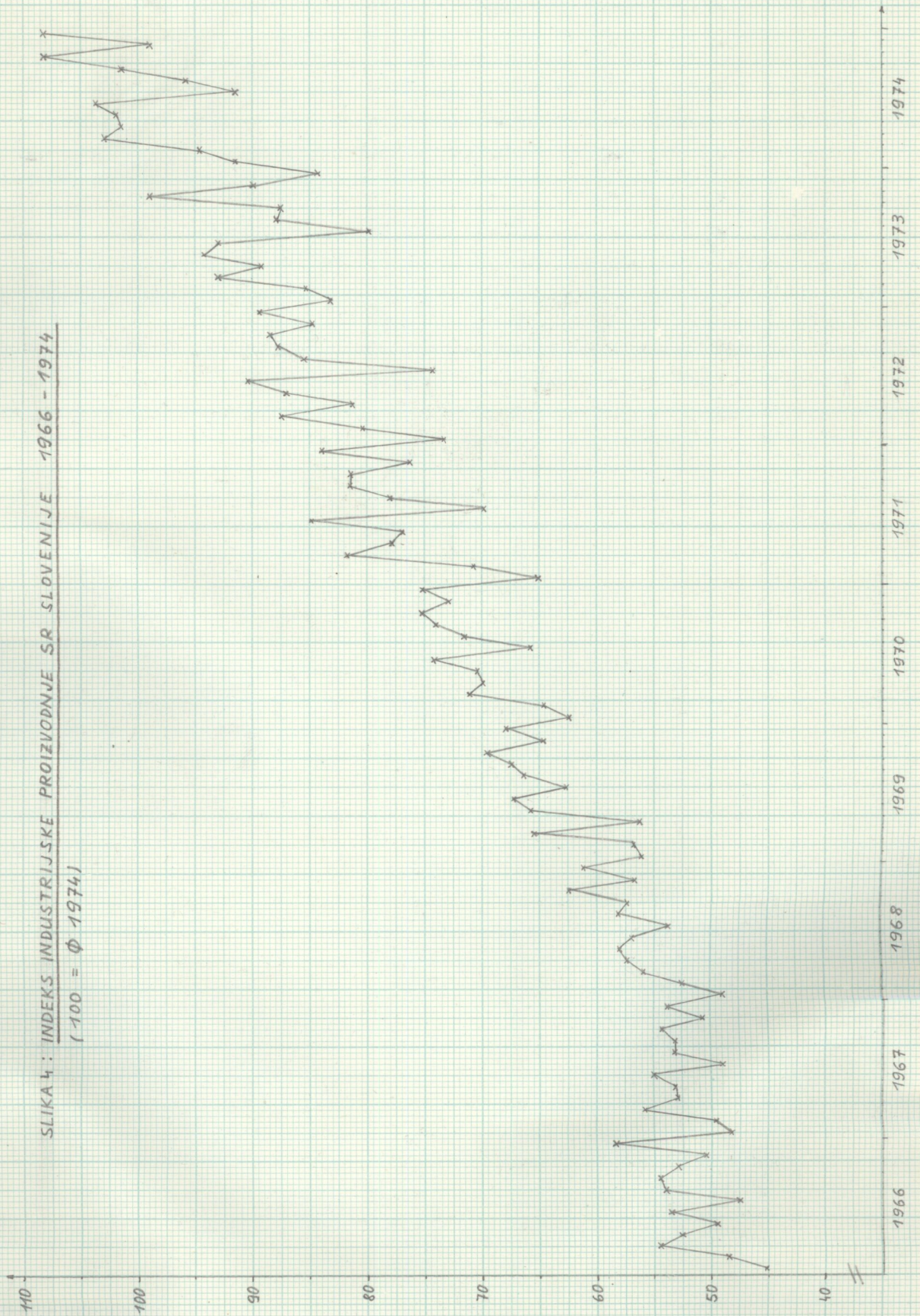
| | J | F | M | A | M | J | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Orig. podatki | 99,2 | 105,7 | 112.2 | 111.1 | 106.7 | 106.7 | | |
| Napoved | 101.1 | 104.4 | 113.5 | 110.3 | 112.6 | 114.6 | | |

| | J | A | S | O | N | D | Q_1 | Q_2 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Orig. podatki | 91,6 | 96.7 | 106.9 | 111.3 | 103.9 | 109.9 | | |
| Napoved | 101.8 | 108.4 | 111.8 | 118.4 | 110.6 | 117.7 | 664.5 | 832.8 |

c) Zaposleni v družbenem sektorju SR Slovenije

Tabela 5 in slika 6 vsebujeta indekse zaposlenih v družbenem sektorju SR Slovenije po mesecih za obdobje 1966-74.

SLIKA 4: INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE SR SLOVENIJE 1966 - 1974
(100 = Φ 1974)



SLIKA 5: INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE SR SLOVENIJE V L. 1975
(100 = Ø 1974)

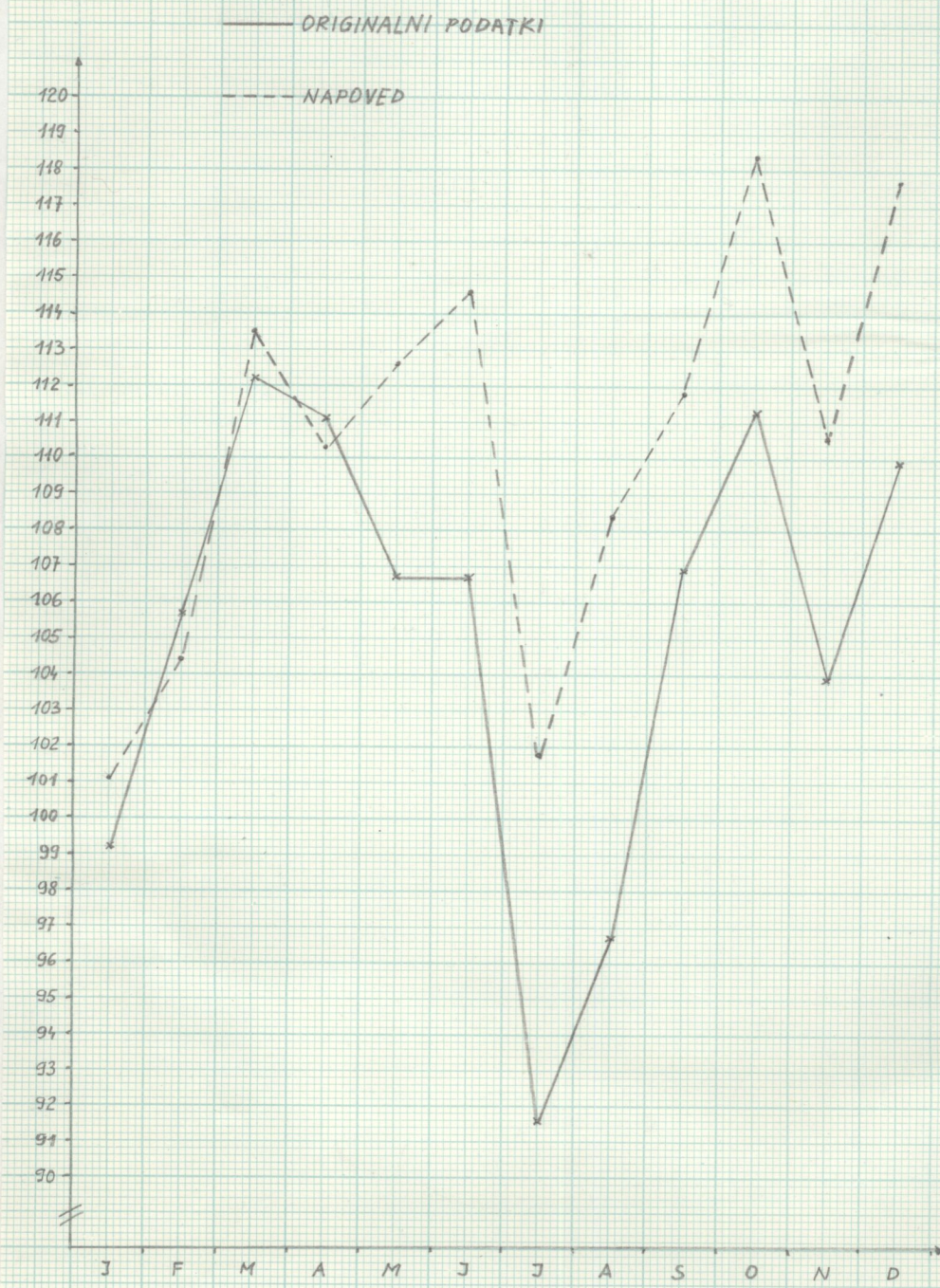


Tabela 5: Indeks zaposlenih v družbenem sektorju SR Slovenije
(100 = poprečje 1974)

| | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| J | 77.00 | 77.10 | 76.80 | 78.50 | 81.90 | 85.90 | 89.90 | 92.70 | 96.80 |
| F | 76.80 | 77.20 | 76.80 | 79.00 | 82.30 | 86.30 | 90.00 | 93.20 | 97.50 |
| M | 77.60 | 77.60 | 77.40 | 79.60 | 82.80 | 87.00 | 90.60 | 93.90 | 98.00 |
| A | 77.90 | 77.90 | 78.00 | 80.40 | 83.70 | 88.00 | 90.80 | 94.30 | 98.80 |
| M | 78.10 | 78.10 | 78.20 | 81.00 | 84.20 | 88.40 | 91.30 | 94.80 | 99.20 |
| J | 78.30 | 78.10 | 78.50 | 81.40 | 84.50 | 88.70 | 91.80 | 94.90 | 99.60 |
| J | 78.60 | 78.20 | 78.80 | 82.00 | 85.40 | 89.30 | 92.30 | 95.60 | 100.40 |
| A | 78.60 | 78.20 | 78.90 | 82.20 | 85.80 | 89.70 | 92.50 | 95.90 | 101.00 |
| S | 78.60 | 78.30 | 79.40 | 82.60 | 86.00 | 89.90 | 93.10 | 96.40 | 101.80 |
| O | 78.40 | 78.10 | 79.50 | 82.60 | 86.10 | 90.00 | 93.10 | 96.70 | 102.10 |
| N | 78.00 | 77.80 | 79.00 | 92.20 | 86.10 | 90.00 | 93.10 | 96.80 | 102.30 |
| D | 77.50 | 77.30 | 78.50 | 82.00 | 86.00 | 89.80 | 93.00 | 97.10 | 102.50 |

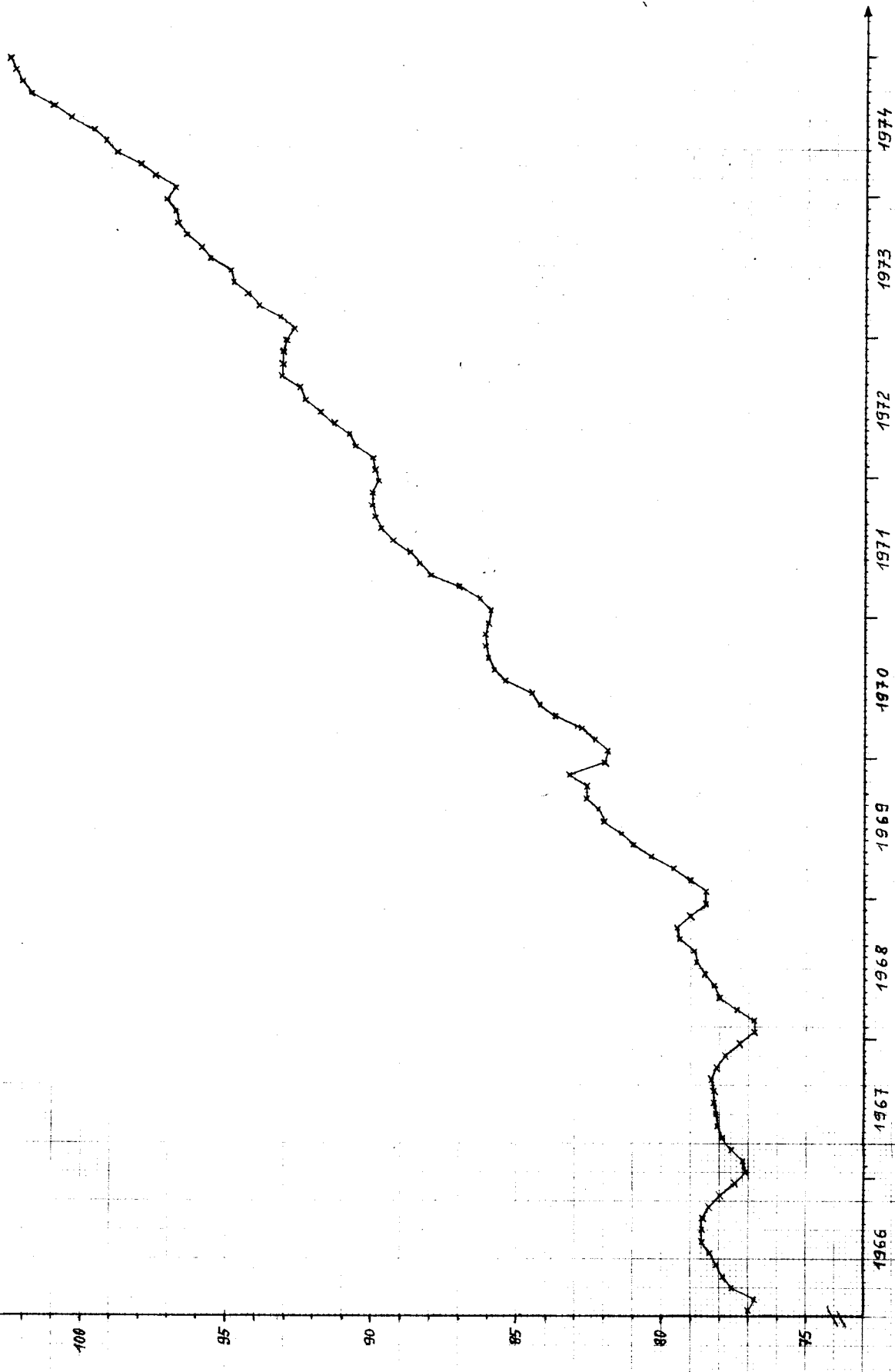
Tudi tu izračunajmo napoved za leto 1975 po metodi digitalnega filtriranja. Rezultate prikazuje tabela 6.

Tabela 6: Indeks zaposlenih v družbenem sektorju SR Slovenije
v letu 1975

| | J | F | M | A | M | J | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Orig. podatki | 102.7 | 103.2 | 103.7 | 104.1 | 104.6 | 105.0 | |
| Napoved | 102.3 | 103.0 | 103.5 | 104.2 | 104.7 | 105.0 | |

| | J | A | S | O | N | D | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| Orig. podatki | 105.7 | 106.1 | 106.5 | 106.7 | 106.8 | 106.6 | Q ₁ |
| Napoved | 105.8 | 106.3 | 107.1 | 107.4 | 107.5 | 107.7 | Q ₂ |
| | | | | | | | 116901.0 52491.0 |

SLIKA 6: INDEKS ZAPOSLENIH V DRUŽBENEM SEKTORJU SR SLOVENIJE
(100 = Ø 1974)



1. Problematika napovedovanja ekonomskih in poslovnih pojavov

Napovedi so nepogrešljivi del planiranja ekonomskih in poslovnih procesov. Planiranje kot poseben tip odločanja temelji namreč na predpostavki o pričakovanem ali predvidenem gibanju pojavov v prihodnosti. Dejanska gibanja pojavov v prihodnosti so za planerja neznana, zato se pri svojem delu lahko opira le na bolj ali manj natančne napovedi bodočih poslovnih in ekonomskih pogojev.

Logičen pristop k napovedovanju ekonomskih in poslovnih pojavov mora temeljiti na naslednjih treh izhodiščnih postavkah:

- 1) ekonomske in poslovne kategorije (obseg proizvodnje, dohodek, cene, osebni dohodki itd) so v medsebojni zvezi. Te medsebojne zveze skupaj z kategorijami predstavljajo sistem, ki je v času razmeroma stabilen;
- 2) prihodnje spremembe v intenzivnosti zgornjih kategorij so v veliki meri odvisne od današnjih vzrokov, ali pa lahko predvidevamo spremembe na osnovi danes opaznih simptomov;
- 3) na osnovi poznavanja zgodovine razvoja pojavov je mogoče raziskati naravo teh vzrokov in simptomov ter posledic in predvidenih sprememb v gibanju ekonomskih in poslovnih pojavov.

Na osnovi teh postavk (ki so osnova ne le napovedovanju, temveč tudi ekonomski teoriji in statistiki) lahko izvedemo tri osnovne strategije napovedovanja: deterministično, simptomatično in sistematično.

Deterministična strategija predpostavlja, da je sedanost vzročno povezana s prihodnostjo. Takšna predpostavka je v nekaterih primerih uporabna za napovedovanje; če npr. napovedujemo strukturo stroškov nekega projekta, pri tem pa poznamo danes sklenjene pogodbe o izvajanju projekta, lahko zelo dobro napovemo potrebne elemente.

Simptomatična strategija predpostavlja, da sedanji pojavi nakazujejo, kako se bo razvijala prihodnost. Takšni pojavi ne determinirajo prihodnosti, temveč indicirajo bodoče spremembe

v gibanju pojava. Kasneje bomo to metodo srečali pod imenom "metoda vodilnih serij" ali "vodilnih indikatorjev".

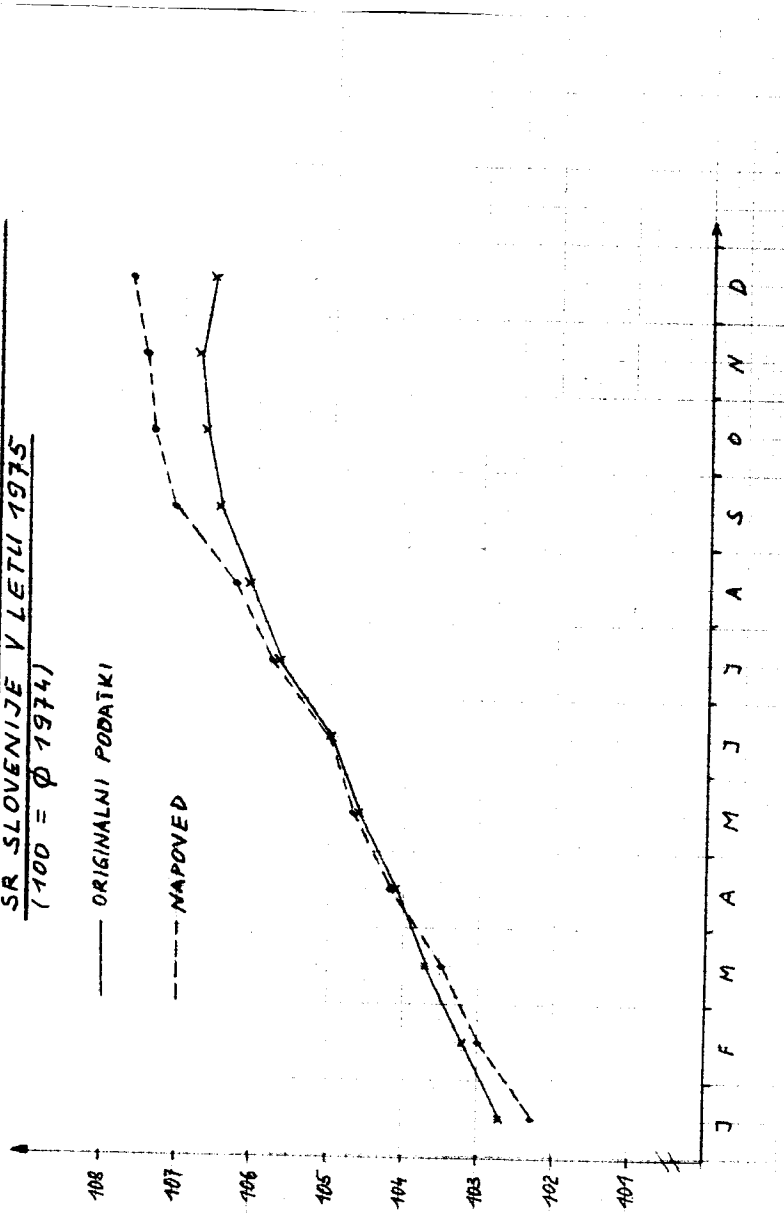
Sistematična strategija predpostavlja, da kljub navidezni kaotičnosti in slučajnostim v spremembah v realnem svetu, podrobna in sistematična analiza lahko pojasni oz. "izlušči" regularnosti, ki so osnova teh sprememb. Te regularnosti imenujemo teorije, zakoni ali principi. Način, kako ugotoviti te regularnosti je izgradnja abstraktnih modelov realnih ekonomskih ali poslovnih sistemov.

V zgornji opredelitvi osnovnih strategij ali pristopov k napovedovanju pa smo zajeli že bistvene elemente, zaradi katerih je napovedovanje ekonomskih in poslovnih pojavov naloga, ki se vedno znova postavlja pred ekonomiste in pri kateri vedno znova skušamo najti boljše rešitve, boljše odgovore na vprašanja, kakšno bo gibanje posameznih poslovnih ali ekonomskih pojavov v prihodnje.

Za razliko od pojavov na drugih področjih (npr. na področju tehničnih znanosti) opazamo pri poslovnih in ekonomskih pojavih večjo mero stohastičnosti; pri študiju ekonomskih in poslovnih pojavov se srečamo tudi z dokaj zapletenim sistemom interakcij med pojavi, pri čemer se stopnje povezanosti ter medsebojnih odvisnosti med posameznimi pojavi v času praviloma spreminjajo; na ekonomske in poslovne pojave vplivajo tudi mnogi neekonomski faktorji, ki imajo svojo zakonitost razvoja, vendar jih je pri napovedovanju ekonomskih in poslovnih pojavov težko predvideti itd.

Pri napovedovanju ekonomskih in poslovnih pojavov se srečamo tudi s pojavom, ki ga ne poznamo na ostalih področjih: napovedi na ekonomskem in poslovnem področju vplivajo na prihodnjo smer razvoja ekonomskih in poslovnih aktivnosti. Če je avtor napovedi ista oseba kot odločevalec (planer), ali če odločevalec ve za napovedi, pomeni to dejstvo potencialno možnost vpliva napovedi na odločitev. Če npr. napoved vsebuje trditev, da se bo spremenila smer razvoja nekega opazovanega pojava, in vè to tudi odločevalec, bo le-ta lahko že pri svoji odločitvi upošteval napoved. Zato mora prognostik

SLIKAGA: INDEKS ZAPOSLENIH V DRUŽBENEM SEKTORJU
 SR SLOVENIJE V LETU 1975
 (100 = $\bar{\phi}$ 1974)



d) Indeks izvoza blaga SR Slovenije

Do zdaj prikazani podatki se odlikujejo z relativno visokimi kvalitetami napovedi. Primer, ki ilustrira do sedaj že večkrat postavljene trditve, da je napovedovanje z matematičnimi metodami uspešno le, če velja predpostavka o nespremenjenih pogojih iz preteklosti, sicer pa ne, je napoved indeksa izvoza blaga SR Slovenije za leto 1975. Podatke za obdobje 1968-74 vsebujeta tabela 7 in slika 7, primerjavo originalnih podatkov in napovedi po metodi digitalnega filtriranja za leto 1975 pa tabela 8 in slika 8.

Tabela 7: Indeks izvoza blaga SR Slovenije (100=poprečje 1974)

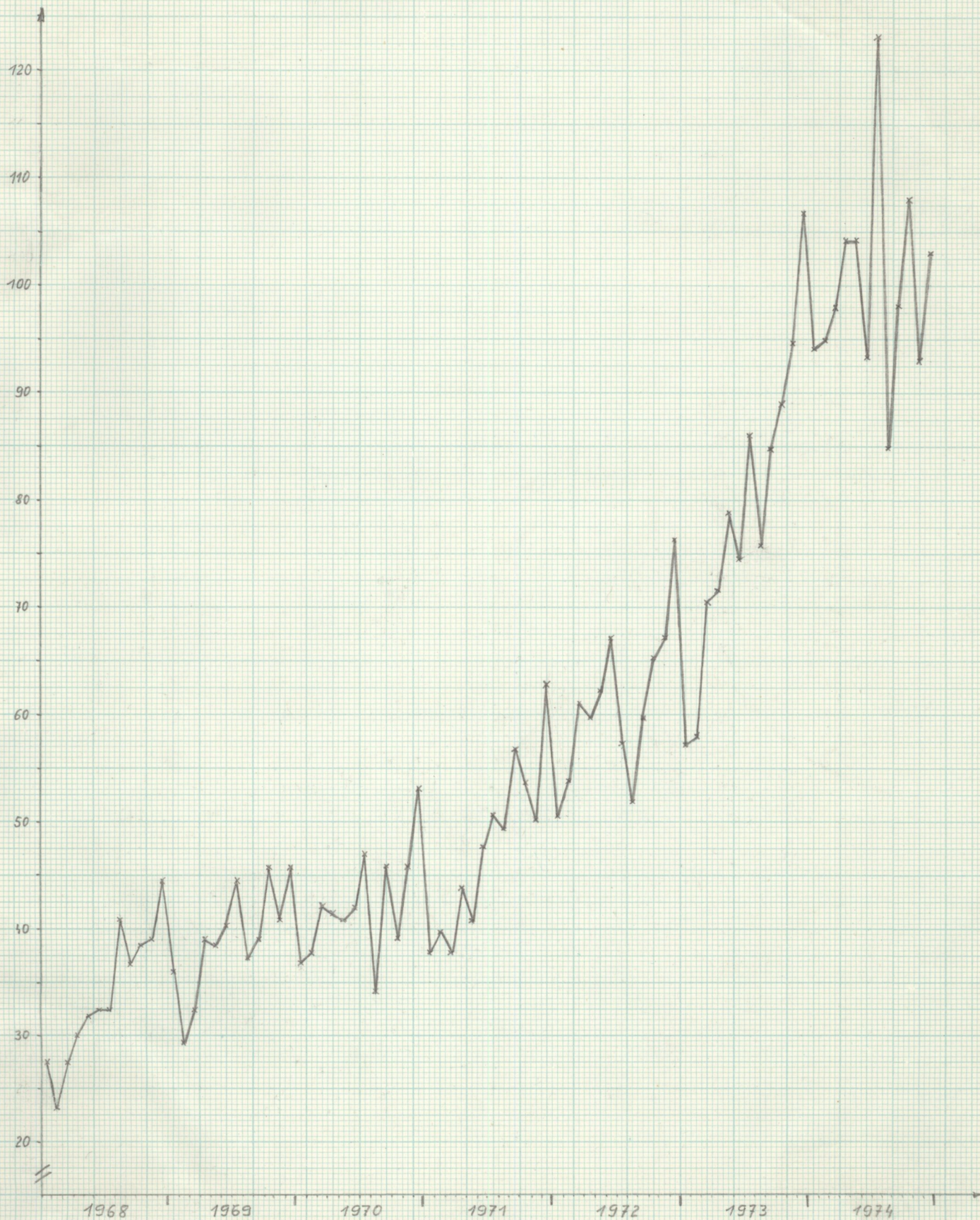
| | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| J | 27.50 | 36.00 | 36.70 | 37.80 | 50.60 | 57.30 | 94.20 |
| F | 23.20 | 29.30 | 37.80 | 39.70 | 53.70 | 58.00 | 95.00 |
| M | 27.50 | 32.40 | 42.10 | 37.80 | 61.10 | 70.50 | 98.00 |
| A | 29.90 | 39.10 | 41.50 | 43.90 | 59.80 | 71.60 | 104.30 |
| M | 31.80 | 38.50 | 40.90 | 40.90 | 62.20 | 78.80 | 104.40 |
| J | 32.40 | 40.30 | 42.10 | 47.60 | 67.10 | 74.50 | 93.30 |
| J | 32.40 | 44.50 | 47.00 | 50.60 | 57.30 | 86.10 | 123.20 |
| A | 40.90 | 37.20 | 34.20 | 49.40 | 51.90 | 75.70 | 84.90 |
| S | 36.70 | 39.10 | 45.80 | 56.80 | 59.80 | 84.80 | 98.20 |
| O | 38.50 | 45.80 | 39.10 | 53.70 | 65.30 | 89.10 | 108.10 |
| N | 39.10 | 40.90 | 45.80 | 50.10 | 67.10 | 94.60 | 93.10 |
| D | 44.50 | 45.80 | 53.10 | 62.90 | 76.30 | 106.80 | 103.20 |

Tabela 8: Indeks izvoza blaga SR Slovenije v letu 1975
(100 = poprečje 1974)

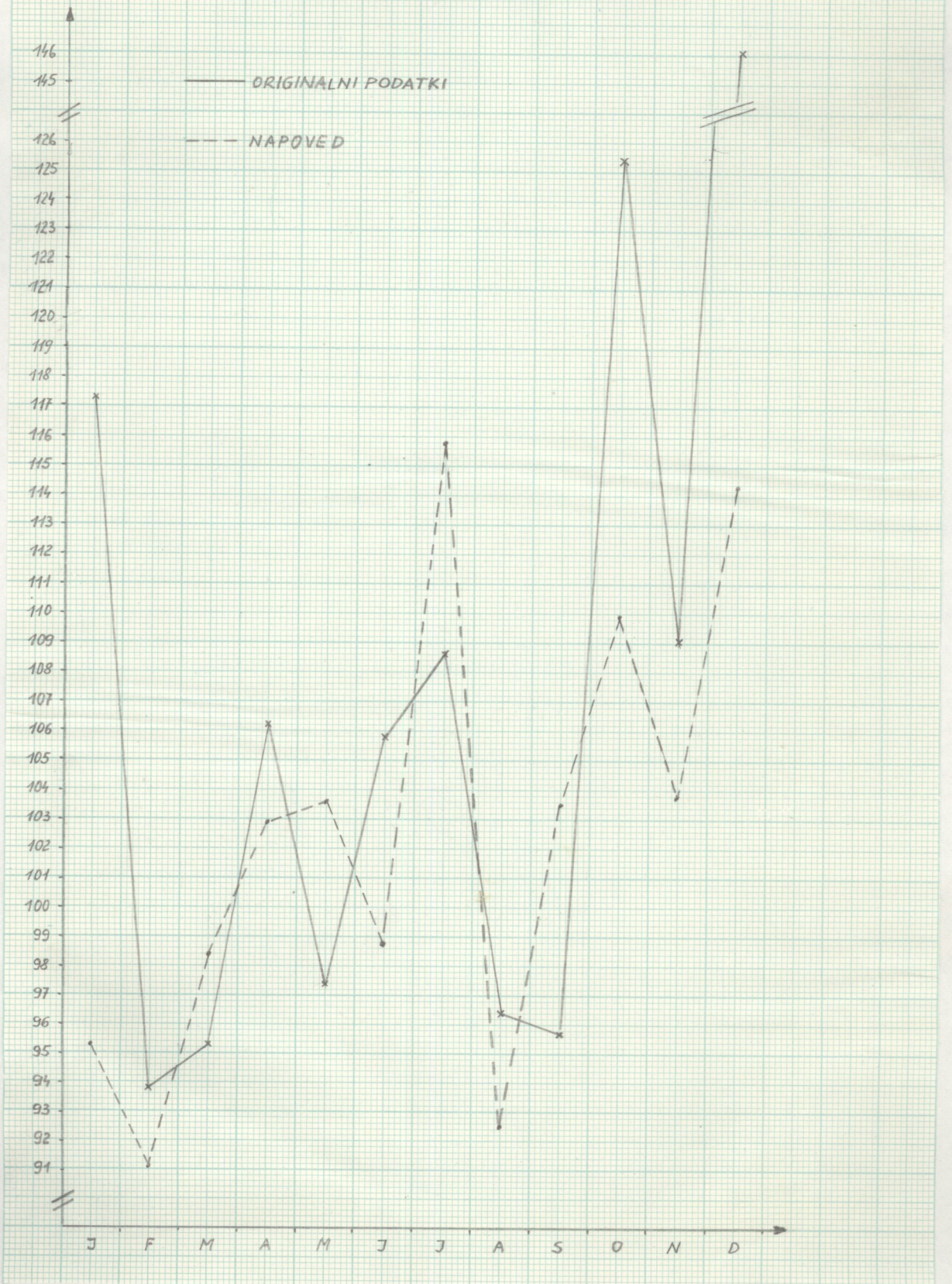
| | J | F | M | A | M | J | J |
|---------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Orig. podatki | 117.3 | 93.8 | 95.3 | 106.2 | 97.4 | 105.8 | 108.6 |
| Napoved | 95.3 | 91.1 | 98.4 | 102.9 | 103.6 | 98.8 | 115.8 |

| | A | S | O | N | D | Q ₁ | Q ₂ |
|---------------|------|-------|-------|-------|-------|----------------|----------------|
| Orig. podatki | 96.4 | 95.7 | 125.4 | 109.1 | 146.1 | | |
| Napoved | 92.5 | 103.5 | 109.9 | 103.8 | 114.3 | 58.4 | 67.6 |

SLIKA 7: INDEKS IZVOZA BLAGA SR SLOVENIJE 1968 - 1974
(100 = ϕ 1974)



SLIKA 8 : INDEKS IZVOZA BLAGA SR SLOVENIJE
 V LETU 1975 (100 = ϕ 1974)



e) Indeks uvoza blaga SR Slovenije

Podobna je situacija pri napovedovanju indeksa uvoza blaga. Podatki so v tabeli 9 in sliki 9, rezultati pa v tabeli 10 in sliki 10. Tudi tu je napoved izračunana po metodi digitalnega filtriranja.

Tabela 9: Indeks uvoza blaga SR Slovenije (100 = poprečje 1974)

| | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| J | 19.10 | 26.50 | 23.90 | 44.30 | 33.40 | 59.90 | 82.20 |
| F | 20.40 | 22.10 | 25.60 | 27.70 | 39.50 | 45.50 | 79.40 |
| M | 17.80 | 25.20 | 29.50 | 38.60 | 36.40 | 50.70 | 79.30 |
| A | 23.90 | 28.60 | 38.20 | 46.00 | 35.60 | 55.10 | 89.10 |
| M | 26.50 | 33.00 | 33.80 | 43.80 | 38.60 | 70.30 | 89.20 |
| J | 22.10 | 30.80 | 42.10 | 47.70 | 46.40 | 58.20 | 104.20 |
| J | 22.60 | 31.20 | 47.70 | 47.30 | 46.00 | 72.00 | 115.30 |
| A | 26.90 | 27.70 | 41.20 | 43.40 | 44.70 | 61.60 | 112.30 |
| S | 23.00 | 30.80 | 39.90 | 40.80 | 45.10 | 62.50 | 95.20 |
| O | 24.30 | 30.30 | 41.70 | 41.70 | 48.10 | 77.20 | 112.70 |
| N | 26.00 | 30.30 | 42.10 | 37.30 | 48.60 | 70.70 | 113.10 |
| D | 30.00 | 36.40 | 45.10 | 44.30 | 59.90 | 76.30 | 127.90 |

Tabela 10: Indeks uvoza blaga SR Slovenije za leto 1975
(100 = poprečje 1974)

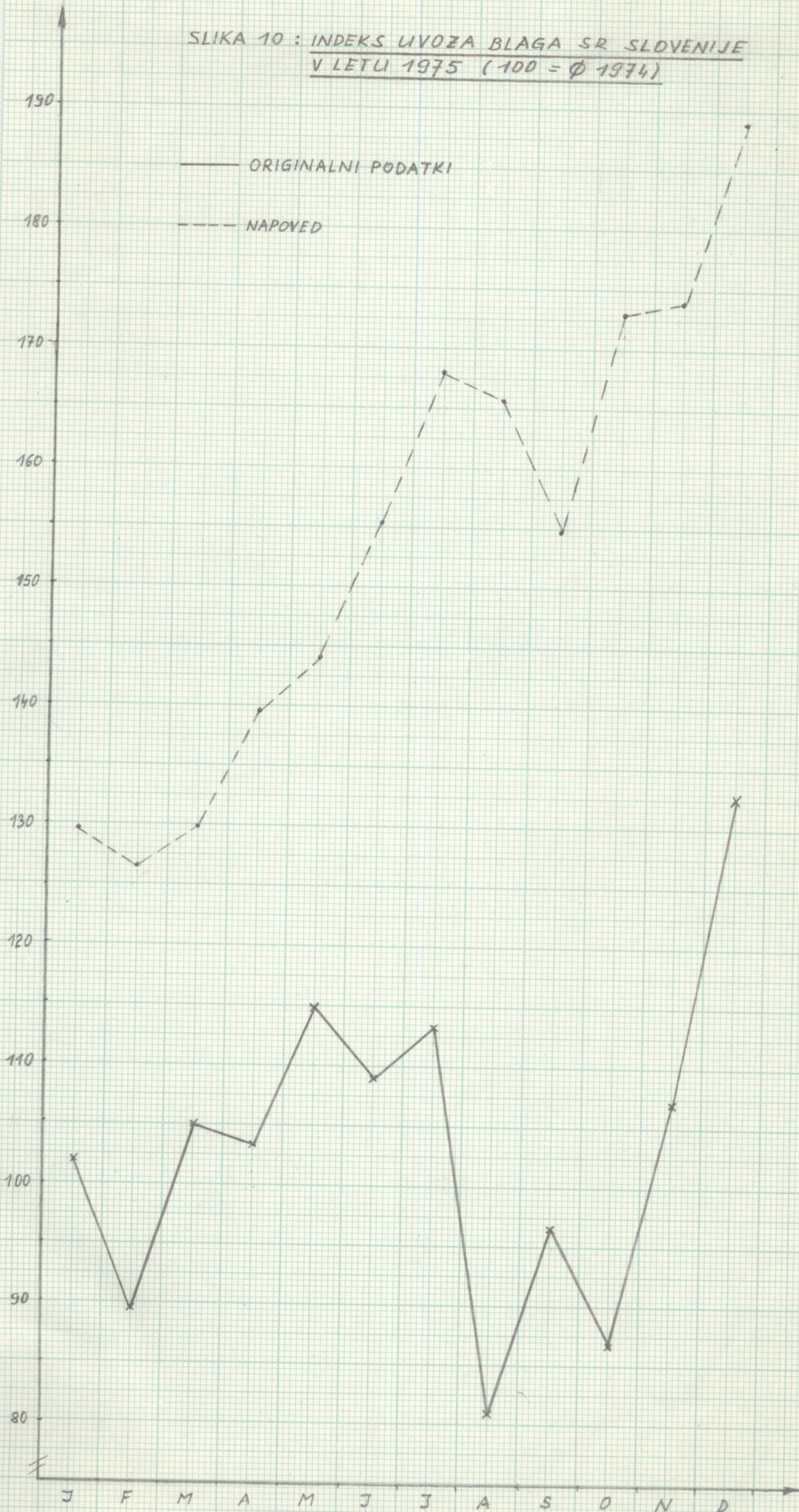
| | J | F | M | A | M | J | J |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Orig. podatki | 102.0 | 89.5 | 105.1 | 103.4 | 114.9 | 109.0 | 113.3 |
| Napoved | 129.6 | 126.5 | 129.9 | 139.4 | 144.2 | 155.4 | 168.1 |

| | A | S | O | N | D | Q ₁ | Q ₂ |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|----------------|
| Orig. podatki | 81.1 | 96.6 | 86.7 | 107. | 132.7 | | |
| Napoved | 165.7 | 154.9 | 173.0 | 174.1 | 189.0 | 54.2 | 33.2 |

TABELA 9 : INDEKS UVOZA BLAGA SR SLOVENIJE 1968 - 1974
(100 = Φ 1974)



SLIKA 10 : INDEKS UVOZA BLAGA SR SLOVENIJE
V LETU 1975 (100 = $\bar{\phi}$ 1974)



7. Zaključek

Razmišljanja v predhodnih poglavjih in ilustracije z izračuni v prejšnjem poglavju jasno kažejo na kompleksnost problematike napovedovanja ekonomskih in poslovnih pojavov. Kot na mnogih ostalih področjih prihaja tudi na tem do polnega izraza nujnost sodelovanja med strokovnimi skupinami različnih profilov. Napoved ekonomskega ali poslovnega pojava mora biti izražena kvantitativno, toda poti do napovedi ne moremo prepuščati izključno kvalitativnim metodologom. Vsekakor pa je kvantitativna metodologija napovedovanja sestavni del procesa napovedovanja. Kvantitativne metode naj dajo bolj ali manj kvalitetno napoved razvoja pojava v prihodnosti, vsebinska analiza predvidenih pogojev v prihodnosti pa naj takšne napovedi korigira. Zavzemamo se torej za nekakšno zmes napovedovanja in predvidevanja, za nekakšen "predict-forecasting" ali "forecast-prediction". Tega pa v veliki meri dosegata in omogočata napovedovanje s pomočjo ekonometrijskih modelov ter simulacija.

Literatura:

- 1/ Blejec dr. Marjan, Statistične metode za ekonomiste (Ekonom-ska fakulteta, Ljubljana 1974)
- 2/ Bratt E.C., Business Forecasting (McGraw-Hill, New York, 1958)
- 3/ Brown, G. Robert, Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series, (Prentice-Hall, London 1964)
- 4/ Frankovič dr. Vlado, O metodah planiranja (Razprava na posve-tovanju o planiranju, Portorož, 1973 ER, Ljubljana, 1973)
- 5/ Leskovar, dr. Silvin in grupa sodelavcev, Metode prognoziranja poslovnih pojavov (Raziskovalni center Eko-nomske fakultete, Ljubljana 1975)
- 6/ Naylor, T.H., Computer Simulation Experiments with Models of Economic Systems (Yohn Wiley & sons, Inc., New York, 1971)
- 7/ Silk L.S, Forecasting Business Trends (McGraw-Hill, New York 1963)
- 8/ Spencer M.H., Colin G.C., Hoguet P.W., Business and Economic Forecasting (Irwin, Illinois, 1961)
- 9/ Wolfe, H.D., Business Forecasting Methods, (Holt, Rinchart and Winston, New York, 1966)