

Tov.

30. novembra

70

Marjan Dolenc

Izvršni svet SRS

Odbor za gospodarstvo

Ljubljana

V skladu z najinim telefonskim razgovorom Vam v prilogi pošiljam program aplikativno-raziskovalne naloge "Napovedne funkcije".

Če je Vaš odbor zainteresiran za financiranje te naloge, smo pripravljeni prevzeti stalni servis te vrste za Vaše potrebe, tudi potem, ko je naloga opravljena.

S tovariškimi pozdravi

Direktor RCEF

Prof. dr. V. Rupnik

priloga

# P r o g r a m

## aplikativno - raziskovalne naloge "Napovedne funkcije"

### I. Vsebina problema

Ekonomski pojavi izzivajo potrebo po njihovem merjenju in ugotavljanju zakonitosti, ki tem pojavom vladajo. Poznavanje pojava v preteklosti ni enostavna stvar, če gre za nalogo, kako se opreti na te informacije zato, da bi zgradili čim zanesljivejšo oceno oz. napoved tega, kako bo najverjetneje ta pojav potekal. Tako je n. pr. stopnja natančnosti kakor tudi metoda analitičnega zajemanja povpraševanja po nekem blagu v preteklosti lahko edina osnova za napoved pričakovanega povpraševanja v bodoče. Če smo pripravljeni na bodoči potek dogodkov tako, da je verjetnost, da se naša napoved uresniči, čim bliže eni, je obstoj napovedne funkcije lahko eden od bistvenih pripomočkov za zmanjševanje gospodarske škode, ki sicer nastane zaradi nepripravljenosti na bodoči potek dogodkov oz. pojava. Čim boljše poznavanje zakonitosti, ki delujejo, pa vnaša umirjenost pri akcijah, zlasti pa pri reakcijah na pojave v ekonomskem mehanizmu, bodisi v makro+ ali pa v mikrorazmerah. Hkrati se manjšajo tudi zakasnitve naših reakcij in akcij na pojave, ker jih že vnaprej pričakujemo. Matematično gledano, spada omenjena problematika med stabilnostne probleme.

Doslej znane metode regresije so več ali manj močno subjektivno pogojene, ker se običajno subjektivno določa tip regresije. Hkrati obstaja tudi nevarnost, da s takšnim načinom izravnavanja tudi zabrišemo sledi o periodičnosti pojava. V splošnem je treba dovoljevati tudi povsem patološke oblike trendov in ne samo tradicionalnih monotonih funkcij. Podobno najdemo zlasti v praksi zelo poenostavljene pojme o periodičnih komponentah samega pojava. Mnogo realneje je, če dopustimo celo vrsto možnih cikličnih gibanj; treba jih je le v pojavu odkriti. S takšno diferenciacijo ciklike je možno uravnavati

- operativne poslovne odločitve (naša reakcija na "šume" v pojavu,
- taktične odločitve (reakcija na kratkoročno cikliko znotraj n. pr. leta) in

- strateške odločitve (reakcija na dani pojav).

Zgoraj navedena problematika je pre met aplikativno - raziskovalne naloge.

## II. Rešitev problema in njegova uporabnost

V RCEF se ukvarjamo s tem problemom že dve leti. Pri tem smo prišli do teoretičnih in praktičnih rezultatov, ki v načelu povsem zadovoljujejo zgoraj opisane zahteve. To delo je bilo doslej financirano iz lastnega raziskovalnega sklada. Rezultati pa sedaj narekujejo smelejše izpopolnitve že dobljene metode v tem smislu, da se poveča zanesljivost napovedi na osnové na zgornji način konstruirane kvantifikacije pojava. Znano je namreč, da s časovno oddaljenostjo bodočega pojava od opazovanega zanesljivost napovedi pada. Takšno zanesljivost pa je mogoče doseči le z uporabo simulacije na že dobljeni metodi. Za simulacijo pa je potrebno delo na računalniku, ki terja razmeroma izdatna sredstva. Za zaključek raziskav so torej potrebna določena sredstva.

Sama rešitev problema je seveda uporabna na kakršnemkoli pojavu, ki se ga da formalno prikazati kot časovno vrsto in ki zanj imamo znan čim daljši historiat. Zato je rešitev zlasti uporabna pri analizi ekonomskih funkcij, kategorij, indeksov, indikatorjev itd., ki so formalno funkcije časa. Ker so časovne funkcije karakteristični a dinamičnih sistemov, smo ta koncept že uporabili pri raziskavah dinamičnih mikroekonomskih sistemov, s katerimi se ukvarja posebna grupa v RCEF. Metodološko ni ovir za uporabo omenjenega koncepta tudi na makroekonomske sisteme.

## NAPOVEDNE FUNKCIJE.

V poslovnem življenju je možnost ugotavljanja najverjetnejšega poteka poslovnih pojavov izrednega pomena za uspešnost poslovanja. Kot sredstvo za oceno bodočega obnašanja različnih ekonomskih in poslovnih pojavov dosežanje metode statistike nudijo le skromna orodja, ki lahko služijo kot podlaga za napovedovanje poteka vseh dogodkov, ki so v preteklosti že obstajali.

Na ta način <sup>2,7</sup>p. nr. poznamo pojem statistične strukture, pojem povprečja, trenda, korelacije in podobno. Omenjene metode so zelo skromne glede na moč napovedovanja bodočih pojavov, ki smo jih sledili že v preteklosti. To največkrat iz razloga, da te metode predstavljajo oceno bodočih pojavov na osnovi preteklih konstant. Tako n. pr. napovedovanje naraščanja prodaje, določenega proizvoda v naslednjem kvartalu običajno izhaja iz preteklosti, pri čemer bodočim dogajanjem pripisuje iste lastnosti kot v preteklosti. Če upoštevamo, da je ekonomska škoda, ki jo prinaša tako poenostavljeno napovedovanje bodočih dogodkov na osnovi mehničnega presajanja značaja pojavov v preteklosti na bodočnost, potem je jasno, da je nujno izboljšati metode prognoziranja.

Z namenom, da odpravimo ali pa vsaj omejimo napake, ki jih zagrešimo pri ocenjevanju bodočega razvoja pojavov v poslovnem življenju smo izdelali posebno metodo prognoziranja in sicer na osnovi tako imenovanih napovednih funkcij. Napovedne funkcije omogočajo:

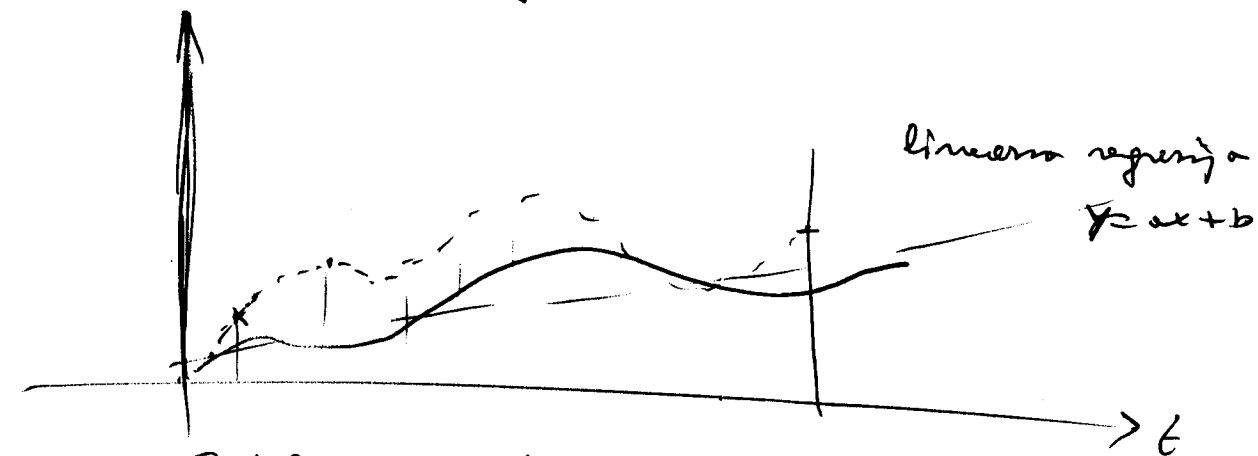
- 1/ razstavljanje celotnega opazovanega pojava na vse tiste komponente, ki določajo karakter obnašanja pojava v bodočnosti.
- 2/ Iz večkomponentnih ocen bodočega obnašanja je mogoče dobiti popolnejšo informacijo o bodočem razvoju dogodkov, s čimer smo v stanju posebej obravnavati trendno komponento in posebej celo vrsto cikličnih komponent, ki so za poslovne odločitve zelo pomembne.

Če se n. pr. ozremo na politiko zalog v trgovini, potem je poznavanje napovednih funkcij za določeno vrsto blaga pomembno, ker poznamo iz njih <sup>1</sup>večletni trend /dolgoročnost/, letno gibanje, različno kvartalno in semestralno ritmiko, pa tudi isto dinamiko, ki se spreminja v krajših razdobjih.



Poznavanje konic povpraševanja ob koncu tedna, kakor tudi poznavanje konic znotraj meseca lahko omogoča tako dimenzioniranje zalog, da se le-te čimbolj približajo stvarni prodaji. Z metodo napovednih funkcij je določeno tisto število komponent, ki pripadajo konkretnemu pojavu kot specifičnost, za vsako od teh komponent pa imajo analitično izražave, ki omogoča izračunavanje najverjetnejšega poteka pojavov v bodoče. Metoda napovednih funkcij se da uporabiti v principu povsod tam, kjer obstaja evidenca oziroma statistični material za obnašanje pojavov v preteklosti. Stopnja zanesljivosti uporabe napovednih funkcij je tem večja, čim daljša je opazovana serija in čim natannejši so seveda podatki. Napovedna funkcije so torej pomembno sredstvo zlasti v marketingu, pa tudi v teoriji proizvodnje, v prometu, zdravstvu, turizmu in drugod. Uporaba napovednih funkcij je preprosta in glede na efekte relativno poceni.

skizma



Prodaja

Velikost julija in avgusta (v tisočih)

jan 1680  
 feb  
 mar

Velikost julija in avgusta (v tisočih)	Velikost avgusta	Velikost prodaje
30	1000	180
40	1000	270
52	1000	270
	1000	300
	1000	370
	1000	350 ✓
	1000	420
	1000	400
	1000	370
	1000	320
	1000	340

v drugo vrsto

UPORABA NAPOVEDNIH FUNKCIJ PRI PLANIRANJU  
PRODAJE

V poslovnem življenju je možnost ugotavljanja najverjetnejšega poteka poslovnih pojavov velikega pomena za uspešnost poslovanja. Ocena bodoče prodaje je ključni element ekonomskega planiranja podjetja. Obstoječe proizvodne kapacitete, delovna sila in poslovna sredstva ostajajo brez poslovnega učinka, če ekonomsko planiranje ne upošteva tudi absorpcijskih možnosti tržišča. Znano je namreč, da so zaloge finalnih izdelkov škodljive za rentabilnost poslovanja. Za ugotavljanje bodočega gibanja prodaje za proizvode, ki jih podjetje že proizvaja in ki zanje ima kadrovske, surovinske, poslovne in tehnološke potencialne, so doslej znana sredstva razmeroma skromna, ker le slabo aproksimirajo bodoči pojav. Osnovna ideja, ki jo lahko v zelo koristnem okviru uporabljamo za izboljšanje ocen bodočega gibanja prodaje je metoda napovednih funkcij kot posebna matematična metoda.

Doslej znani pojmi kot so npr. statistična struktura, poprečja, trendi, korelacije ipd. prinašajo pri uporabi razmeroma velike odklone med napovedjo in stvarnim dogodkom. To z drugimi besedami pomeni, da so omenjene metode zelo skromne glede na moč napovedovanja bodočih pojavov, za katere poznamo obnašanja v preteklosti. Razlog za to je v tem, da te metode dajejo oceno bodoče prodaje le na osnovi bodisi konstant ali pa konstantno parametriziranih funkcij. Tako npr. napovedovanje prodaje določenega proizvoda za naslednji kvartal običajno izhaja iz preteklosti. Če upoštevamo, <sup>kako velika je lah</sup> ~~---~~ ekonomska škoda, ki jo prinaša na ta način poenostavljeno napovedovanje bodočih dogodkov na osnovi mehničnega presajanja obnašanja pojava v preteklosti na bodočnost, potem je jasno, da je prej ali slej

nujno treba izboljšati metode prognoziranja prodaje.

Tržna analiza, ki se običajno ukvarja z ugotavljanjem preteklosti na področju tržnega dogajanja, ostaja zaradi zgoraj navedenega v razkoraku in slabo povezana z marketingom, ki naj bi razvijal metode tržne taktike. Če izkoristimo podatke v tržni analizi za izboljšanje metod marketinga, potem je izkoristek investicij v tržno analizo in njen informacijski sistem znatno večji.

Z namenom, da odpravimo ali pa vsaj zmanjšamo napake, ki jih zagrešimo pri ocenjevanju bodoče prodaje, je treba izdelati posebno metodo prognoziranja, s katero dobimo tkim. prognostične ali napovedne funkcije. Napovedne funkcije omogočajo:

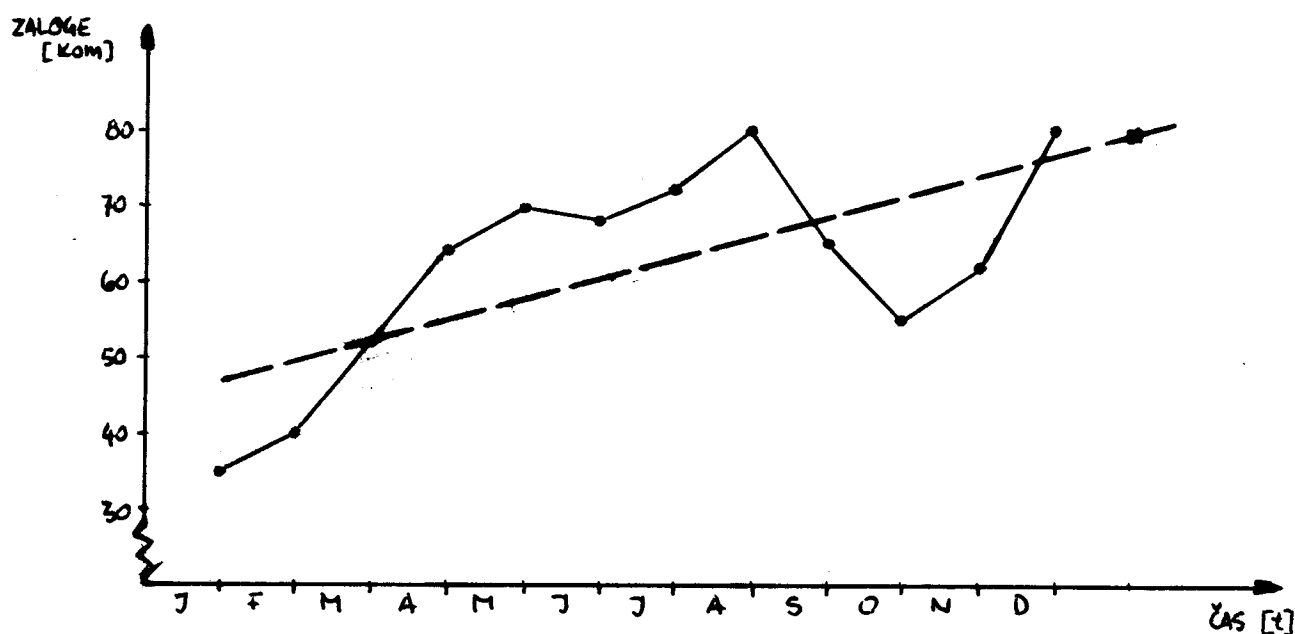
1. razstavitev celotnega opazovalnega pojava na vse tiste komponente, ki določajo karakter obnašanja pojava v bodočnosti;
2. iz večkomponentnih ocen bodočega obnašanja je mogoče dobiti popolnejšo informacijo o bodočem razvoju pojava, s čimer se še posebej daje možnost, da se izognemo subjektivnemu obravnavanju trendnih in cikličnih komponent pojava.
3. napovedne funkcije omogočajo v primerjavi z doslej znanimi sredstvi daljši napovedni horizont, kar pomeni, da je na daljše razdobje v primerjavi s sedanjim mogoče napovedovati bodočo prodajo, če so le v bodoče na delu v glavnem isti faktorji kot v preteklosti;
4. iz vnovič in vnovič izvedene revalorizacije napovednih funkcij lahko z majhnimi odkloni sledimo stvarnemu razvoju, ki se ga da napovedati v naprej.

Kakšna je vrednost uporabe napovednih funkcij si oglejmo na posebnem primeru, ki ponazarja uporabo napovednih funkcij. Vzemimo problem zalog v trgovini s potrošniškim blagom. Zaloga avtomobilskih

rezervnih delov v neki trgovini je bila predmet kritike, ker je nabava dosti prehitevala prodajo, kar je imelo za praktično posledico preveliko vezavo obratnih sredstev. Oglejmo si naslednji primer:

Razdobje	Velikost zaloge ob koncu razdobja v kom
januar 1968	35
februar 1968	40
marec 1968	52
april 1968	64
maj 1968	70
junij 1968	68
julij 1968	72
avgust 1968	80
sept. 1968	65
oktober 1968	55
november 1968	62
december 1968	80

Če te podatke nanizamo v grafikonu, imamo naslednjo sliko





Če uporabimo linearno funkcijo kot regresijsko krivuljo za pona=zarjanje stvarnega poteka velikosti zalog ob koncu meseca, potem imamo naslednjo funkcijo

$$Y = a + bx$$

ki je v diagramu narisana črtkano. Če želimo napovedati velikost zaloge ob koncu meseca januarja, bi po zgornji regresiji dobili naslednjo vrednost

$$Z_{t_1} = 79 \text{ kom.}$$

Iste podatke kot v zgornji tabeli pa lahko z napovednimi funkcijami obravnavamo dosti bolj adekvatno, saj je, če dobro pogledamo empirično dobljene točke, iz krivulje razbrati njeno nihanje znotraj leta. To nihanje je treba upoštevati tako, da so vplivi teh nihanj prisotni tudi pri napovedovanju zaloge ob koncu januarja 1969.

Za ta numerični primer uporabljena napovedna funkcija  $F(I)$  pa za zalogo ob koncu razdobja meseca januarja 1969 da naslednjo vrednost

$$F(13) = 69 \text{ kom.}$$

Če upoštevamo, da se je dejanska zaloga ob koncu januarja gibala na višini 64, potem vidimo, da obstoja razlika 5 komadov. Pri velikih prodajnih cenah rezervnih delov je masa obratnih sredstev, ki jih lahko prihranimo z zmanjševanjem razlike med stvarnim potekom zalog in pa med pričakovano zalogo, pomembna. Za navedeni primer je bila prodajna cena rezervnega dela, za katerega smo dobili zgornjo tabelo kot informacijo o preteklosti, Ndin 3.500.-. Tako torej najdemo nižek obratnih sredstev, ki ga dosežemo z uporabo napovednih funkcij Ndin 35.000.

Zgornji primer je še bolj zanimiv, če uporabimo napovedne funkcije na velikost prodaje. Preveliko formiranje zalog prinaša škodo zaradi vezave obratnih sredstev, premajhno formiranje zalog pa povzroča izgubo realizacije. Tako so torej odmiki napovedane prodaje od stvarne škodljivi v obeh smereh. Škoda, ki jo utrpimo zaradi prevelikih zalog je lahko - da poenostavimo - samo masa obresti na vezana obratna sredstva. Naj bo predpostavljena 8% obrestna mera na obratna sredstva. Za isti rezervni del kot zgoraj si oglejmo gibanje stvarne prodaje:

Razdobje	Količina prometa v kom
januar 1968	180
februar 1968	240
marec	270
april	300
maj	370
junij	350
julij	420
avgust	400
september	370
oktober	320
november	340
december	390

Če opisani pojav ponazorimo z linearno regresijo, potem dobimo naslednjo funkcijo, ki jo v diagramu na str.6 ponazarjamo črtkano. Če želimo na osnovi te regresije napovedati velikost

↓  
pazi na skan!  
pusti razmak  
10-12cm

prodaje v januarju 69. potem bi na osnovi zgornje regresije imeli

$$P_{i+1} = 419 \text{ kom.}$$

Če podatki v zgornji tabeli uporabimo za konstrukcijo napovedne funkcije, potem je za navedeni primer ustrezna napovedna funkcija  $F(I)$  taka, da kot napovedano oziroma pričakovano velikost prodaje za mesec januar 1970 dâ naslednjo vrednost

$$F(13) = 457 \text{ kom.}$$

Odtod vidimo, da je razlika med napovedanima količinama prodaje po klasični metode in na osnovi napovedne funkcije enaka 38 kom. Dejanska prodaja za mesec januar pa je bila v začetku februarja ugotovljena na višini 470 kom. Razlika med stvarno prodajo in napovedano prodajo na osnovi napovedne funkcije  $F(I)$  je torej samo 13 kom. medtem ko je razlika med stvarno prodajo v januarju 1.1969 in pa med napovedjo prodaje po regresijski premici precej večja, namreč 51 kom. Če upoštevamo prodajno ceno novih din 3500.- vidimo odtod, da brez uporabe napovedne funkcije izgubimo 178500.-realizacije, z napovedno funkcijo pa znaša izguba realizacije samo 45.500.- Korist, ki jo torej uporaba napovedne funkcije pri naša za konkretni primer je torej 133.000.-več realizacije v mesecu januarju 1969.

Iz primera je razvidno, da nam uporaba napovedne funkcije lahko bodisi zmanjša stroške ali pa poveča promet oziroma dohodek. Natančnost napovedi, ki je možna na osnovi napovedne funkcije, zavisi od bogastva podatkov o poteku pojava v preteklosti. Čim več je torej podatkov o prodaji za nazaj, tj. čim pogostejša so poročila o prodani količini, tem bolj zanesljiva je napoved

za neposredno bodoče razdobje. Razumljivo pa je, da vrednost napovedi za določeno bodoče razdobje pada z dolžino tega razdobja; iz tega sledi, da napovedne funkcije ne smemo uporabljati za preveč oddaljene časovne momente od zadnjega preteklega momenta.

Napovedne funkcije moramo izračunavati pravzaprav neprestano, če neprestano želimo napovedovati prodajo v neposrednem prestojem razdobju s čim večjo možno natančnostjo odnosno zanesljivostjo. To pomeni, da pred vsako napovedjo moramo obvezno upoštevati vse podatke iz preteklosti za pojav, ki ga želimo napovedati. Tako bi torej mesečno napovedovanje prodaje zahtevalo ponovno konstrukcijo napovedne funkcije za prodajo določenega proizvoda v vseh doslej znanih mesecih.

Napovedne funkcije zlasti pokažejo svojo uporabnost takrat, kadar želimo pravilno določiti kapacitete svojga servisa oziroma proizvodne kapacitete zato, da bi bili kos konicam povpraševanja npr. ob koncu tedna ali pa posameznim konicam znotraj meseca. V takih primerih lahko pravilno dimenzioniramo zaloge tako da se le-te čim bolj približajo stvarnemu obsegu prodaje. Kot je rečeno, je metoda napovednih funkcij mogoče uporabiti v principu povsod tam, kjer obstaja evidenca, oziroma statistični material za obnašanje pojavov preteklosti.

Uporaba napovednih funkcij je tem bolj zanesljiva čim daljša je opazovana serija in čim natančnejši so podatki. Tako so torej napovedne funkcije pomembno sredstvo planiranja v

- marketingu
- planiranju proizvodnje
- prometu

- zdravstvu
- turizmu
- organizaciji javnih služb in drugod.

Uporaba napovednih funkcij je preprosta, toda glede na efekte, ki jih lahko prinaša, tudi relativno poceni. Stroški uporabe napovednih funkcij in stroški za konstrukcijo napovednih funkcij so odvisni predvsem od stopnje raspoložljivosti sposobnejših računalnikov, ki lahko take rezultate dajejo.