UDK 336.72+004(497.5)
Prethodno priopćenje

Dr. sc. Darko Dukić[1]

Davorin Turkalj, dipl. ek.[2]

MODELI ŠTEDNJE I MOGUĆNOSTI IMPLEMENTACIJE RAČUNALA U NJIHOVOJ ANALIZI

Štednja se formira iz novčanih sredstava dobivenih ograničavanjem, odnosno odgađanjem potrošnje. S ciljem ostvarenja kamate, kao naknade za njihovo pozajmljivanje, ona se ulažu u institucije registrirane za obavljanje poslova financijskog posredovanja. Napredak informacijskih i komunikacijskih tehnologija omogućio je takvim institucijama definiranje fleksibilnijih modela štednje. Na taj način privatne i pravne osobe dobile su veće mogućnosti izbora onog oblika štednje koji najbolje odgovara njihovim potrebama, a ujedno maksimizira prihode ostvarene ulaganjem neuposlenog novca. U ovom su radu teorijski i kroz odgovarajuće primjere prvo sagledane razlike između modela štednje u kojima se uplate obavljaju početkom i krajem razdoblja. Nakon toga izvršena je analiza efekata štednje s obzirom na učestalost uplata. Na kraju je prezentiran model u kojem se, s ciljem ostvarenja željenoga konačnog iznosa, vrši determiniranje pripadajuće kamatne stope. S obzirom na to da složenost takvog postupka nameće potrebu primjene računala i adekvatne programske podrške, u radu je naveden i algoritam namijenjen njezinu određivanju pomoću metode tetiva.

Ključne riječi: *modeli štednje, maksimiziranje prihoda ulaganja, kamatna stopa, implementacija računala, metoda tetiva, algoritam*

[1] ABACUS obrt za poduke, istraživanja i poslovno savjetovanje, Osijek

[2] Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Zavod za agroekonomiku

1. UVOD

Štednja predstavlja jednu od temeljnih ekonomskih kategorija. Sredstva koja financijski sektor osigurava iz štednih i oročenih depozita koriste se za kreditiranje svih segmenata društva. Takva sredstva tijekom kratkoročja potiču potrošnju i rast bruto domaćeg proizvoda, a pravilno investirana ona u dugoročju postaju pokretač gospodarskog razvoja. Neekonomično trošenje kreditnih sredstava, kakvo je kod nas posljednjih godina u sve većoj mjeri izraženo, ostvaruje suprotne učinke. U tom slučaju nekontrolirana kreditna ekspanzija ne umanjuje efikasnost samo gospodarskog sustava, već negativno utječe na ukupna društvena kretanja.

Ulaganjem slobodnih novčanih sredstava u neku od financijskih institucija, kakve su npr. poslovne banke, štedionice i štedno-kreditne zadruge, ostvaruje se pravo na kamatu. Kao takva, ona predstavlja naknadu koju financijske institucije plaćaju klijentima za korištenje novca koji su kod njih uložili. Dakle kamatom se imatelji neuposlenog novca motiviraju na njegovo deponiranje u financijskim institucijama, koje na taj način obavljaju mobilizaciju i koncentraciju slobodnih novčanih sredstava. U pravilu će postojati veći interes za ulaganjem takvih sredstava u financijske institucije ako njihovo vezanje u neku drugu kamatonosnu imovinu donosi manje prihode ili se procjenjuje da je rizičnije.

U praksi se primjenjuju brojni modeli štednje među kojima je moguće izdvojiti nekoliko najvažnijih. Osnovni oblik štednje predstavlja štednja po viđenju. Pri takvom načinu štednje klijenti deponiraju kod financijskih institucija željeni iznos novčanih sredstava koji im je uvijek na raspolaganju. S obzirom na ostvarenu kamatu, takav oblik štednje najmanje je efikasan. Vezana štednja pruža veće mogućnosti zarade. U pravilu, što je veći štedni ulog i duži rok oročavanja, veća je i kamatna stopa, koja predstavlja postotni odnos kamate i uloženih sredstava, najčešće iskazan na godišnjoj razini. Ugovaranjem nekog od oblika vezane štednje klijent se obvezuje da tijekom određenog razdoblja neće podizati uložena sredstva. Iako to predstavlja temeljnu značajku navedenog modela štednje, posljednjih godina banke i ostale financijske institucije omogućavaju deponentima raskid ugovora i raspolaganje sredstvima prije isteka roka oročenja. U tom se slučaju vrši isplata sredstava uz primjenu kamatne stope koja je najbliža dostignutoj ročnosti. Imatelji slobodnih novčanih sredstava na taj se način dodatno nastoje motivirati na štednju. S tom je svrhom kreiran i model štednje uz premiju. Njega karakterizira obveza redovitog uplaćivanja određenog iznosa, što se stimulira obračunom više kamatne stope. Rentna štednja predstavlja oblik oročene štednje kod kojeg se ugovaratelju isplaćuju mjesečne, tromjesečne, polugodišnje ili godišnje kamate na poseban račun. Kao specifičan oblik štednje izdvaja se stambena štednja. Cilj je takve štednje osigurati novčana sredstva potrebna za podizanje kredita koji je namijenjen kupovini ili adaptaciji stambene jedinice. Takav oblik štednje kod nas potiče i država.

Banke i ostale financijske institucije najveći dio svojih prihoda ostvaruju pozajmljivanjem novčanih sredstava. U situaciji kada postoji velika potražnja za kreditima, njihov je interes prikupiti i plasirati što više takvih sredstava te na razlici između aktivne i pasivne kamate povećati dobit. Modificiranje postojećih i definiranje novih modela štednje rezultat je jačanja konkurencije u financijskom sektoru i manjka novčanih sredstava namijenjenih kreditiranju. Važnu ulogu u kreiranju takvih modela imaju suvremene informacijske i komunikacijske tehnologije. Prije početka njihove implementacije u području depozitnog poslovanja banke su pojednostavljivale postupak obračuna kamata. Iako je primjena takvih metoda rezultirala manjim ili većim pogreškama, one su se u vremenu manualnog obračuna kamata tolerirale. S ciljem ubrzavanja izračuna i postizanja ažurnosti u poslovanju sa štednim ulozima, tada su korištene posebne kamatne tablice. U njima su bile navedene pripadajuće vrijednosti kamata koje je 31. prosinca donosila 1 novčana jedinica uložena tijekom godine uz primjenu utvrđene kamatne stope.

Financijske institucije danas prednjače u upotrebi različitih tehnoloških dostignuća, koja su im podrška i pri stvaranju fleksibilnijih modela štednje. Primjenom računala i odgovarajućih programskih aplikacija ulagači su također dobili veće mogućnosti izbora oblika štednje koji najbolje odgovara njihovim potrebama. Logično je da maksimiziranje prihoda ostvarenih deponiranjem neuposlenog novca kod financijskih institucija predstavlja jedan od temeljnih kriterija pri odlučivanju o načinu štednje. Upravo je intencija ovog rada bila da se teorijski i praktično sagledaju takvi efekti u modelima koje karakterizira veći broj uplata štednih uloga, s posebnim osvrtom na mogućnosti implementacije računala u njihovoj analizi. Pritom su prvo determinirane razlike koje postoje između modela štednje u kojima se uplate obavljaju početkom i krajem razdoblja. U nastavku rada izvršena je analiza učinaka štednje s obzirom na učestalost uplata štednih uloga. Primjena računala najviše je naglašena pri formuliranju modela štednje u kojem iznos dekurzivne kamatne stope koja osigurava ostvarenje željene konačne vrijednosti nije unaprijed određen. Kako tražena kamatna stopa predstavlja realnu nultočku nelinearne funkcije, s ciljem njezina determiniranja u ovom je radu prezentirana primjena metode tetiva. Zbog iterativnog karaktera te metode, njezino provođenje pretpostavlja upotrebu računala. U tom je kontekstu na kraju rada i naveden algoritam koji se jednostavno može prilagoditi željenom programskom jeziku.

2. KONAČNA VRIJEDNOST VIŠE UPLATA

Utvrđivanje konačne vrijednosti više uplata (Sn) pretpostavka je provođenja analize efekata ulaganja novčanih sredstava u modelima štednje koji će biti prezentirani u ovom radu. Konačna vrijednost predstavlja sumu svih uplata koje je deponent izvršio u određenom vremenskom razdoblju uvećanu za iznos ukupnih kamata. Pri njezinom determiniranju uobičajeno se definiraju sljedeći elementi:

a - iznos uplate, odnosno štednog uloga

p - godišnja kamatna stopa na štednju

p_m - ispodgodišnja kamatna stopa na štednju

n - broj razdoblja ukamaćivanja

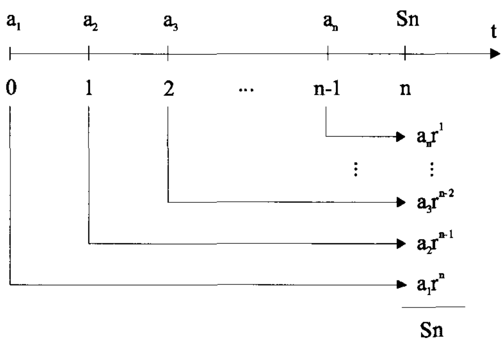
m - broj jednakih podintervala na koji se dijeli godina, odnosno veće obračunsko razdoblje.

U modelima štednje s većim brojem uplata štedni ulozi mogu biti jednaki ili se razlikovati. Kamatna stopa koja se koristi pri obračunu štednje obično se izražava kao godišnja, no može biti iskazana i na ispodgodišnjoj ili iznadgodišnjoj razini. Ukoliko su razdoblja između uplata jednaka, *n* ujedno predstavlja i broj uplata. Različit intenzitet ulaganja novčanih sredstava rezultirat će složenijim načinom obračuna kamata. Kada su modelom štednje definirana ekvidistantna vremenska razdoblja potrebno je utvrditi broj jednakih podintervala *m* na koji se dijeli godina. Tako je npr. za polugodišnje, kvartalne, mjesečne i tjedne obračune $m = 2, 4, 12, 52$ respektivno. Ugovorom o štednji mogu biti definirana i razdoblja duža od godine dana. Ako se npr. štedni ulog uplaćuje svake druge godine, tada je $m = 0.5$.

2.1. Štednja uplatama početkom i krajem razdoblja

Modeli štednje koji se u nastavku analiziraju pretpostavljaju jednake iznose uplata, nepromijenjenu kamatnu stopu tijekom čitavog razdoblja štednje i jednake vremenske intervale između pojedinih uplata. Uz te uvjete moguće je razlikovati model štednje s prenumerando uplatama i model štednje s postnumerando uplatama.

Kod prenumerando uplata prvi štedni ulog uplaćuje se na početku razdoblja štednje, odnosno između trenutka zadnje uplate i obračuna konačne vrijednosti nalazi se jedan vremenski interval. Svaka pojedinačna uplata pritome ostvaruje kamatu za sva razdoblja koja slijede do trenutka obračuna konačne vrijednosti. Takav način utvrđivanja konačne vrijednosti prikazan je slikom 1.



Slika 1. Konačna vrijednost dobivena prenumerando uplatama

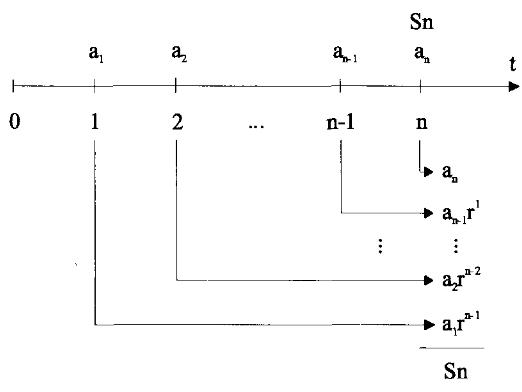
Zbroj svih uplata i kamata daje konačnu vrijednost kapitala:

$$Sn_p = a_1 r^n + a_2 r^{n-1} + a_3 r^{n-2} + \ldots + a_n r^1 .$$

Budući da su sve uplate u analiziranom slučaju jednake, vrijedi $a_1 = a_2 = a_3 = \ldots = a_n = a$. . Izlučivanjem vrijednosti a i određivanjem parcijalne sume geometrijskog reda s kvocijentom r dobiva se sljedeća formula za izračunavanje konačne vrijednosti s prenumerando uplatama:

$$Sn_p = a \cdot r \frac{r^n - 1}{r - 1} .$$

Za razliku od prethodnog modela, kod postnumerando uplata prvi štedni ulog deponira se u financijsku instituciju krajem prvog razdoblja, odnosno zadnja uplata obavlja se u trenutku obračuna konačne vrijednosti. I ovdje se na svaku pojedinačnu uplatu dodaje kamata za sva razdoblja koja su protekla od uplate do trenutka izračunavanja iznosa ukupno ušteđenih sredstava. Slika 2 prikazuje obračun konačne vrijednosti s postnumerando uplatama.



Slika 2. Konačna vrijednost dobivena postnumerando uplatama

Konačna vrijednost više postnumerando uplata računa se na sljedeći način:

$$Sn_k = a_1 r^{n-1} + a_2 r^{n-2} + \ldots + a_{n-1} r^1 + a_n .$$

Uz uvjet da su sve štedne uplate jednake, sređivanjem prethodnog izraza dobiva se formula za izračunavanje konačne vrijednosti kapitala s postnumerando uplatama:

$$Sn_k = a\frac{r^n - 1}{r - 1}.$$

U navedenim izrazima r predstavlja kamatni faktor. Njegova vrijednost određuje se na temelju ugovorene kamatne stope p:

$$r = 1 + \frac{p}{100}.$$

Konačne vrijednosti više prenumerando i postnumerando uplata razlikuju se za iznos kamata jednog obračunskog razdoblja. Uz pretpostavku da je u oba analizirana modela iznos štednih uloga, kamatna stopa i broj uplata jednak, vrijednost a može se izraziti na sljedeće načine:

$$a = Sn_p \frac{r - 1}{r\left(r^n - 1\right)}, \text{ , odnosno } a = Sn_k \frac{r - 1}{r^n - 1}.$$

Nakon izjednačavanja navedenih jednadžbi i postupnog sređivanja dobiva se odnos između konačne vrijednosti više uplata početkom i krajem razdoblja.

$$\frac{Sn_p}{r} = Sn_k.$$

Dakle, konačna vrijednost s postnumerando uplatama može se izračunati tako da se konačna vrijednost s prenumerando uplatama umanji za iznos kamata jednog razdoblja:

$$Sn_k = Sn_p \cdot r^{-1}$$

Vrijedi i obrnuto. Konačna vrijednost više prenumerando uplata dobiva se na način da se konačna vrijednost više postnumerando uplata uveća za iznos kamata jednog obračunskog razdoblja:

$$Sn_p = Sn_k \cdot r.$$

Za ilustraciju navedenog može poslužiti sljedeći primjer. Neka se pretpostavi da je ciljani iznos novčanih sredstva koji se želi ostvariti štednjom 10000.00 kuna. Uz godišnju kamatnu stopu od 5% i rok oročenja od 4 godine, štedni ulozi koje se uplaćuju početkom razdoblja moraju u tom slučaju iznositi:

$$a = 10000\frac{1.05 - 1}{1.05\left(1.05^4 - 1\right)} = 2209.64 \text{ kune.}$$

Primjenom obračuna štednje postnumerando uplatama, uz iste se štedne uloge dobiva konačna vrijednost:

$$Sn_k = 2209.64 \cdot \frac{1.05^4 - 1}{1.05 - 1} = 9523.82 \text{ kuna.}$$

Razlika u ušteđenim sredstvima iznosi 476.18 kuna u korist modela s prenumerando uplatama. Iako taj model štednje rezultira većim prinosom, kod uplata krajem razdoblja novčana sredstva ne vežu se odmah, a i zadnji štedni ulog na raspolaganju je istog trenutka kada je i uplaćen. Zbog toga je pri izboru modela potrebno uzeti u obzir različite kriterije kakvi su npr. željena konačna vrijednost, raspoloživost novčanih sredstava namijenjenih štednji i preferencija prema slobodnim novčanim sredstvima.

2.2. Štednja s obzirom na učestalost uplata

Cilj je obročne štednje ostvariti određeni iznos konačnog kapitala, ali tako da deponent ne bude jednokratno značajno financijski opterećen. Različiti efekti štednje postižu se pritome promjenom tempa ulaganja. Učestalije prenumerando uplate rezultiraju smanjivanjem iznosa ukupno ostvarenih kamata. Suprotno, češće uplate krajem razdoblja donose veće ukupne kamate.

Konačna vrijednost ostvarena ispodgodišnjim štednim uplatama početkom razdoblja može se izraziti pomoću sljedeće formule:

$$Sn_p = Sn_k \cdot r^{\frac{1}{m}}.$$

U slučaju ispodgodišnjih postnumerando uplata konačnu vrijednost moguće je odrediti iz izraza:

$$Sn_k = Sn_p \cdot r^{-\frac{1}{m}}.$$

Veća učestalost prenumerando i postnumerando uplata rezultira smanjenjem razlika između iznosa ostvarenih kamata, a samim tim i konačnih vrijednosti. Dakle, kada $m \to \infty$ vrijedi:

$$Sn_p = Sn_k.$$

Razlika u ostvarenoj kamati između dva analizirana modela štednje je veća što se rjeđe vrše uplate. Neka je s ciljem sagledavanja takvih razlika pretpostavljeno da se, uz obračun godišnje kamatne stope od 5% i rok oročenja od 4 godine, želi štednjom ostvariti 10000.00 kuna. Pri analizi efekata štednje u modelu s prenumerando uplatama korištena je sljedeća formula za određivanje iznosa štednog uloga:

$$a = Sn_p \frac{r^{\frac{1}{m}} - 1}{r^{\frac{1}{m}}(r^{\frac{n}{m}} - 1)}.$$

Iznos štednog uloga koji je potrebno uplaćivati krajem razdoblja kako bi se ostvarila ciljana konačna vrijednost računa se pomoću formule:

$$a = Sn_k \frac{r^{\frac{1}{m}} - 1}{r^{\frac{n}{m}} - 1}.$$

Osim iznosa štednih uloga, u tablici 1 navedene su i pripadajuće ukupne kamate ostvarene pri različitim razdobljima oročavanja novčanih sredstava u modelu štednje s prenumerando uplatama.

broj razdoblja na koji se dijeli godina (m)	broj štednih uplata (n)	iznos štednog uloga (a)	ukupna kamata (I)
1	4	2209.64	1161.45
2	8	1118.29	1053.65
4	16	562.56	999.09
12	48	188.28	962.47
52	208	43.52	948.33

Tablica 1. Rezultati analize efekata štednje s prenumerando uplatama

U prethodnoj tablici iznos ukupnih kamata determiniran je kao razlika između konačne vrijednosti i sume svih štednih uplata:

$$I = Sn_p - n \cdot a.$$

Tablica 2 sadrži rezultate analize modela štednje s postnumerando uplatama.

broj razdoblja na koji se dijeli godina (m)	broj štednih uplata (n)	iznos štednog uloga (a)	ukupna kamata (I)
1	4	2320.12	719.53
2	8	1145.91	832.72
4	16	569.46	888.63
12	48	189.05	925.65
52	208	43.56	939.83

Tablica 2. Rezultati analize efekata štednje s postnumerando uplatama

I u ovom je slučaju ukupna kamata izračunata kao razlika između konačne vrijednosti i sume svih štednih uplata

$$I = Sn_k - n \cdot a.$$

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da s povećanjem broja štednih uplata ukupna kamata kod modela s prenumerando uplatama pokazuje tendenciju smanjivanja, dok kod modela s postnumerando uplatama raste. U slučaju kada $n \rightarrow \infty$ iznosi ukupnih kamata međusobno konvergiraju, a izračunavanjem limesa pripadajuće funkcije moguće je utvrditi koja je to vrijednost:

$$I = Sn_k - \lim_{n \to \infty} \left(n \cdot Sn_k \frac{r^{\frac{1}{m}} - 1}{r^{\frac{n}{m}} - 1} \right)$$

Kako je u primjeru pretpostavljen četverogodišnji rok oročavanja, može se izvršiti supstitucija $m=n/4$:

$$I = Sn_k - \frac{Sn_k}{r^4 - 1} \lim_{n \to \infty} \left(n \left(r^{\frac{4}{n}} - 1 \right) \right)$$

Nakon supstitucija $4/n=t$ i $t=log_r(v+1)$ dobiva se:

$$I = Sn_k - \frac{4Sn_k}{r^4 - 1} \lim_{v \to \infty} \left(\frac{v}{log_r(v+1)} \right)$$

$$I = Sn_k - \frac{4Sn_k}{r^4 - 1} \frac{log\, r}{\lim\limits_{v \to \infty} log(v+1)^{1/v}}$$

$$I = Sn_k - \frac{4Sn_k}{r^4 - 1} \frac{log\, r}{log\, e}$$

$$I = Sn_k - \frac{4Sn_k}{r^4 - 1} ln\, r$$

U navedenom primjeru je $Sn_{k}=10000$, $n=4$, a $r=1.05$, pa kada $n \to \infty$ ukupne kamate iznose:

$$I = 10000 - \frac{4 \cdot 10000}{1.05^4 - 1} ln 1.05 = 944.08 \text{ kuna.}$$

Zbog veće ostvarene kamate, štedni ulozi koji se uplaćuju početkom razdoblja manji su nego u modelu s postnumerando uplatama. No, s povećanjem broja štednih uplata ta se razlika postupno smanjuje. Dakle, deponent će ostvariti veću kamatu ulažući sredstva početkom razdoblja i pri manjem broju uplata, ali tada će njegova sredstva duže biti vezana u obliku štednje.

3. ANALIZA MODELA ŠTEDNJE U KOJEM SE KAMATNA STOPA DETERMINIRA NA TEMELJU VRIJEDNOSTI OSTALIH VARIJABLI

Kamatna stopa predstavlja jedan od temeljnih kriterija pri odlučivanju o načinu ulaganja slobodnih novčanih sredstava. S razvojem informacijskih tehnologija stvorile su se pretpostavke za kreiranje fleksibilnijih modela štednja u kojima se ona definira kao endogena varijabla. U takvim modelima unaprijed je determiniran rok oročenja, učestalost uplata, iznos štednih uloga i ciljana konačna vrijednost. Iznos kamatne stope tada je potrebno odrediti na temelju vrijednosti ostalih varijabli. Uobičajeno se kamatna stopa posebno dogovara pri ulaganju većih iznosa novčanih sredstava na duži rok.

Kako bi se objasnio postupak utvrđivanja kamatne stope neka se pretpostavi da deponent u razdoblju od 4 godine, jednakim mjesečnim prenumerando uplatama od 175.00 kuna, želi ostvariti konačnu vrijednost od 10000.00 kuna. Primjenom formule za izračunavanje iznosa štednog uloga kod uplata koje se obavljaju početkom razdoblja dobiva se:

$$175 = 10000 \frac{r^{\frac{1}{12}} - 1}{r^{\frac{1}{12}}\left(r^{\frac{48}{12}} - 1\right)}$$

Postupnim sređivanjem dolazi se do nelinearne jednadžbe:

$$7r^{\frac{49}{12}} - 407r^{\frac{1}{12}} + 400 = 0$$

Pri određivanju tražene kamatne stope bit će korištena metoda tetiva, koja pretpostavlja da u intervalu $\langle a,b \rangle$ dobivena funkcija ima barem jednu realnu nultočku. Kako bi taj uvjet bio zadovoljen, mora biti:

$$f(a) \cdot f(b) < 0.$$

Metodom tetiva formira se niz sukcesivnih aproksimacija koje su definirane rekurzivnom formulom:

$$r_{n+1} = r_n - \frac{f(r_n)(r_2 - r_n)}{f(r_2) - f(r_n)}, \quad n = 2, 3, 4, ..$$

Pri tome se uzima da su $x_1=a$ i $x_2=b$ prve dvije aproksimacije tražene nultočke. Nakon svake iteracije provjerava se da li je zadovoljen uvjet:

$$|f(r_n)| < \varepsilon.$$

U navedenom izrazu ε predstavlja grešku aproksimacije koju smo voljni tolerirati.

Zbog složenosti postupka i njegovog iterativnog karaktera, primjena metode tetiva nameće potrebu korištenja računala. U nastavku je naveden algoritam koji se pritome može koristiti.

```
INPUT "MAKSIMALAN BROJ ITERACIJA: ",
NMAX
INPUT "TOČNOST: ", EP
100 INPUT "DONJA GRANICA INTERVALA A =
", A
INPUT "GORNJA GRANICA INTERVALA B = ", B
DEF FNF(R)=7*R^(49/12)-407*R^(1/12)+400
IF FNF(A)<0 THEN 200
C=A: A=B: B=C
200 R(1)=A: R(2)=B
F(1)=FNF(A): F(2)=FNF(B)
IF FNF(A)*FNF(B)=O THEN 300
IF FNF(A)*FNF(B)>0 THEN 400
R(3)=R(2)-(F(2)/(F(2)-F(1)))*(R(2)-R(1))
A=R(3): F(3)=FNF(A)
FOR I=3 TO NMAX-1
R(I+1)=A-(F(I)/(F(I)-F(2)))*(A-B)
A=R(I+1): F(I+1)=FNF(A)
IF ABS(F(I+1))<EP THEN 500
NEXT I: GOTO 500
300 IF FNF(A)=0 THEN 500
A=B: GOTO 500
400 PRINT "IZABERITE NOVI POČETNI
INTERVAL!": GOTO 100
500 PRINT "KAMATNA STOPA r = "; A
END
```

Primjenom metode tetiva dolazi se do tražene kamatne stope koja iznosi 8.67%. Prema tome, želi li deponent uz navedene uvjete ostvariti konačnu vrijednost od 10000.00 kuna, na njegove štedne uloge mora se tijekom razdoblja oročenja obračunavati utvrđena kamatna stopa.

4. ZAKLJUČAK

Cilj je imatelja slobodnih novčanih sredstava da njihovim ulaganjem maksimiziraju prinose. Osim toga, na odluku o ulaganju značajno utječe i čimbenik sigurnosti. Štednja u nekoj od financijskih institucija u pravilu se ubraja među niskorizična ulaganja koja, shodno tome, rezultiraju i manjim prinosima. No, i pri takvom obliku ulaganja mogu se pravilnim izborom modela štednje ostvariti veći financijski učinci. U tom smislu, prvo je potrebno racionalno sagledati vlastite mogućnosti i postaviti realne ciljeve. Pri analizi pojedinih modela štednje moraju se uzeti u obzir svi elementi. Kamatna stopa zasigurno je najvažniji od njih, no konačna vrijednost kapitala bitno je određena i ostalim varijablama.

U ovom radu teorijski i kroz adekvatne primjere sagledani su različiti efekti ulaganja u modelima štednje za koje je karakterističan veći broj štednih uplata. Analiza modela štednje s prenumerando i postnumerando uplatama pokazala je da se uz iste uvjete oročavanja dobivene konačne vrijednosti razlikuju za iznos kamata jednog obračunskog razdoblja. Također je utvrđeno da učestalije prenumerando uplate rezultiraju smanjivanjem iznosa ukupno ostvarenih kamata, dok češće uplate krajem razdoblja imaju suprotnu tendenciju. S povećanjem broja štednih uplata ta se razlika postupno smanjuje te u konačnici iznosi ukupnih kamata ostvarenih kod oba modela međusobno konvergiraju.

Banke i ostale financijske institucije danas prednjače u upotrebi informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Njihova implementacija omogućila im je da u značajnoj mjeri povećaju svoju efikasnost i prošire ponudu financijskih usluga. Na taj su način stvorene pretpostavke i za kreiranje fleksibilnijih modela štednje. Model u kojem se kamatna stopa determinira na temelju vrijednosti ostalih varijabli jedan je od takvih primjera. S ciljem pojednostavljivanja postupka utvrđivanja njezine vrijednosti u ovom je radu naveden algoritam za provođenje metode tetiva.

Literatura

- Aljinović Z., Babić Z.: Ekonomska matematika, Ekonomski fakultet Split, Split, 1996.
- Auslender, M.: Introduction to Numerical Methods: Chords Iterations Method for NLE Solving, *http://www.ee.bgu.ac.il/~cmee/exams/problems/Non%20Linear%20Equations/ChordProblems.pdf*
- Baase, S., Gelder, A.V.: Computer Algorithms: Introduction to Design and Analysis, Third Edition, Addison-Wesley, Reading, 2000.
- Biermann, A.W.: Great Ideas in Computer Science: A Gentle Introduction, Second Edition, Third Printing, The MIT Press, Cambridge, 2000.
- Crnjac, M.: Gospodarska matematika (riješeni zadaci), Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 1997.
- Crnjac, M., Jukić, D., Scitovski, R.: Matematika, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 1994.
- Relić, B.: Gospodarska matematika, drugo izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Hrvatska zajednica računovođa i financijskih djelatnika, Zagreb, 2002.
- Relić, B., Šego, B.: Financijska matematika 2, Treće izdanje, Centar za dopisno obrazovanje Zavoda Birotehnika, Zagreb, 1990.
- Roy, P.V., Haridi, S.: Concepts, Techniques, and Models of Computer Programming, The MIT Press, Cambridge, 2004.
- Scitovski, R.: Problemi najmanjih kvadrata. Financijska matematika., Ekonomski fakultet u Osijeku / Elektrotehnički fakultet u Osijeku, Osijek, 1993.
- Varona, J.L.: Graphic and Numerical Comparison Between Iterative Methods, *http://www.geometriafractal.com/img/articles/FractalRoots-MathIntell.pdf*

Darko Dukić, Ph. D., Davorin Turkalj, graduate oeconomist

SAVING MODELS AND POSSIBILITIES OF COMPUTER IMPLEMENTATION IN THEIR ANALYSIS

Summary

Saving is formed from financial resources obtained by limitation, i.e. by deferred consumption. With the aim of interest realization as the compensation for their loan, the resources are invested in institutions registered for financial mediation. The progress of information and communication technologies enabled such institutions to define more flexible saving models. Thus, the private and legal persons get larger choice possibilities of the best saving model in meeting their needs, which simultaneously maximizes the incomes realized by investment of the unapplied money. In this work, the differences between the saving models in which payments are done at the beginning and at the end of period are first realized theoretically and through adequate examples. The analysis of saving effects concerning the frequency of payment is carried out after that. At the end, to realize the aim of desired final amount we present the model in which the related interest rate is being determined. Since the complexity of such work imposes the need of computer application and adequate programme support, the work also states algorithm meant to determine it by means of the method of chords.

Key words: saving models, maximizing yield on investment, rate interest, implementation of computer, method of chords, algorithm