

UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

**TRAJANJE IN KONVEKSNOST OBVEZNIC**

Ljubljana, junij 2003

MOJCA PETERLIN

## **IZJAVA**

Študentka \_\_\_\_\_ izjavljam, da sem avtorica tega diplomskega dela, ki sem ga napisala pod mentorstvom \_\_\_\_\_ in dovolim objavo diplomskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

# KAZALO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>UVOD</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>1 OBRESTNA MERA</b> .....   | <b>2</b>  |
| 1.1 OPREDELITEV OBRESTNE MERE .....  | 2         |
| 1.2 REALNA IN NOMINALNA OBRESTNA MERA .....  | 2         |
| 1.3 OBRESTNA MERA IN VREDNOST OBVEZNIC .....   | 3         |
| 1.4 DONOSNOSTI OBVEZNIC .....  | 5         |
| 1.4.1 KUPONSKA DONOSNOST .....   | 5         |
| 1.4.2 TEKOČA DONOSNOST .....   | 5         |
| 1.4.3 DONOSNOST V DOLOČENEM OBDOBJU .....  | 6         |
| 1.4.4 DONOSNOST DO DOSPETJA .....  | 7         |
| 1.4.5 DONOSNOST DO ODPOKLICA .....   | 7         |
| <b>2 ČASOVNA STRUKTURA OBRESTNE MERE</b> .....   | <b>8</b>  |
| 2.1 OBLIKE KRIVULJE DONOSNOSTI .....   | 8         |
| 2.2 TEORIJE KRIVULJE DONOSNOSTI .....  | 10        |
| 2.2.1 TEORIJA PRIČAKOVANJ .....  | 10        |
| 2.2.2 TEORIJA LIKVIDNOSTNE PREFERENCE .....  | 11        |
| 2.2.3 TEORIJA SEGMENTIRANIH TRGOV .....  | 12        |
| <b>3 TVEGANJE SPREMEMBE OBRESTNE MERE</b> .....  | <b>13</b> |
| 3.1 REINVESTICIJSKO TVEGANJE .....   | 14        |
| 3.2 CENOVNO TVEGANJE .....   | 15        |
| <b>4 MERJENJE OBČUTLJIVOSTI OBVEZNIC NA SPREMEMBO OBRESTNE MERE</b> .....  | <b>15</b> |
| 4.1 TRAJANJE .....   | 15        |
| 4.1.1 OPREDELITEV TRAJANJA .....   | 16        |
| 4.1.2 VPLIVI NA TRAJANJE .....   | 17        |
| 4.1.2.1 Trajanje in dospelost .....  | 17        |
| 4.1.2.2 Trajanje in zahtevana donosnost .....  | 18        |
| 4.1.2.3 Trajanje in vmesni denarni tokovi .....  | 18        |
| 4.1.3 EKONOMSKI POMEN TRAJANJA .....   | 19        |
| 4.1.4 TRAJANJE PORTFELJA .....   | 25        |
| 4.2 KONVEKSNOST .....  | 26        |
| <b>5 UPORABA TRAJANJA IN KONVEKSNOSTI KOT MERIL CENOVNE OBČUTLJIVOSTI NA SPREMEMBE OBRESTNE MERE NA PRIMERU OBVEZNIC REPUBLIKE SLOVENIJE</b> ..... | <b>29</b> |
| 5.1 ANALIZA GIBANJA TEČAJEV IN DONOSNOSTI DO DOSPETJA PROUČEVANIH OBVEZNIC .....   | 32        |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.2 OCENA RELATIVNE SPREMEMBE CENE PROUČEVANIH OBVEZNIC S<br>POMOČJO TRAJANJA IN KONVEKSNOSTI ..... | 35        |
| <b>SKLEP .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>LITERATURA.....</b>  | <b>41</b> |
| <b>VIRI .....</b>   | <b>42</b> |
| <b>SLOVARČEK KRATIC</b>   |           |
| <b>SLOVARČEK SLOVENSКИH PREVODOV TUJIH IZRAZOV</b>  |           |
| <b>PRILOGE</b>  |           |

## KAZALO TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1: Vpliv porasta zahtevane donosnosti na proučevane obveznice .....  | 25 |
| Tabela 2: Relativne spremembe cen na osnovi trajanja in konveksnosti pri različnih spremembah donosnosti do dospelja..... | 37 |

## KAZALO SLIK

|   |    |
|---|----|
| Slika 1: Odnos med ceno obveznice in njeno donosnostjo .....  | 4  |
| Slika 2: Osnovne oblike krivulje donosnosti.....  | 9  |
| Slika 3: Likvidnostna premija in krivulje donosnosti .....  | 12 |
| Slika 4: Razmerje med trajanjem in dospelostjo.....   | 17 |
| Slika 5: Razmerje med trajanjem in zahtevano donosnostjo.....   | 18 |
| Slika 6: Razmerje med trajanjem in kuponsko stopnjo.....  | 19 |
| Slika 7: Razmerje med spremembo cene in spremembo obrestne mere .....   | 21 |
| Slika 8: Tangenta na krivuljo cena/donosnost.....   | 22 |
| Slika 9: Odnos med obveznicama z različnima konveksnostima .....  | 28 |
| Slika 10: Mesečni promet z obveznico RS18 v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003 v TSIT .....                              | 30 |
| Slika 11: Mesečni promet z obveznico RS26 v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003 v TSIT .....                              | 31 |
| Slika 12: Mesečni promet z obveznico RS38 v obdobju od aprila 2002 do aprila 2003 v TSIT .....                                | 32 |
| Slika 13: Gibanje povprečnega tečaja in donosnosti do dospelja obveznice RS18 v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003 ..... | 33 |
| Slika 14: Gibanje povprečnega tečaja in donosnosti do dospelja obveznice RS26 v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003 ..... | 34 |
| Slika 15: Gibanje povprečnega tečaja in donosnosti do dospelja obveznice RS38 v obdobju od aprila 2002 do aprila 2003 .....   | 35 |

## UVOD

Obveznice so dolgoročni dolžniški vrednostni papirji, s katerimi izdajatelji pridobijo potrebna finančna sredstva. V razvitem svetu predstavlja zbiranje kapitala na podlagi izdaje obveznic že dalj časa pomembno obliko financiranja, za katero se odloča vse več izdajateljev.

Na slovenskem trgu obveznic se pojavlja kot najpomembnejši izdajatelj obveznic država (87% celotne izdaje vrednosti obveznic), sledijo pa ji banke (9%), nefinančne družbe (3%) in drugi finančni posredniki (1%). Med imetniki obveznic so na prvem mestu banke (43%), sledijo pa jim zavarovalnice (20%), prebivalstvo (16%), država (10%), nefinančne družbe (5%), drugi finančni posredniki (5%) in tujina (1%).

Investitorji so pri investiranju v dolžniške vrednostne papirje izpostavljeni različnim tveganjem, to so kreditno tveganje, obrestno tveganje, valutno tveganje, inflacijsko tveganje in likvidnostno tveganje. V diplomskem delu bo predmet obravnave obrestno tveganje.

Obrestna mera se na trgu kapitala zaradi vpliva različnih dejavnikov ves čas spreminja. Namen tega diplomskega dela je prikazati vpliv spremembe obrestne mere na spremembo cene obveznic. Pri tem bom uporabila koncepta trajanja in konveksnosti kot kazalnika izpostavljenosti obveznice obrestnemu tveganju.

Diplomsko delo je razdeljeno na pet delov.

V prvem delu najprej predstavim pojem obrestne mere ter razliko med nominalno in realno obrestno mero. Nato se srečamo z obveznicami in načinom njihovega vrednotenja. V tem delu spoznamo tudi različne vrste donosnosti obveznic, ki pomagajo investitorjem pri njihovem odločanju o naložbah.

Drugi del je namenjen časovni strukturi obrestne mere oziroma prikazu odvisnosti donosnosti obveznic glede na različne dospelosti. V tem delu spoznamo štiri osnovne oblike krivulje donosnosti ter njihov vpliv na pričakovanja o prihodnjem gospodarskem gibanju. Nato so predstavljene najpomembnejše teorije, ki skušajo razložiti obliko krivulje donosnosti. V tem delu tako spoznamo teorijo pričakovanj, teorijo likvidnostne preference in teorijo segmentiranih trgov.

V tretjem delu obravnavam tveganje spremembe obrestne mere, ki so mu izpostavljeni imetniki obveznic. Tu govorim o dveh oblikah tveganja, ki delujeta v nasprotnih smereh, to sta reinvesticijsko in cenovno tveganje.

Četrty del je posvečen spoznavanju koncepta trajanja, ki predstavlja na razvitih finančnih trgih pogosto uporabljeno merilo občutljivosti cene obveznic na spremembo obrestne mere. V nadaljevanju spoznamo še merilo konveksnosti, ki služi kot dopolnilo merilu trajanja in nam omogoča natančnejše ocene spremembe cen zaradi spremembe obrestne mere. Ta del predstavlja osnovo praktičnemu delu.

V zadnjem delu bom poskušala na primeru izbranih obveznic Republike Slovenije pokazati ustreznost meril trajanja in konveksnosti za ocenjevanje vpliva spremembe obrestne mere na tržno vrednost obveznic. Najprej bom predstavila izbrane obveznice ter za opazovano obdobje prikazala ustvarjen promet z njimi, gibanje povprečnega tečaja in donosnosti do dospelja. Sledil pa bo prikaz ocen relativnih sprememb cen obveznic ob različnih spremembah zahtevane donosnosti.

## 1 OBRESTNA MERA

### 1.1 OPREDELITEV OBRESTNE MERE

V splošnem pomenu je obrestna mera cena, po kateri suficitna gospodarska celica (gospodarska celica s finančnim presežkom) odstopi presežna finančna sredstva deficitni gospodarski celici (gospodarski celici s finančnim primanjkljajem) za določeno časovno obdobje. Oblikuje se na osnovi ponudbe in povpraševanja po denarju, ki pa sta odvisna od številnih dejavnikov, kot so časovna preferenca, potrošnje, pričakovani dohodki, zakonodaja, davki, inflacijska pričakovanja, itn.

Obrestno mero lahko opredelimo tudi kot ceno, ki jo je potrebno plačati kot nadomestilo za odstopljena denarna sredstva. Obrestna mera ni ena sama. Na trgu obstaja vsaj toliko različnih obrestnih mer, kolikor obstaja na trgu različnih finančnih instrumentov (Prohaska, 1994, str. 71).

### 1.2 REALNA IN NOMINALNA OBRESTNA MERA

Odnos med realno in nominalno obrestno mero prikažemo s Fisherjevo enačbo, po kateri je nominalna obrestna mera v neki državi enaka realni obrestni meri plus nadomestilo za pričakovano inflacijo.

$$r_n = r_r + i + (r_r \times i) \quad (1)$$

$r_n$  ..... nominalna obrestna mera

$r_r$  ..... realna obrestna mera

$i$  ..... pričakovana stopnja inflacije

Praviloma je nominalna obrestna mera, obrestna mera, za katero se posojilodajalec (investitor) in posojilojemalec (izdajatelj obveznic) sporazumeta vnaprej. Se pravi, da je fiksno določena in se v času ne spreminja. Na njeno višino vplivata realna obrestna mera in pričakovana inflacijska ali deflacijska stopnja. Realna obrestna mera pa je obrestna mera, ki jo želi kreditodajalec in jo je kreditojemalec pripravljen plačati. Zadnji člen Fisherjeve enačbe, to je produkt  $r_r \times i$ , se zaradi zanemarljivega vpliva na višino nominalnih obrestnih mer v razmerah nizkih inflacijskih stopenj opušča (Ribnikar, 1984, str. 4).

Tako je poenostavljena enačba za izračun realne obrestne mere v primeru nizkih inflacijskih stopenj naslednja:

$$r_r = r_n - i \quad (2)$$

Nominalna obrestna mera kaže stopnjo rasti denarja. Realna obrestna mera kaže stopnjo rasti kupne moči in za investitorja pomeni nadomestilo za odložitev sedanje potrošnje v korist bodoče. Investitor se je tako pripravljen odpovedati sedanji potrošnji le na račun večje realne potrošnje v prihodnosti. Inflacijska stopnja pa pomeni določen odstotek od nominalne obrestne mere, ki ga mora investitor upoštevati zaradi zmanjšanja kupne moči valute v času trajanja naložbe.

Običajno je dejanska stopnja inflacije drugačna od pričakovane, kar pomeni, da je tudi realna obrestna mera drugačna od tiste, ki jo je investitor upošteval pri določanju nominalne obrestne mere. Realno obrestno mero izračunamo z naslednjo enačbo:

$$r_r = \frac{r_n - i}{1 + i} \quad (3)$$

### 1.3 OBRESTNA MERA IN VREDNOST OBVEZNIC

Obveznice predstavljajo najpomembnejši dolgoročni dolžniški vrednostni papir, s katerim izdajatelji pridobijo potrebna finančna sredstva za poslovanje.

Obveznica je pisna listina, s katero se izdajatelj zavezuje, da bo osebi, navedeni na njej oziroma prinosniku obveznice določenega dne izplačal v obveznici naveden znesek oziroma znesek anuitetnega kupona.

Vrednotenje obveznic temelji na načelu sedanje vrednosti, tako je cena obveznice enaka sedanji vrednosti prihodnjih denarnih tokov (kuponskih plačil in glavnice) diskontiranih z obrestno mero, ki jo ljudje pripisujejo časovni vrednosti denarja. Bolj ko so ljudje nenaklonjeni odreči se sedanji potrošnji, višja je obrestna mera (Kidwell, 1987, str. 44-45).



Potemtakem lahko ceno obveznice izračunamo z naslednjo enačbo (Saunders, 2000, str. 153):

$$P = \frac{C}{(1+r)^1} + \frac{C}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C+F}{(1+r)^n} \quad (4)$$

P ... sedanja vrednost oziroma cena obveznice

C ... kupon

F ... glavnica oziroma nominalna vrednost obveznice

r ... obrestna mera (diskontna stopnja) oziroma donosnost do dospelja

n ... število obdobji do dospelja

Enačba 4 nam prikazuje, da je sedanja vrednost oziroma cena obveznice vsota diskontiranih vrednosti vseh bodočih denarnih tokov, to je kuponskih plačil in glavnice. Iz enačbe je razvidno, da na ceno obveznice vplivajo trije faktorji:

- čas do dospelja obveznice (n)
- kuponska stopnja obveznice, ki določa velikost prejetih kuponskih plačil (C)
- obrestna mera oziroma donosnost do dospelja obveznice, ki določa sedanjo vrednost prihodnjih denarnih tokov (r)

Višja kot je obrestna mera (donosnost), manjša je sedanja vrednost (cena) obveznice. Odnos med ceno obveznice in donosnostjo je torej inverzen, kar lahko grafično prikažemo s krivuljo konveksne oblike.

Slika 1: Odnos med ceno obveznice in njeno donosnostjo



Vir: Fabozzi, 2000, str. 57.

Spreminjanje obrestnih mer na trgu kapitala ima velik vpliv na spreminjanje vrednosti obveznic. V primeru porasta obrestne mere na trgu kapitala, se poveča oportunitetni

strošek nalaganja v obveznice s fiksno obrestno mero, saj bo taka obveznica zaradi svojega fiksnega donosa postala za kupce manj zanimiva, ker le-ti lahko na trgu realizirajo višji donos. To bo vplivalo na zmanjšanje povpraševanja po takih obveznicah in posledično na padec njihove vrednosti. Do obratnega učinka, se pravi do zvišanja cene obveznic, pa pride v primeru padca tržnih obrestnih mer.

#### 1.4 DONOSNOSTI OBVEZNIC

Najprej je potrebno razlikovati med donosnostjo in donosom. Donos nam pove število denarnih enot, ki jih prejme investitor v določenem obdobju (1 leto) nad vsoto dospele naložbe, pri čemer z dospelo naložbo mislimo na tisti del začetne naložbe, ki v določenem obdobju dospe. Medtem ko je donos izražen denarno, pa je donosnost v odstotkih izraženo razmerje med denarnim donosom (npr. obrestmi, povečanjem vrednosti naložbe) in ceno naložbe (Mramor, 1994, str. 73).

V nadaljevanju bom opisala različne vrste donosnosti, ki jih ločimo pri obveznicah.

##### 1.4.1 KUPONSKA DONOSNOST

Pri kuponski donosnosti oziroma nominalni donosnosti gre za donosnost v smislu izplačil kuponskih obresti glede na vrednost glavnice. Nominalna donosnost je torej obrestna mera, za katero se izdajatelj obveznice obveže, da jo bo izplačeval na glavnico.

Nominalen donos je zmnožek nominalne obrestne mere in nominalne vrednosti obveznice in predstavlja obresti, ki jih investitor prejme vsako leto (Prohaska, 1999, str. 64):

$$Y_n = i_n \times M \quad (5)$$

$Y_n$  ... nominalen donos

$M$  ... nominalna vrednost obveznice

$i_n$  ... nominalna obrestna mera

Nominalna donosnost nima pomembne analitične vrednosti, je pa enostaven način za opis kuponskih značilnosti posamezne izdaje obveznic.

##### 1.4.2 TEKOČA DONOSNOST

Tekoča donosnost (angl. current yield) je definirana kot razmerje med nominalno obrestno mero in nakupnim tečajem obveznice (Prohaska, 1999, str. 64):

$$Y_c = \frac{i_n}{P_b} \quad (6)$$

$Y_c$  ... tekoča donosnost

$P_b$  ... nakupni tečaj obveznice

$i_n$  ... nominalna obrestna mera

Obveznica s kuponsko obrestno mero 8% in trenutno ceno 105, ima tekočo donosnost 7,62%, kar je manj kot znaša kuponska donosnost. Če pa bi bila trenutna cena 95, bi bila tekoča donosnost obveznice večja od kuponske donosnosti, in sicer bi znašala 8,42%. Diskonti pri nakupu obveznic pomenijo povečanje tekoče donosnosti, premije pa njeno zmanjšanje.

Pomanjkljivost tekoče donosnosti je, da prikazuje le stanje ob določenem trenutku v letu in ne upošteva časovne vrednosti denarja. Tekoča donosnost nima velike analitične vrednosti za vrednotenje obveznic, saj ne upošteva kapitalskih dobičkov oziroma izgub in reinvestiranja pridobljenih obresti. Vsekakor pa je tekoča donosnost uporabnejša od kuponske, saj za razliko od kuponske donosnosti upošteva tudi dejansko investirani znesek.

#### 1.4.3 DONOSNOST V DOLOČENEM OBDOBJU

Donosnost v določenem obdobju je zelo pomembna za investitorje, ki kupljenih obveznic ne nameravajo obdržati do dospelja, temveč želijo z njihovim nakupom po čim nižji in prodajo po čim višji ceni realizirati kar največji kapitalski dobiček.

V primeru, da investitor kupi obveznico v času  $t_0$ , jo obdrži do trenutka  $t_1$  in potem proda, v tem času realizira določen kapitalski dobiček ali pa utрпи izgubo. Če kapitalskemu dobičku, ki predstavlja razliko med prodajno in nakupno ceno obveznice, prištejemo vse kupone, ki so bili izplačani v tem obdobju ter to vsoto izrazimo relativno glede na nakupno ceno obveznice, dobimo donosnost v določenem obdobju (Prohaska, 1999, str. 65):

$$Y_{t_1-t_2} = \frac{(P_1 - P_0) + C^*}{P_0} \quad (7)$$

$Y_{t_1-t_2}$  ... donosnost v določenem obdobju

$P_1$  ... prodajna cena obveznice

$P_0$  ... nakupna cena obveznice

$C^*$  ... vrednost kuponov, če so bili izplačani

Donosnost v določenem obdobju je lahko negativna, če je razlika med prodajno in nakupno ceno obveznice negativna in večja od vrednosti kuponov, ki so bili v tem obdobju izplačani.

#### 1.4.4 DONOSNOST DO DOSPETJA

Donosnost do dospelja (angl. yield to maturity) je tista diskontna stopnja, ki tržno ceno obveznice izenači s sedanjo vrednostjo pričakovanih denarnih tokov (obljubljenih kuponov in glavnice). Pri tem predpostavlja, da bodo vse izplačane obresti takoj reinvestirane po obrestni meri, ki je enaka donosnosti do dospelja, kar pa je malo verjetno (Prohaska, 1999, str. 65):

$$P = \frac{C}{(1+YTM)} + \frac{C}{(1+YTM)^2} + \dots + \frac{C}{(1+YTM)^n} + \frac{M}{(1+YTM)^n} \quad (8)$$

YTM ... donosnost do dospelja

P ... trenutna tržna cena obveznice

C ... letni kupon

M ... nominalna vrednost obveznice

n ... število let do dospelja

Donosnost do dospelja je v svetu najbolj razširjen kriterij, ki investitorju omogoča medsebojno primerjavo dolžniških vrednostnih papirjev z različno dospelostjo in različnimi nominalnimi obrestnimi merami. Pri izračunu upošteva vpliv glavnice, nominalne obrestne mere in dobe dospelja na realizirano donosnost obveznice.

Dejanska donosnost se največkrat razlikuje od donosnosti do dospelja zaradi različnih razlogov, še zlasti zato, ker imetnik obveznice praviloma ne drži do dospelja. Dejansko donosnost lahko izračunamo šele ob dospelju, saj nam ni znana obrestna mera, po kateri bomo reinvestirali obresti od obveznic.

#### 1.4.5 DONOSNOST DO ODPOKLICA

Obveznice lahko vsebujejo tudi klavzulo, ki izdajatelju daje pravico, da obveznice še pred njihovim dospeljem odpokliče oziroma odkupi po vnaprej določeni ceni. Izdajatelj se s tem zavaruje pred plačevanjem previsokih obresti, saj to določbo ponavadi uporabi takrat, ko so tržne obrestne mere znatno nižje od nominalne obrestne mere obveznic, ki jih je sam izdal. V takem primeru lahko zamenja dražji dolg oziroma prej izdane obveznice za cenejšega, to je za novo emisijo obveznic z nižjo nominalno obrestno mero (Prohaska, 1999, str. 68).

Enačba za izračun donosnosti do odpoklica (angl. yield to call) je enaka kot enačba za izračun donosnosti do dospelja, le da se rok do dospelja zamenja s pričakovanim rokom do odpoklica, nominalna vrednost obveznice pa se zamenja z odpoklicno ceno, ki je enaka nominalni vrednosti povečani za premijo za odpoklic. Donosnost do odpoklica se torej izračuna s pomočjo naslednje enačbe:

$$P = \frac{C}{(1+YTC)} + \frac{C}{(1+YTC)^2} + \dots + \frac{C}{(1+YTC)^n} + \frac{M + \text{premija}}{(1+YTC)^n} \quad (9)$$

YTC ... donosnost do odpoklica

M ... tržna cena obveznice na dan odpoklica

n ... število let od nakupa do odpoklica obveznice

## 2 ČASOVNA STRUKTURA OBRESTNE MERE

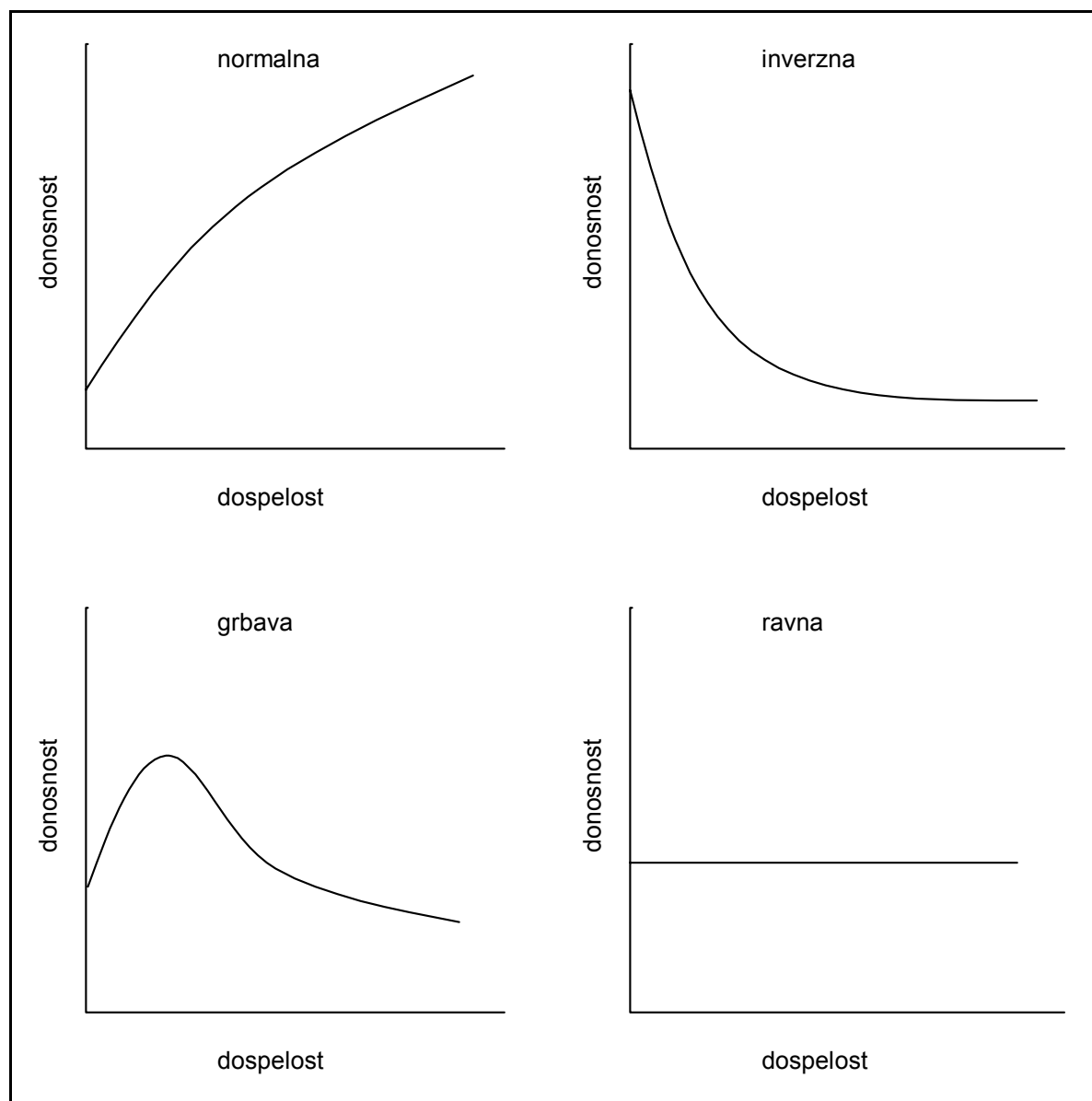
Časovna struktura obrestne mere (angl. term structure of interest rates) prikazuje odvisnost donosnosti od različnih dospelosti. Obveznice z enakim tveganjem, likvidnostjo in davčnimi značilnostmi imajo lahko zaradi različnih dospelosti različne obrestne mere. Krivulja donosnosti (angl. yield curve) tako prikazuje odnos med donosnostjo finančnih instrumentov (npr. obveznic) in njihovo dospelostjo, pri čemer predpostavlja, da so vsi ostali faktorji konstantni.

Proučevanje naklona krivulj donosnosti nam lahko daje dobre informacije o stanjih na finančnih trgih. Na osnovi te krivulje tako investitorji kot izdajatelji vrednostnih papirjev na finančnih trgih opazujejo strukturo obrestnih mer in s tem donosnost vrednostnih papirjev različnih oblik in zapadlosti. S pomočjo analize časovne strukture obrestnih mer lahko ugotovimo, da obveznice izdajateljev z isto stopnjo bonitete, toda z različnim rokom dospelja oblikujejo različne oblike krivulje donosnosti.

### 2.1 OBLIKE KRIVULJE DONOSNOSTI

Poznamo štiri osnovne oblike krivulje donosnosti: normalna (naraščajoča), inverzna (padajoča), ravna in grbava. Kadar so dolgoročne obrestne mere višje od kratkoročnih, je krivulja donosnosti naraščajoča. Obratno velja, ko so kratkoročne obrestne mere višje od dolgoročnih. V tem primeru je krivulja donosnosti padajoča. V primeru, da investitorji prejmejo enak donos ne glede na dospelost, pa je krivulja donosnosti ravna.

Slika 2: Osnovne oblike krivulje donosnosti



Vir: Fabozzi, Modigliani, 1992, str. 370.

V mnogih razvijajočih se deželah se je naklon krivulje donosnosti pokazal kot zanesljiv indikator ekonomske dejavnosti v prihodnjem letu ali dveh. Tako je močno pozitiven naklon lahko indikator ekspanzivne denarne politike z nizkimi kratkoročnimi obrestnimi merami in optimističnimi pričakovanji o naraščajoči gospodarski rasti. V nasprotju s tem pa nam lahko ravna ali narobe obrnjena krivulja donosnosti zaradi restriktivne denarne politike ali nepričakovanega povpraševanja po kratkoročnih sredstvih, ko poslabšanje ekonomskega stanja zmanjša denarne tokove gospodarskih enot, napoveduje gospodarsko stagnacijo ali celo recesijo v prihodnjih obdobjih. Narobe obrnjena krivulja donosnosti se pogosto pojavi v zgodnji fazi gospodarskega cikla. Nekatere raziskave so potrdile tudi povezavo med naklonom

krivulje donosnosti ter prihodnjimi obrestnimi merami in prihodnjo inflacijo (Božič, 1999, str. 35).

## 2.2 TEORIJE KRIVULJE DONOSNOSTI

Obstajajo različne teorije donosnosti, ki skušajo razložiti časovno strukturo obrestnih mer oziroma obliko krivulje donosnosti. V nadaljevanju bom podrobneje opisala tri najpogosteje uporabljene teorije:

- teorija pričakovanj
- teorija likvidnostne preference
- teorija segmentiranih trgov

### 2.2.1 TEORIJA PRIČAKOVANJ

Teorija pričakovanj pravi, da oblika krivulje donosnosti odraža pričakovanja investorjev glede prihodnjih gibanj obrestnih mer. Spremembe v teh pričakovanjih pa naj bi vplivale na spreminjanje nagiba krivulje donosnosti. Teorija predpostavlja, da investitorji maksimirajo profit, ne glede na možna tveganja. Investitorji so torej nevtralni do tveganja ter ne preferirajo določene dospelosti pred drugimi. Zatorej ne bodo pripravljene držati obveznic z določeno dospelostjo, če le-te prinašajo nižjo donosnost kot obveznice z drugačno dospelostjo. Po teoriji pričakovanj so obveznice z različno dospelostjo med seboj popolni substituti, kar v praksi pomeni, da mora biti pričakovana donosnost obveznic z različno dospelostjo enaka (Kidwell, 1987, str. 68, 69).

Teorija pričakovanj predpostavlja, da je obrestna mera dolgoročne obveznice enaka povprečju kratkoročnih obrestnih mer, ki jih pričakujemo v času do dospelja dolgoročne obveznice. Tako je obrestna mera  $n$ -letne obveznice enaka povprečju enoletnih obrestnih mer, pričakovanih v  $n$ -letih življenja obveznice, kar zapišemo z naslednjo enačbo (Mishkin, 1986, str. 141, 143):

$$i_{nt} = \frac{i_t + i_{t+1}^e + i_{t+2}^e + \dots + i_{t+n-1}^e}{n} \quad (10)$$

$i_t$  ... današnja (čas  $t$ ) obrestna mera enoletne obveznice

$i_{t+1}^e$  ... pričakovana obrestna mera enoletne obveznice v naslednjem letu (čas  $t+1$ )

$i_{nt}$  ... obrestna mera obveznice z dospelostjo  $n$ -let

$n$  ... število let

Teorija predpostavlja, da imajo vsi udeleženci finančnega trga enaka pričakovanja o prihodnjih obrestnih merah, le-ta pa se v povprečju tudi uresničijo.

Krivulja donosnosti bo pozitivno nagnjena (naraščajoča), ko investitorji pričakujejo, da bodo kratkoročne obrestne mere v prihodnosti narasle. Povprečje prihodnjih kratkoročnih obrestnih mer bo torej višje kot je trenutna kratkoročna obrestna mera, kar pomeni, da so dolgoročne obrestne mere nad kratkoročnimi. Če se v prihodnosti pričakuje padec kratkoročnih obrestnih mer, bo krivulja donosnosti negativno nagnjena (padajoča). Povprečje prihodnjih kratkoročnih obrestnih mer pa bo pod trenutno kratkoročno obrestno mero. V primeru pričakovanj, da se kratkoročne obrestne mere v prihodnosti v povprečju ne bodo spremenile, bo krivulja donosnosti ravna (Mishkin, 1986, str. 143).

## 2.2.2 TEORIJA LIKVIDNOSTNE PREFERENCE

Medtem ko teorija pričakovanj domneva, da so investitorji indiferentni med nakupom dolgoročnih ali kratkoročnih obveznic, teorija likvidnostne preference pravi, da to ne drži. Po tej teoriji investitorji pri svojih odločitvah poleg pričakovanj o prihodnjih obrestnih merah upoštevajo tudi tveganje ter se nanj negativno odzivajo. Investitorji iz izkušenj vedo, da kratkoročne obveznice zagotavljajo večjo tržnost (likvidnost) ter so cenovno manj spremenljive kot dolgoročne obveznice (Kidwell, 1987, str. 72).

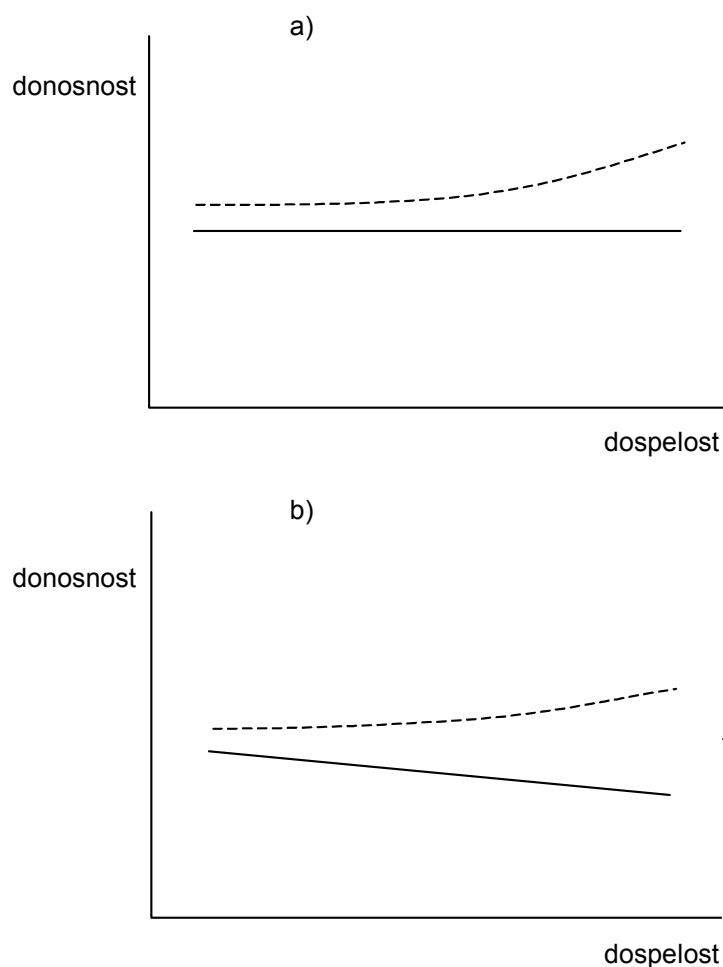
Potemtakem so obveznice z daljšim rokom dospelja bolj tvegane od tistih s krajšim rokom, saj so podvržene večji spremenljivosti tečajev, kar pomeni, da je cenovno tveganje teh obveznic večje. Da bi izdajatelji obveznic vzpodbudili investitorje k nakupu obveznic, ki se glasijo na daljši rok, morajo le-tem dodati premijo za tveganje oziroma likvidnost, ki investitorjem pomeni nadomestilo za bodoče negotovosti. Likvidnostna premija je torej potrebna, da investitorjem naredi privlačne tudi dolgoročne naložbe. Z naraščanjem dospelosti narašča tudi likvidnostna premija.

Če se torej pričakuje, da bodo obrestne mere v prihodnosti enake kot na primer danes, bo po teoriji pričakovanj krivulja donosnosti vodoravna (slika 3a, neprekinjena črta). Po teoriji likvidnostne preference pa krivulja donosnosti dobi rastočo obliko, ker je potrebno omenjenemu pričakovanju investitorjev dodati premijo za likvidnost, ki narašča vzporedno z večanjem dospelosti in tveganjem nalaganja (slika 3a, prekinjena črta).

V primeru, da investitorji v prihodnosti pričakujejo znižanje obrestnih, bi bila krivulja donosnosti po teoriji pričakovanj padajoča (slika 3b, neprekinjena črta). Vendar pa se z dodajanjem premije za likvidnost lahko spremeni v svoje nasprotje oziroma rastočo krivuljo (Prohaska, 1990, str. 27-28).



Slika 3: Likvidnostna premija in krivulje donosnosti



Vir: Prohaska, 1990, str. 28.

Krivulje donosnosti imajo večinoma rastočo obliko, saj investitorji pri nakupu obveznic upoštevajo tako pričakovano donosnost kot tudi tveganje.

### 2.2.3 TEORIJA SEGMENTIRANIH TRGOV

Ta teorija zavrača domnevo teorije likvidnostne preference, da mora premija za tveganje naraščati skladno z dospelostjo, temveč pravi, da imajo investitorji specifične potrebe glede dospelosti. Zatorej po teoriji segmentiranih trgov vrednostni papirji različnih dospelosti niso popolni substituti (Saunders, 2000, str. 144).

Trg obveznic je tako razdeljen na tri tržne segmente: kratkoročni trg obveznic z zapadlostjo do enega leta, srednjeročni trg z zapadlostjo od enega do petih let in dolgoročni trg z zapadlostjo večjo od petih let. Na vsakem od teh trgov vladajo določeni veliki institucionalni investitorji, ki se specializirajo za določeno vrsto obveznic. Pri tem je njihov glavni cilj preživetje in minimiziranje tveganja. To skušajo

doseči z imunizacijo portfelja, kar pomeni, da izenačujejo dospelost svojih sredstev z dospelostjo svojih obveznosti. Teorija predvideva, da niti investitorji niti izdajatelji niso popolnoma fleksibilni glede dospelosti, kar pomeni, da niso pripravljeni prehajati iz enega dospelostnega sektorja v drugega. Tako npr. zavarovalnice zaradi bolj stabilnih virov na splošno preferirajo nalaganje v dolgoročne vrednostne papirje, medtem ko dajejo banke prednost likvidnosti in nalagajo v kratkoročne vrednostne papirje (Saunders, 2000, str. 144).

Obrestna mera in posledično oblika krivulje donosnosti je določena s ponudbo in povpraševanjem znotraj posameznega segmentiranega trga brez zunanjega vpliva drugih trgov.

Teorija segmentiranih trgov pravi, da obveznice z različno dospelostjo med seboj niso zamenljive tako, da pričakovani donos od držanja obveznice določene dospelosti nima učinka na povpraševanje po obveznici z drugačno dospelostjo. Ta teorija je tako popolno nasprotje hipotezi pričakovanj, ki predpostavlja, da so obveznice z različno dospelostjo popolni substituti (Mishkin, 1986, str. 145).

Argument, zakaj obveznice različnih dospelosti niso substituti je ta, da investitorji različno preferirajo obveznice različnih dospelosti. Tako jih bo zanimal le pričakovani donos obveznic z dospelostjo, ki jo preferirajo.

V teoriji segmentiranih trgov so različni vzorci krivulj donosnosti razloženi z različno ponudbo in povpraševanjem po obveznicah z različnimi dospelostmi. Krivulja je naraščajoča, ker je glede na teorijo segmentiranih trgov povpraševanje po kratkoročnih obveznicah relativno večje kot po dolgoročnih obveznicah. Rezultat tega so višje cene in nižje obrestne mere kratkoročnih obveznic. Padajoča krivulja donosnosti pa kaže relativno večje povpraševanje po dolgoročnih obveznicah, zato bodo njihove donosnosti nižje. Ker so krivulje donosnosti običajno naraščajoče, ta teorija namiguje, da v povprečju ljudje preferirajo kratkoročne obveznice pred dolgoročnimi (Mishkin, 1986, str. 145).

### **3 TVEGANJE SPREMEMBE OBRESTNE MERE**

Tveganje spremembe obrestne mere je možna variabilnost donosov finančne naložbe, ki jo povzročajo nepričakovane spremembe obrestne mere (Gardner, Mills, 1991, str. 212).

Vsak investitor je izpostavljen tveganju spremembe obrestne mere, saj je prihodnje gibanje obrestnih mer težko natančno napovedati. Investitorji pri svojem odločanju upoštevajo določena pričakovanja o prihodnjem gibanju obrestnih mer in le-ta

vključijo v izračun donosnosti naložbe. Ker pa so te spremembe obrestnih mer za investitorja pričakovane, zanj ne predstavljajo tveganja. Tveganje je povezano le z nepričakovanimi spremembami, na katere investitor ni pripravljen. Zaradi številnih dejavnikov, ki na finančnem trgu povzročajo nepričakovane spremembe obrestnih mer, so investitorji stalno izpostavljeni tveganju spremembe obrestne mere.

Ko govorimo o tveganju spremembe obrestne mere, imamo v mislih reinvesticijsko tveganje in cenovno tveganje. V nadaljevanju bomo spoznali, da obe obliki tveganja spremembe obrestne mere delujeta v nasprotnih smereh. Nepričakovan porast obrestne mere omogoči investitorju reinvestiranje vmesnih donosov po višji obrestni meri, kar zvišuje investitorjevo donosnost v naložbenem obdobju. Na drugi strani pa nepričakovan porast obrestne mere povzroči padec vrednosti finančne naložbe (npr. naložbe v obveznice), saj investitorji diskontirajo bodoče donose z višjo diskontno stopnjo. Obraten učinek je v primeru padca obrestne mere. Medtem ko vrednost finančne naložbe naraste, se lahko vmesni donosi reinvestirajo le po nižji obrestni meri, kar znižuje investitorjevo donosnost.

### *3.1 REINVESTICIJSKO TVEGANJE*

Reinvesticijsko tveganje je možna variabilnost donosov finančne naložbe zaradi nepričakovanih sprememb obrestne mere, po kateri se reinvestirajo vmesni donosi. Nepričakovane spremembe obrestnih mer povzročijo, da investitor v naložbenem obdobju ne bo mogel reinvestirati donosov po vnaprej pričakovani obrestni meri, ki je veljala na začetku naložbenega obdobja.

To lahko prikažemo tudi na primeru obveznice, ki investitorju obljublja fiksne letne donose in izplačilo glavnice ob zapadlosti. V primeru, da se obrestna mera v času naložbe ne spremeni, investitor ni izpostavljen tveganju reinvestiranja, saj bo vmesne donose reinvestiral po vnaprej znani obrestni meri, ki je veljala na začetku naložbe. V realnosti je zelo malo verjetno, da se obrestne mere ne bi spremenile. Le-te bodisi porastejo oziroma padejo. V primeru porasta obrestne mere bo investitor vmesne donose reinvestiral po višji obrestni meri in tako realiziral višji donos kot ga je prvotno pričakoval. Če pa pride do padca obrestne mere, bo investitor vmesni donos reinvestiral po nižji obrestni meri in tako realiziral nižji donos. Dejansko pomeni za investitorja izgubo le padec obrestne mere. Zatorej lahko zaključimo, da je reinvesticijsko tveganje predvsem tveganje, da bodo obrestne mere v prihodnosti padle in posledično bo padel tudi reinvesticijski donos.

### 3.2 CENOVNO TVEGANJE

Cenovno tveganje je možna variabilnost donosov zaradi nepričakovanih sprememb vrednosti finančne naložbe. Temu tveganju so izpostavljeni investitorji, ki nalagajo v obveznice in le-te želijo prodati pred dospelostjo.

Že v prvem poglavju smo spoznali, da je odnos med ceno obveznice in donosnostjo obratno sorazmeren. Učinek spremembe obrestne mere si bomo pogledali na primeru obveznice, ki jo želi investitor prodati pred dospelostjo. Predpostavimo, da obrestna mera v času od nakupa obveznice do trenutka, v katerem jo želi investitor prodati naraste. V tem primeru bo prišlo do padca cene obveznice, kar za investitorja pomeni izgubo v primerjavi s ceno, ki bi jo iztržil, če do spremembe obrestne mere ne bi prišlo. Sedaj predpostavimo, da na trgu pride do padca obrestnih mer. Le-ta bo povzročil dvig cene obveznice, kar za investitorja ob prodaji obveznice pomeni večji iztržek. Zaključimo lahko, da cenovno tveganje pomeni tveganje, da bo obrestna mera narasla in bo zato cena obveznice, ki jo bo investitor želel prodati pred dospelostjo nižja od pričakovane oziroma od tiste, ki bi veljala v primeru, da do sprememb obrestne mere ne bi prišlo.

Na tem mestu lahko omenim posebnost, ki velja za brezkuponske obveznice. Ker le-te ne prinašajo vmesnih donosov, reinvesticijskemu tveganju niso izpostavljene. Je pa investitor izpostavljen cenovnemu tveganju, če namerava prodati tako obveznico pred dospelostjo. Kadar pa se investitorjevo naložbeno obdobje sklada z dobo do dospelosti brezkuponske obveznice, investitor tveganju spremembe obrestne mere sploh ni izpostavljen.

## 4 MERJENJE OBČUTLJIVOSTI OBVEZNIC NA SPREMEMBO OBRESTNE MERE

### 4.1 TRAJANJE

Trajanje (angl. duration) je na razvitih finančnih trgih najpogosteje uporabljeno merilo za ocenjevanje vpliva sprememb obrestnih mer na tržno vrednost naložb in obveznosti. Je boljši kazalnik občutljivosti naložb in obveznosti na spremembo obrestnih mer kot model dospelosti. Medtem ko model dospelosti upošteva le končno odplačilo dolga in pri tem zanemara vmesne denarne tokove, pa model trajanja upošteva vse denarne tokove prejete do dospelosti (glavnico in izplačila obresti).

#### 4.1.1 OPREDELITEV TRAJANJA

Trajanje izraža povprečno dolžino časa, za koliko so plačila (obresti in glavnica) odmaknjena od sedanjega trenutka. Je tehtani povprečni čas do dospelja obveznice, pri čemer za uteži vzamemo relativne sedanje vrednosti njenih denarnih tokov (Ribnikar, 1993, str. 42; Saunders, 2000, str. 148).

Trajanje ali povprečni čas vezave je prvič vpeljal F. R. Macaulay leta 1938. Izračunamo ga tako, da čas do prejema posameznih denarnih tokov množimo z relativnimi deleži sedanjih vrednosti teh tokov v sedanji vrednosti finančnega instrumenta ter na koncu tehtana časovna razdobja seštejemo. To lahko zapišemo z naslednjo enačbo (Saunders, 2000, str. 150):

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \times t}{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}} = \frac{\sum_{t=1}^n CF_t \times DF_t \times t}{\sum_{t=1}^n CF_t \times DF_t} = \frac{\sum_{t=1}^n PV_t \times t}{\sum_{t=1}^n PV_t} \quad (11)$$

D ... trajanje finančnega instrumenta (v letih)

$CF_t$  ... denarni tok na koncu obdobja t

n ... zadnje obdobje, v katerem je prejet denarni tok

$DF_t$  ... diskontni faktor =  $1/(1+r)^t$ , kjer je r zahtevana stopnja donosa ali trenutna tržna obrestna mera

t ... posamezno časovno obdobje ( $t = 1, 2, \dots, n$ )

$PV_t$  ... sedanja vrednost denarnih tokov, ki dospejo na koncu obdobja t

V števcu enačbe 11 imamo sedanjo vrednost vsote vseh pričakovanih donosov finančnega instrumenta (obveznice) tehtano s časom prejema denarnih tokov, v imenovalcu pa sedanjo vrednost vseh pričakovanih donosov, torej tržno ceno tega instrumenta. Pri izračunu sedanje vrednosti uporabljamo kot diskontno stopnjo donosnost do dospelja.

S trajanjem izrazimo čas, v katerem dobimo isto donosnost do dospelja, kot bi jo imeli v primeru, da se obresti in glavnica v celoti izplačajo šele ob koncu obdobja. Ker s trajanjem prevedemo poljubno obveznico v njej analogno brezkuponsko obveznico, nam le-to omogoča medsebojno primerljivost različnih obveznic z različnimi načini izplačevanja obresti in glavnice. Model trajanja omogoča investitorjem, da pod določenimi predpostavkami poznajo donosnost obveznic že vnaprej, ne glede na prihodnje gibanje obrestnih mer na trgu kapitala, zato sestavijo portfelj tako, da se trajanje ujema s časom, ki naj bi ga obveznica preživela v njihovih rokah (čas vlaganja) ter se tako zaščitijo pred obrestnim tveganjem.

Trajanje nam pove, koliko časa moramo imeti v lasti obveznico, in po tem času jo lahko prodamo, da bo donosnost te naložbe enaka njeni donosnosti do dospelja, to je donosnosti s pomočjo katere smo izračunali trajanje. Če namreč takrat prodamo obveznico, ravno toliko dobimo (izgubimo) na tečajni vrednosti obveznice, kolikor izgubimo (dobimo) od takrat naprej do dospelja obveznice zaradi nižje (višje) tržne obrestne mere, po kateri reinvestiramo izkupiček od prodaje obveznice (Ribnikar, 1993, str. 42).

#### 4.1.2 VPLIVI NA TRAJANJE

Iz enačbe 11 lahko razberemo tri pomembne povezave, ki jih ima trajanje z dospelostjo, zahtevano donosnostjo in vmesnimi denarnimi tokovi (Saunders, 2000, str. 152-153).

##### 4.1.2.1 Trajanje in dospelost

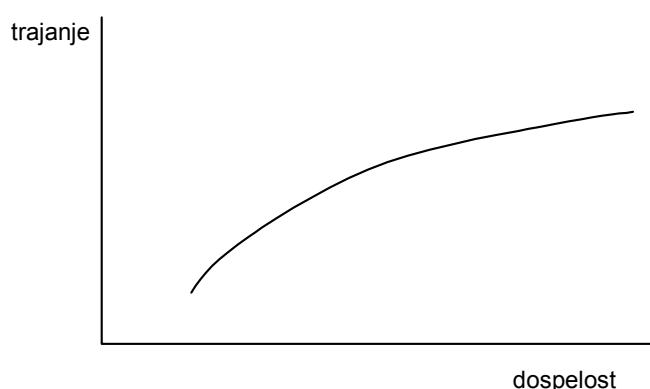
Trajanje narašča z dospelostjo (angl. maturity) naložbe ali obveznosti s fiksnim donosom, vendar po padajoči stopnji:

$$\frac{\partial D}{\partial M} > 0 \quad \frac{\partial^2 D}{\partial^2 M} < 0$$

D ... trajanje

M ... dospelost

Slika 4: Razmerje med trajanjem in dospelostjo



Vir: Saunders, 2000, str. 153.

#### 4.1.2.2 Trajanje in zahtevana donosnost

Trajanje pada z naraščajočo zahtevano donosnostjo oziroma donosnostjo do dospetja, saj višje zahtevane donosnosti bolj diskontirajo poznejše denarne tokove in zmanjšujejo njihovo relativno pomembnost (uteži) v primerjavi z zgodnejšimi denarnimi tokovi (Saunders, 2000, str. 152).

$$\frac{\partial D}{\partial R} < 0$$

R ... zahtevana donosnost

Slika 5: Razmerje med trajanjem in zahtevano donosnostjo



Vir: Livingston, 1988, str. 168.

#### 4.1.2.3 Trajanje in vmesni denarni tokovi

Trajanje pada z naraščajočimi vmesnimi denarnimi tokovi (kuponskimi plačili), kar prikažemo z naslednjo zvezo:

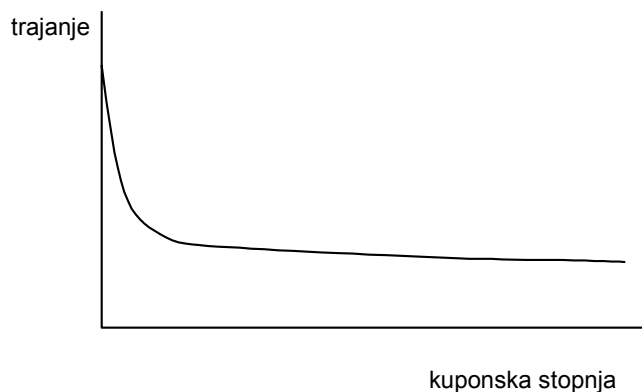
$$\frac{\partial D}{\partial C} < 0$$

C ... kuponi

Ta zveza je posledica dejstva, da višji kuponi oziroma obljubljeni vmesni denarni tokovi pomenijo za investitorje hitreje povrnjene vložke. S tem dobijo sedanje vrednosti uteži teh denarnih tokov v izračunu trajanja večjo vrednost, kar pomeni, da se trajanje skrajša. Prav tako se skrajša trajanje obveznic, ki pogosteje izplačujejo obresti oziroma kupone (npr. polletno ali četrletno), saj se denarni tokovi teh obveznic v povprečju še bolj približajo sedanjosti. Krajše trajanje pa pomeni manjšo cenovno občutljivost obveznice na spremembo obrestne mere. Potemtakem je

brezkuponska obveznica cenovno najbolj občutljiv finančni instrument, saj celotni denarni tok ustvari šele ob dospelosti (Saunders, 2000, str. 153).

Slika 6: Razmerje med trajanjem in kuponsko stopnjo



Vir: Livingston, 1988, str. 165.

Iz vseh treh povezav lahko zaključimo, da je trajanje tem daljše, daljša kot je dospelost, manjša kot je zahtevana donosnost in manjši kot so vmesni denarni tokovi. Daljše trajanje pa pomeni večjo obrestno občutljivost in večje potencialne spremembe v ceni obveznice zaradi spremembe obrestne mere. Na podlagi teh ugotovitev lahko sklepamo, da je za enako spremembo obrestne mere (povečanje ali zmanjšanje) relativna sprememba v ceni obveznice toliko večja, kolikor daljša je dospelost obveznice, kolikor nižja je kuponska stopnja obveznice (vmesni denarni tokovi) in kolikor nižja je raven obrestnih mer (zahtevana donosnost).

#### 4.1.3 EKONOMSKI POMEN TRAJANJA

Trajanje nam predstavlja mero občutljivosti finančnega instrumenta za spremembe obrestnih mer.

Na primeru dveh obveznic bom prikazala, zakaj je variabilnost tečaja obveznice funkcija trajanja oziroma povprečnega časa vezave in ne funkcija dospelosti.

Predpostavimo, da imamo dve obveznici z enakim časom do dospelja, ki znaša 5 let in enako zahtevano donosnostjo oziroma tržno obrestno mero v višini 10%, pri čemer je prva klasična (kuponska) obveznica, druga pa brezkuponska obveznica (angl. zero-coupon bond). Kuponska obveznica izplačuje konec vsakega leta obresti po kuponski obrestni meri, ki znaša 12%. Pri obeh obveznicah se konec zadnjega leta izplača glavnica v višini 1000 denarnih enot. Sedaj predpostavimo dvig tržnih obrestnih mer na 11%. Pričakovali bi, da se bo v času spremembe obrestnih mer za



določen odstotek tečaj obveznic spremenil v enakem znesku, vendar v praksi temu ni tako.

Najprej z uporabo enačbe 4 izračunamo koliko znaša sedanja vrednost (tečaj) obveznic pred spremembo obrestne mere.

$$P_1 = \frac{120}{1.10^1} + \frac{120}{1.10^2} + \frac{120}{1.10^3} + \frac{120}{1.10^4} + \frac{120+1000}{1.10^5} = 1075.82$$

$$P_2 = \frac{1000}{1.10^5} = 620.92$$

Kot vidimo je vrednost kuponske obveznica 1075.82 denarnih enot, brezkuponske pa le 620.92 denarnih enot. Obveznici imata različno vrednost, kljub enakemu času do dospelja in enaki zahtevani donosnosti. Vrednost kuponske obveznice je večja, saj le-ta poleg izplačila glavnice ob dospelju prinaša vsako leto tudi vmesne denarne donose (kupone).

Poglejmo kaj se zgodi v primeru porasta tržne obrestne mere na 11%. Zopet z uporabo enačbe 4 izračunamo sedanji vrednosti obveznic, le da sedaj pri izračunu upoštevamo zahtevano donosnost 11% namesto 10%.

$$P_1 = \frac{120}{1.11^1} + \frac{120}{1.11^2} + \frac{120}{1.11^3} + \frac{120}{1.11^4} + \frac{120+1000}{1.11^5} = 1036.96$$

$$P_2 = \frac{1000}{1.11^5} = 593.45$$

Prva ugotovitev do katere pridemo je, da se ceni obeh obveznic zmanjšata, ko obrestna mera naraste, kar je tudi pričakovano, saj vemo, da se cene obveznic gibljejo v nasprotni smeri spreminjanja obrestnih mer. Zaradi porasta obrestne mere vrednost kuponske obveznice pade za 3.61%, vrednost brezkuponske pa za 4.42%. Ugotovimo torej, da se cena brezkuponske obveznice relativno bolj spremeni, kot se spremeni cena kuponske obveznice. Na podlagi ugotovljenega lahko torej sklepamo, da je brezkuponska obveznica cenovno bolj občutljiva za spremembo obrestne mere kot kuponska obveznica z enako dospelostjo.

Iz primera torej vidimo, da je občutljivost vrednosti obveznice za spremembe v obrestni meri, torej izpostavljenost obrestnemu tveganju odvisna od celotne dinamike denarnih tokov, ki jih obljublja obveznica, ne pa neposredno od dospelosti. Čas do dospelja torej ni popolno merilo izpostavljenosti obrestnemu tveganju, saj ne nudi zadostne informacije o odzivnosti vrednosti obveznic na spremembo obrestne mere. Čas do dospelja nam pove le čas do zadnjega donosa finančnega instrumenta (obveznice), pri tem pa zanemarija vmesne denarne donose, ki prav tako določajo

vrednost in občutljivost obveznice na spremembe obrestne mere. Prav iz tega razloga se je razvil nov kazalec, to je trajanje, ki upošteva časovno razporeditev vseh donosov finančnega instrumenta in tako predstavlja popolnejšo mero občutljivosti vrednosti finančnega instrumenta za spremembo obrestne mere.

S pomočjo trajanja lahko odnos med odstotno spremembo vrednosti finančnega instrumenta in spremembo obrestne mere (donosnostjo) prikažemo z grafom (slika 7) ali zapišemo z naslednjo enačbo (Saunders, 2000, str. 155):

$$\frac{dP}{P} = -D \left( \frac{dr}{1+r} \right) \quad (12)$$

P ... sedanja vrednost ali cena finančnega instrumenta

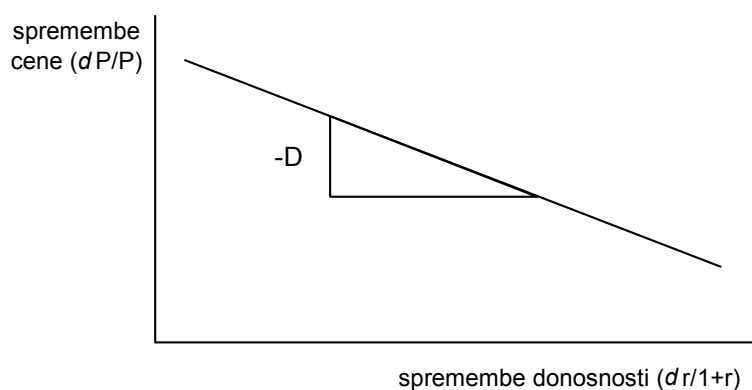
dP ... sprememba cene finančnega instrumenta

D ... trajanje finančnega instrumenta

r ... tržna obrestna mera, donosnost do dospelja

dr ... sprememba tržne obrestne mere

Slika 7: Razmerje med spremembo cene in spremembo obrestne mere



Vir: Saunders, 2000, str. 155.

Iz enačbe 12 in njene grafične predstavitve je razvidno, da je pri majhnih spremembah obrestne mere povezava med ceno finančnega instrumenta (obveznico) in obrestno mero negativna in proporcionalna, pri tem pa je vpliv obrestne mere na ceno obveznice odvisen od dolžine njenega trajanja.

Investitorji pogosto razmerje med Macaulayevim trajanjem in  $(1+r)$  imenujejo modificirano trajanje. Modificirano trajanje je kazalec cenovne elastičnosti obveznice glede na majhne spremembe obrestne mere in ga zapišemo z naslednjo enačbo (Fabozzi, 2000, str. 62):

$$MD = \frac{D}{(1+r)} \quad (13)$$

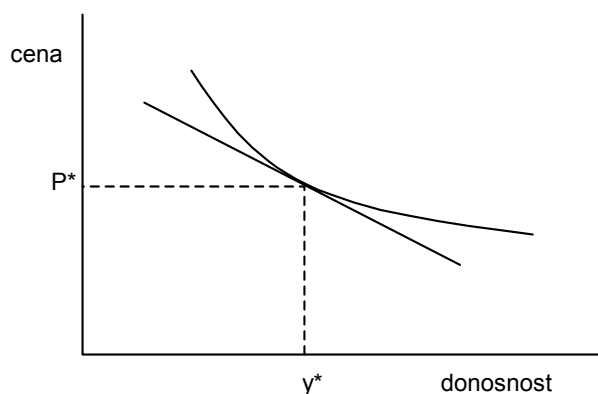
MD ... modificirano trajanje  
 D ... trajanje po Macaulayu  
 r ... donosnost do dospelja

Odnos med relativno spremembo cene in spremembo obrestnih mer lahko prikažemo z naslednjo zvezo (Fabozzi, 2000, str. 66):

$$\frac{dP}{P} = -MD \times dr \quad (14)$$

Modificirano trajanje torej meri cenovno občutljivost finančnega instrumenta glede na spremembe v obrestni meri. Kot je razvidno iz enačbe 14, nam modificirano trajanje pokaže odstotno spremembo vrednosti finančnega instrumenta pri dani odstotni spremembi donosnosti do dospelja (tržnih obrestnih mer). Grafično ga prikažemo kot tangento na konveksno krivuljo, ki odraža odnos med ceno in donosnostjo finančnega instrumenta (obveznice). Strmejša je tangenta, daljše je trajanje; položnejša je tangenta, krajše je trajanje.

Slika 8: Tangenta na krivuljo cena/donosnost



Vir: Fabozzi, Modigliani, 1992, str. 398.

Preizkusimo sedaj na omenjenem primeru klasične in brezkuponske obveznice veljavnost razmerja zapisanega v enačbi 14.

Najprej z enačbo 11 izračunamo trajanje prej omenjenih obveznic.

$$D_1 = \frac{\frac{120}{1.10^1} \times 1 + \frac{120}{1.10^2} \times 2 + \frac{120}{1.10^3} \times 3 + \frac{120}{1.10^4} \times 4 + \frac{1120}{1.10^5} \times 5}{\frac{120}{1.10^1} + \frac{120}{1.10^2} + \frac{120}{1.10^3} + \frac{120}{1.10^4} + \frac{1120}{1.10^5}} = 4.07$$

$$D_2 = \frac{\frac{1000}{1.10^5} \times 5}{\frac{1000}{1.10^5}} = 5$$

Trajanje kuponske obveznice je 4.07 let, trajanje brezcuponske pa 5 let, kar je enako njeni dospelosti. Medtem ko imajo obveznice s periodičnimi denarnimi tokovi (kuponske obveznice) trajanje krajše od časa do dospelja, pa za vse brezcuponske obveznice velja, da je njihovo trajanje enako času do dospelja. Iz primera torej vidimo, da je trajanje kuponske obveznice krajše od trajanja brezcuponske obveznice. Ker daljše trajanje pomeni večjo cenovno spremenljivost obveznice lahko sklepamo, da je občutljivost tečaja za spremembo obrestne mere večja za brezcuponske obveznice. Na podlagi ugotovitev lahko zaključimo, da so brezcuponske obveznice bolj spremenljive kot kuponske obveznice podobne dospelosti.

Izračunajmo s pomočjo enačbe 13 še modificirano trajanje za omenjeni obveznici:

$$MD_1 = \frac{4.07}{1.10} = 3.70$$

$$MD_2 = \frac{5.00}{1.10} = 4.55$$

V primeru porasta tržnih obrestnih mer z 10% na 11% dobimo z uporabo enačbe 14 naslednji približni odstotni spremembi cene izbranih obveznic:

$$\frac{dP_1}{P_1} = -3.70 \times 0.01 = -3.70\%$$

$$\frac{dP_2}{P_2} = -4.55 \times 0.01 = -4.55\%$$

Na osnovi izračunov ugotovimo, da se ob povečanju zahtevane donosnosti za eno odstotno točko, cena kuponske obveznice zniža za 3.70%, cena brezcuponske pa za 4.55%. Primerjava z dejansko spremembo cene, ki znaša za kuponsko obveznico 3.61% in brezcuponsko 4.42% nam pokaže, da sta na osnovi modificiranega trajanja izračunana približka le groba ocena dejanske spremembe cene. Modificirano trajanje je dobro merilo občutljivosti cene obveznice na spremembo obrestnih mer samo v primeru zelo majhnih sprememb obrestnih mer.

Poglejmo še kako kuponska stopnja obveznice vpliva na dolžino trajanja in posledično na izpostavljenost obveznice obrestnemu tveganju. Primerjali bomo dve klasični obveznici, in sicer obveznico s kuponsko stopnjo 5% in že prej omenjeno obveznico s kuponsko stopnjo 12%. Obveznici imata enako dospelost, in sicer 5 let

in enako zahtevano donosnost 10%, nominalna vrednost obeh obveznic je 1000 denarnih enot.

Že iz predhodnih izračunov vemo, da je trajanje obveznice z 12% kuponsko stopnjo enako 4,07 leta. Sedaj z enačbo 11 izračunamo še trajanje obveznice s 5% kuponsko stopnjo:

$$D_3 = \frac{\frac{50}{1.10^1} \times 1 + \frac{50}{1.10^2} \times 2 + \frac{50}{1.10^3} \times 3 + \frac{50}{1.10^4} \times 4 + \frac{1050}{1.10^5} \times 5}{\frac{50}{1.10^1} + \frac{50}{1.10^2} + \frac{50}{1.10^3} + \frac{50}{1.10^4} + \frac{1050}{1.10^5}} = 4.49$$

Trajanje take obveznice je 4,49 leta, kar je več kot znaša trajanje obveznice s kuponsko stopnjo 12%, enako dospelostjo in zahtevano donosnostjo. Iz tega primera lahko sklepamo, da je trajanje obveznice z nižjo kuponsko stopnjo in enakim časom do dospelja daljše. Ta primer nam torej pokaže, da je občutljivost tečaja obveznic z nižjo kuponsko stopnjo večja v primerjavi z obveznicami z višjo kuponsko stopnjo. Obveznice, ki prinašajo manjše vmesne denarne tokove imajo torej daljše trajanje in so tako bolj izpostavljene tveganju spremembe obrestne mere. Trajanje je torej obratno sorazmerno s kuponsko obrestno mero obveznice.

To ugotovitev lahko preverimo z izračunom odstotne spremembe cene obeh obveznic v primeru porasta tržnih obrestni mer z 10% na 11%. Za obveznico z 12% kuponsko stopnjo smo odstotno spremembo cene že izračunali, in sicer se ob porastu zahtevane donosnosti za eno odstotno točko cena te obveznice zmanjša za 3,70%. Poglejmo še za koliko se spremeni cena obveznice s 5% kuponsko stopnjo:

$$MD_3 = \frac{4.49}{1.10} = 4.08$$

$$\frac{dP_3}{P_3} = -4.08 \times 0.01 = -4.08\%$$

Na podlagi izračunov ugotovimo, da se cena obveznice z nižjo kuponsko stopnjo (5%) zmanjša za 4,08%, kar je bistveno več kot znaša zmanjšanje cene obveznice z višjo kuponsko stopnjo (12%). S tem izračunom lahko torej potrdimo ugotovitev, da imajo obveznice z nižjo kuponsko stopnjo daljše trajanje, kar pomeni, da so cenovno bolj občutljive za spremembe obrestnih mer.

V tabeli 1 so strnjeni rezultati proučevanega primera, ko smo primerjali občutljivost treh obveznic z dospelostjo 5 let, nominalno vrednostjo 1000 denarnih enot in različnimi kuponskimi stopnjami (0%, 5% in 12%) na spremembo zahtevane donosnosti za eno odstotno točko.

Tabela 1: Vpliv porasta zahtevane donosnosti na proučevane obveznice

| Vrsta obveznice          | Cena obveznic v d.e.      |                           | Relativna sprememba cene obveznice na osnovi trajanja v % | Dejanska sprememba cene obveznice v % |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---|---------------------------------------|
|                          | Zahtevana donosnost (10%) | Zahtevana donosnost (11%) |   |                                       |
| Brezkuponska (0%, 5 let) | 620,92                    | 593,45                    | -4,55   | -4,42                                 |
| Kuponska (5%, 5 let)     | 810,46                    | 778,25                    | -4,08   | -3,97                                 |
| Kuponska (12%, 5 let)    | 1.075,82                  | 1.036,96                  | -3,70   | -3,61                                 |

Vir: Lastni izračuni.

Iz tabele je dobro razvidno, da je odstotna sprememba cene zaradi spremembe zahtevane donosnosti največja za obveznico z ničelno kuponsko stopnjo (brezkuponsko obveznico). Z višanjem kuponske stopnje, pa se odstotna sprememba cene manjša.

Ključna predpostavka enostavnega modela trajanja je, da je krivulja donosnosti oziroma časovna struktura obrestnih mer vodoravna, kar pomeni, da je donosnost do dospelja neodvisna od časovnega horizonta. Tako ob spremembi obrestnih mer pride do vzporednega premika krivulje donosnosti (Saunders, 2000, str. 175).

V realnosti ta predpostavka ne velja, saj je krivulja cena/donosnost konveksne oblike, zato je koncept enostavnega trajanja privede do napak pri napovedovanju občutljivosti obveznic na spremembo obrestne mere. Koncept enostavnega trajanja je uporaben le v primeru majhnih sprememb tržnih obrestnih mer. V primeru večjih sprememb obrestnih mer pa je merilo trajanja dopolnjeno z dodatnim merilom, ki upošteva konveksen odnos med ceno in donosnostjo finančnega instrumenta. To je merilo konveksnosti, ki ga bom v nadaljevanju podrobneje predstavila.

#### 4.1.4 TRAJANJE PORTFELJA

Trajanje portfelja je tehtano povprečje trajanj posameznih obveznic v portfelju, pri čemer so uteži deleži vrednosti posamezne obveznice v celotni tržni vrednosti portfelja. Enačba za trajanje portfelja je tako naslednja (Livingston, 1988, str. 198):

$$D_p = \sum_{i=1}^n w_i \times D_i \quad (15)$$

$D_p$  ... trajanje portfelja

$D_i$  ... trajanje i-te obveznice v portfelju

$w_i$  ... tržna vrednost i-te obveznice v tržni vrednosti portfelja

$n$  ... število obveznic v portfelju

Izračun trajanja portfelja je zelo koristen za upravljalce portfelja obveznic, katerih trajanja se razlikujejo. Le-ti poskušajo zaščititi (imunizirati) svoj portfelj. Imunizacija je torej strategija oblikovanja portfelja, s katero se zavarujemo pred spremembami obrestne mere. Portfelj je potrebno oblikovati tako, da je naložbeno obdobje portfelja obveznic enako njegovemu trajanju. Tako je v primeru padca tržnih obrestnih mer dobiček zaradi cenovnega tveganja enak izgubi, ki je posledica reinvesticijskega tveganja.

## 4.2 KONVEKSNOST

Merilo konveksnosti je dopolnilo k merilu trajanja, ki nam omogoča, da izboljšamo približek spremembe cene obveznice ob spremembi zahtevane donosnosti, dobljen s pomočjo trajanja. Približek trajanja bo vedno podcenil dejansko ceno, in sicer bo ocenjena sprememba cene manjša kot bo dejanska sprememba cene, v primeru, ko donosnosti padajo. V primeru, ko donosnosti naraščajo, pa bo ocenjena sprememba cene večja kot bo dejanska sprememba cene, kar bo zopet rezultiralo v podcenjenosti dejanske cene. Zatorej je potrebno za boljše ocene spremembe cene ob spremembi zahtevane donosnosti upoštevati ukrivljenost odnosa cena/donosnost in v izračun vključiti mero konveksnosti (Fabozzi, 2000, str. 69).

Konveksnost, ki predstavlja drugi odvod funkcije cene lahko izračunamo s pomočjo naslednje enačbe (Čibej, 1999, str. 27):

$$CX = \frac{1}{P} \left( \frac{2C}{r^3} \left( 1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right) - \frac{2nC}{r^2(1+r)^{n+1}} + \frac{n(n+1) \left( F - \frac{C}{r} \right)}{(1+r)^{n+2}} \right) \quad (16)$$

CX ... konveksnost

P ... cena obveznice

F ... nominalna vrednost obveznice

C ... kupon

r ... zahtevana donosnost

n ... število obdobj do dospelja

Z uporabo meril trajanja in konveksnosti skupaj dobimo boljši približek dejanske spremembe cene za večje spremembe zahtevane donosnosti (Fabozzi, 2000, str. 73-74).

Naslednja enačba nam tako prikazuje zvezo med relativno spremembo cene obveznice in spremembo zahtevane donosnosti (Bodie, Kane, Marcus, 1999, str. 481):

$$\frac{dP}{P} = -MD \times dr + \frac{1}{2} \times CX \times (dr)^2 \quad (17)$$

Prvi člen na desni strani enačbe je enak pravilu trajanja, drugi člen pa je prilagoditev za konveksnost. Trajanje je torej nagib krivulje cena/donosnost, konveksnost pa sprememba v nagibu te krivulje. Enačba 17 za razliko od enačbe 14 upošteva konveksen odnos med ceno in donosnostjo, zato vedno napoveduje višjo ceno obveznice kot enačba 14. Če je sprememba donosnosti majhna, bo člen konveksnosti, ki ga pomnožimo z  $(dr)^2$  izredno majhen in bo le malo prispeval k oceni spremembe cene obveznice ob spremembi zahtevne donosnosti. V tem primeru bo linearni približek, ki ga dobimo s pravilom trajanja dovolj natančen (enačba 14). Konveksnost je torej bolj pomembna, ko so potencialne spremembe obrestnih mer večje (Bodie, Kane, Marcus, 1999, str. 481).

Izračunajmo sedaj z uporabo trajanja in konveksnosti napoved spremembe cene ob 1% povišanju tržnih obrestnih mer na primeru naše klasične obveznice s kuponsko stopnjo 12%. Že prej smo z uporabo pravila trajanja napovedali zmanjšanje cene omenjene obveznice za 3,70%. Sedaj v izračun napovedi spremembe cene vključimo še mero konveksnosti, ki jo izračunamo s pomočjo enačbe 16. Za našo obveznico dobimo tako naslednji rezultat:

$$CX_1 = 18,74$$

Z uporabo enačbe 17 izračunamo napoved spremembe cene naše obveznice, če zahtevana donosnost poraste za eno odstotno točko.

$$\frac{dP_1}{P_1} = -3,70 \times 0,01 + \frac{1}{2} \times 18,74 \times 0,01^2 = -3,61\%$$

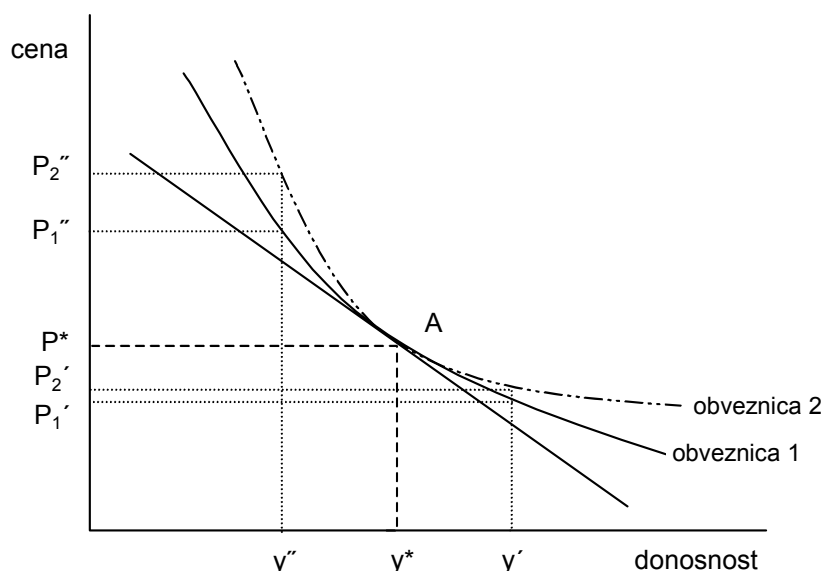
Ugotovimo torej, da se cena naše klasične obveznice z 12% kuponsko stopnjo ob povišanju zahtevane donosnosti z 10% na 11%, zmanjša za 3,61%. Samo z uporabo trajanja pa smo napovedali 3,70% padec cene obveznice, kar je precej več od dejanskega padca cene, ki znaša 3,61%. Vidimo torej, da se napoved spremembe cene z uporabo obeh meril, to je trajanjem in konveksnostjo hkrati, ujema z dejansko spremembo cene, izračunano na začetku poglavja. Do odstopanj prihaja šele na tretjem decimalnem mestu.

V nadaljevanju si bomo na primeru dveh obveznic z enakim trajanjem in enako donosnostjo, toda različno konveksnostjo ogledali pomembnost mere konveksnosti. V primeru, ko se odločamo med takimi obveznicama je konveksnost pomembna kot kriterij, saj bomo pri obveznici, ki ima večjo konveksnost, dobili več v primeru padca tržnih obrestnih mer in izgubili manj v primeru njihovega povečanja (Čibej, 1999, str. 28).



Imamo torej dve obveznici z enakim trajanjem in enako donosnostjo, a različno konveksnostjo, in sicer je obveznica 2 bolj konveksna kot obveznica 1. Obveznici sta prikazani v naslednjem grafu:

Slika 9: Odnos med obveznicama z različnima konveksnostima



Vir: Winkelmann, 1989, str. 72.

Iz grafa vidimo, da imata obveznici 1 in 2 v točki A enako ceno, donosnost in trajanje. Ker pa imata obveznici različno konveksnost, bo odziv njunih cen na spremembo donosnosti drugačen. Če zahtevana donosnost narašča, bo imela bolj konveksna obveznica 2 manjšo depreciacijo cene kot obveznica 1, se pravi, da bo kapitalaska izguba obveznice 2 manjša kot pri obveznici 1. V primeru padca zahtevane donosnosti pa bo apreciacija cene obveznice 2 večja kot pri obveznici 1. Vidimo torej, da v primeru sprememb tržnih obrestnih mer (padca ali dviga) pridobimo več in izgubimo manj pri bolj konveksnih obveznicah. To je tudi razlog splošne zahteve trga, da investitorji plačajo več (sprejmejo nižjo donosnost) za večjo konveksnost.

Obveznice imajo večjo konveksnost, če je dospelost obveznic daljša, če so vmesni denarni tokovi (kuponi) manjši in če je zahtevana donosnost manjša. Te spremenljivke so v enakem odnosu s trajanjem, to pomeni, da so povezane z naraščajočim trajanjem in zatorej s spremenljivostjo obveznic. Sklepamo lahko torej, da večje trajanje pomeni tudi večjo konveksnost in večje tveganje spremembe obrestne mere za obveznico (Francis, 1994, str. 86).

## **5 UPORABA TRAJANJA IN KONVEKSNOSTI KOT MERIL CENOVNE OBČUTLJIVOSTI NA SPREMEMBE OBRESTNE MERE NA PRIMERU OBVEZNIC REPUBLIKE SLOVENIJE**

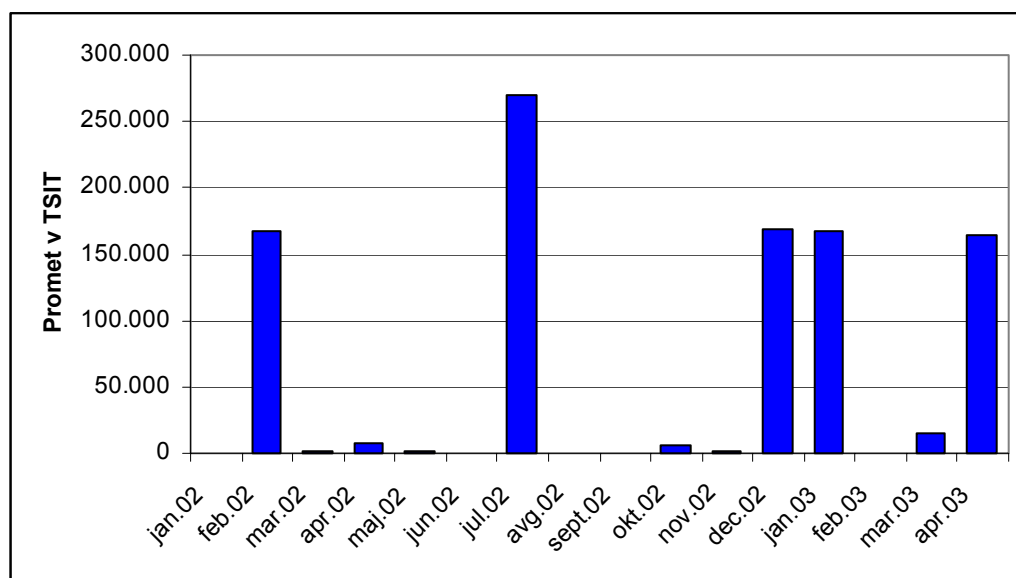
V nadaljevanju bom skušala na praktičnem primeru pokazati, kako ustrezni merili za ocenjevanje vpliva spremembe obrestne mere na tržno vrednost obveznic sta trajanje in konveksnost. Za analizo sem izbrala tri državne obveznice, ki jih lahko medsebojno primerjamo, saj je za vse značilno podobno kreditno tveganje. To so obveznica RS18, RS26 in RS38. Skušala bom dokazati, da je obveznica z daljšim trajanjem bolj občutljiva na spremembe obrestnih mer oziroma zahtevane donosnosti.

Na začetku bom na kratko povzela pomembne značilnosti izbranih obveznic.

Obveznica RS18 je dolgoročni dolžniški vrednostni papir, ki ga je izdala Republika Slovenija z namenom financiranja proračuna Republike Slovenije. Za izpolnitev terjatev iz obveznic odgovarja imetnikom obveznic izključno Republika Slovenija kot dolžnik. Gre za kuponsko, imensko in nematerializirano obveznico, katere nominalna vrednost je 100 EUR. Skupna nominalna vrednost celotne izdaje je 50.000.000 EUR. RS18 je desetletna obveznica, z datumom dospelja 26.4.2010. Obrestna mera je fiksna in znaša 6,00% letno. Obresti se plačujejo enkrat letno in sicer 26. aprila. Denominirana je v EUR, vendar se vse obveznosti izplačujejo v tolarjih. Obveznica je bila izdana 26.04.2000, v borzno kotacijo Ljubljanske borze pa se je uvrstila 15.5.2000. Povprečni donos ob izdaji je znašal 5,85%, kar pomeni povprečni tečaj obveznice v višini 101,11 odstotka nominalne vrednosti. Obveznica RS18 je bila torej prodana po ceni višji od nominalne vrednosti, se pravi, da je bila prodana s premijo.

Na sliki 10 je prikazan ustvarjen promet z obveznico v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003. Kot je razvidno iz slike, je bil le-ta v letu 2002 zelo skromen, in sicer je znašal samo 625,5 mio SIT. V letu 2002 se je z obveznico na borzi dejansko trgovalo le 31 dni, to je samo 12,6 odstotka vseh trgovalnih dni, kar pomeni, da je za obveznico RS18 značilna zelo nizka likvidnost.

Slika 10: Mesečni promet z obveznico RS18 v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003 v TSIT

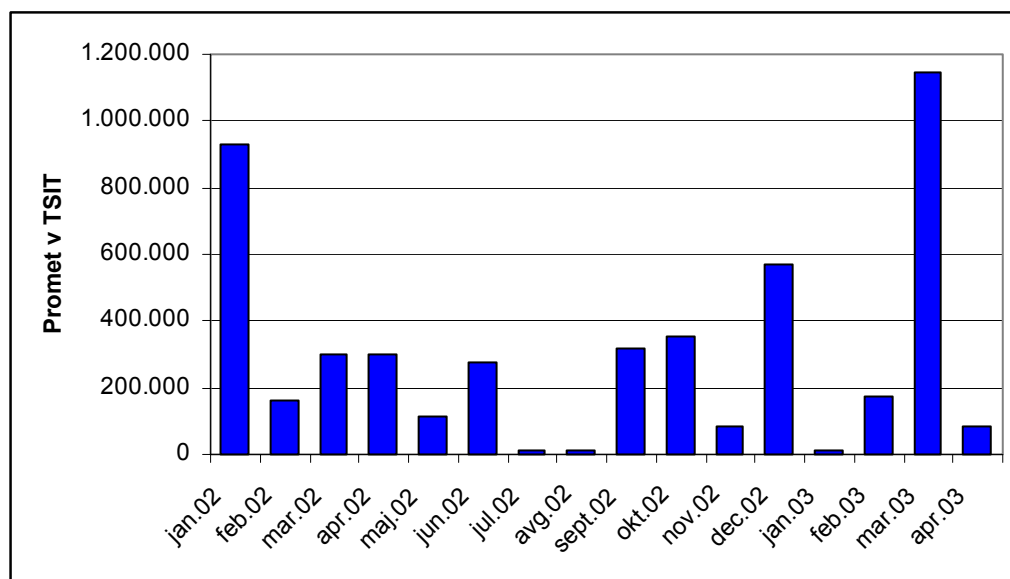


Vir: Ljubljanska borza, 2003.

Obveznica RS26 je dolgoročni dolžniški vrednostni papir, katere izdajatelj je Republika Slovenija, ki zanj tudi jamči. Izdana je bila z namenom financiranja proračuna Republike Slovenije. Je kuponska, imenska in nematerializirana obveznica z nominalno vrednostjo 100 EUR. Skupna nominalna vrednost celotne izdaje je 33.764.700 EUR. RS26 je desetletna obveznica, z datumom dospelja 1.6.2011. Obrestna mera je fiksna in znaša 5,375%. Obresti se izplačujejo enkrat letno in sicer 1. junija. Obveznica je denominirana v EUR, vendar se vse obveznosti izplačujejo v tolarjih. Izdana je bila 1.6.2001, v borzno kotacijo Ljubljanske borze pa se je uvrstila 14.6.2001. Povprečni donos ob izdaji je znašal 5,74%, kar pomeni, da je bil povprečni tečaj obveznice 97,28 odstotka nominalne vrednosti. Za razliko od obveznice RS18, je bila obveznica RS26 prodana z diskontom, se pravi, da je bila prodana po ceni nižji od nominalne vrednosti.

Slika 11 prikazuje ustvarjen promet z obveznico v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003. V letu 2002 je bilo z obveznico opravljenega za 3.437 mio SIT prometa. Dejansko se je z njo trgovalo 158 dni, kar predstavlja 64% v skupnem številu dni trgovanja na borzi, zato jo lahko uvrstimo med srednje likvidne obveznice.

Slika 11: Mesečni promet z obveznico RS26 v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003 v TSIT

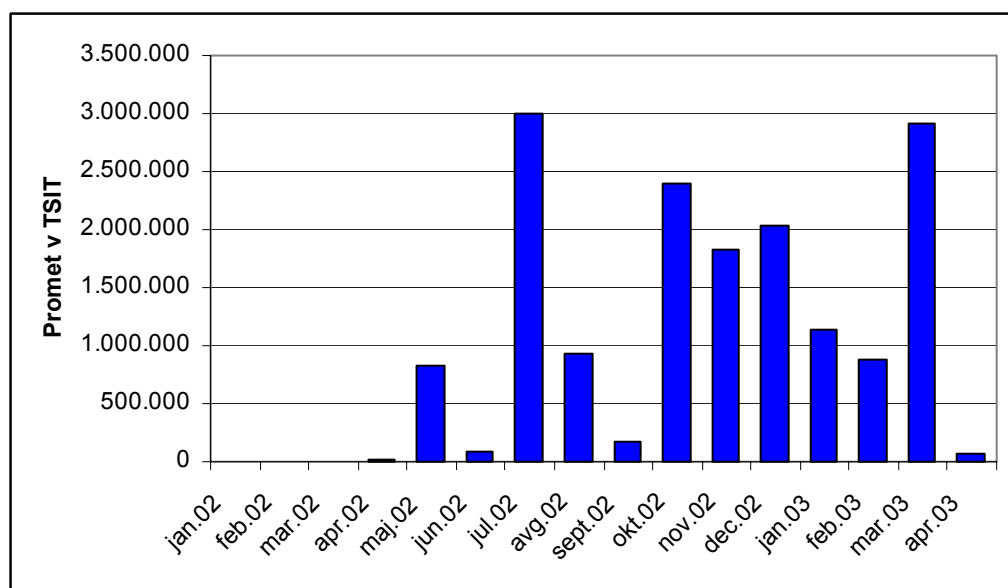


Vir: Ljubljanska borza, 2003.

Obveznica RS38 je dolgoročni dolžniški vrednostni papir, katerega izdajatelj je Republika Slovenija, ki zanj tudi jamči. Tako kot prejšnji dve je bila tudi ta izdana z namenom financiranja proračuna Republike Slovenije. Je kuponska, imenska in nematerializirana obveznica z nominalno vrednostjo 100 EUR. Skupna nominalna vrednost celotne izdaje je 100.000.000 EUR. Gre za petnajstletno obveznico, z datumom dospelja 19.4.2017. Obrestna mera je fiksna v višini 5,625% letno. Obresti se izplačujejo enkrat letno in sicer 19. aprila. Denominirana je v EUR, vse obveznosti pa se izplačujejo v tolarjih. Obveznica je bila izdana 19.4.2002, v borzno kotacijo Ljubljanske borze pa se je uvrstila 30.4.2002. Povprečni donos ob izdaji je bil 5,74%, kar pomeni, da je znašal povprečni tečaj obveznice 98,86 odstotka nominalne vrednosti. Tako kot obveznica RS26, je bila tudi obveznica RS38 prodana po ceni nižji od nominalne vrednosti, se pravi z diskontom.

Promet ustvarjen z obveznico v obdobju od aprila 2002 do aprila 2003 je prikazan na sliki 12. V letu 2002 je bila obveznica RS38 med najprometnejšimi z 11.280 mio SIT opravljenega prometa. Dejansko se je z obveznico trgovalo 115 dni, kar predstavlja 69,3% v skupnem številu dni trgovanja na borzi, zato se uvršča med srednje likvidne obveznice.

Slika 12: Mesečni promet z obveznico RS38 v obdobju od aprila 2002 do aprila 2003 v TSIT



Vir: Ljubljanska borza, 2003.

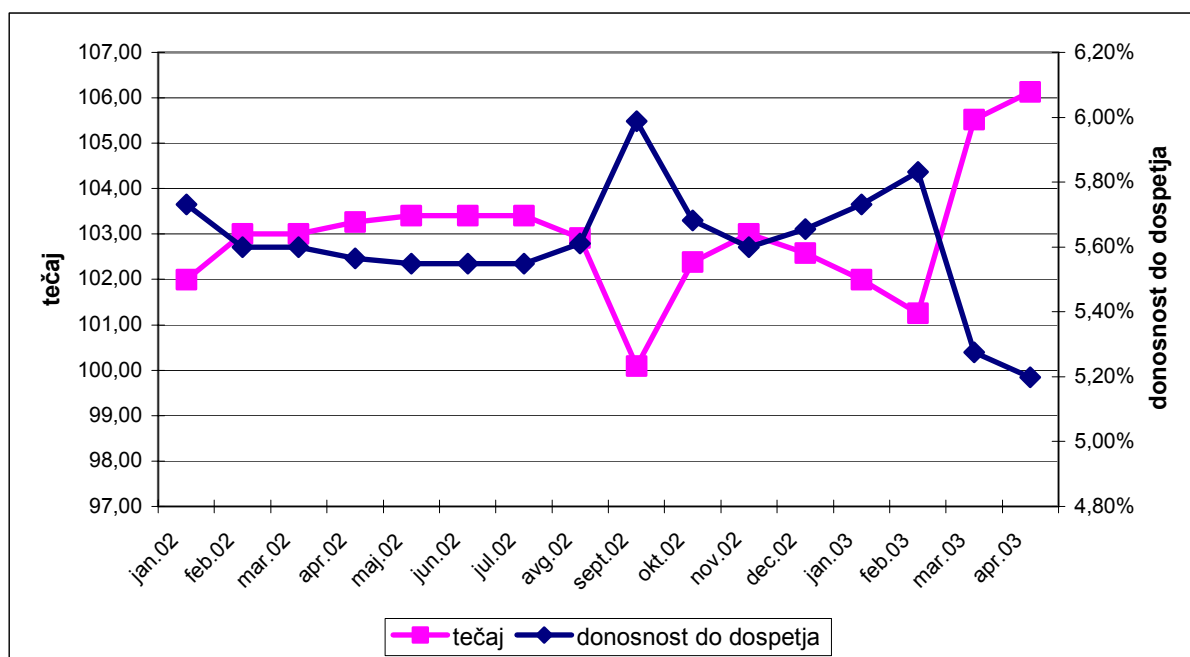
Celotni promet z vsemi obveznicami na Ljubljanski borzi pa je v letu 2002 dosegel 110,6 mrd SIT, kar je bilo za 114% več kot v letu 2001.

Značilnost vseh proučevanih obveznic je, da veljajo za relativno netvegane naložbe, saj gre za državne vrednostne papirje. Državne obveznice imajo najvišjo kakovost, ker ima država neomejene možnosti za njihovo odplačilo (npr. povišanje davkov, tiskanje denarja). Imetniki zatorej niso izpostavljeni kreditnemu tveganju oziroma tveganju nevrčila vloženih sredstev in neizplačilu obresti. Imajo pa te obveznice, zaradi manjšega tveganja investitorja, v splošnem nižjo donosnost od tistih, ki jih izdajajo podjetja. Ker so vse proučevane obveznice denominirane v EUR, obresti in glavnica pa se izplačujejo v tolarjih, so imetniki teh obveznic izpostavljeni tveganju spremembe deviznega tečaja. Prav tako so imetniki teh obveznic izpostavljeni tveganju spremembe tržne obrestne mere, katere vpliv na ceno obveznic bo v nadaljevanju podrobneje prikazan.

### 5.1 ANALIZA GIBANJA TEČAJEV IN DONOSNOSTI DO DOSPETJA PROUČEVANIH OBVEZNIC

V nadaljevanju bom prikazala gibanje povprečnih mesečnih tečajev in donosnosti do dospelja izbranih obveznic na Ljubljanski borzi od začetka leta 2002 do aprila 2003. Namen analize je prikazati trendna gibanja tečajev obveznic in njihovih donosnosti do dospelja v opazovanem obdobju.

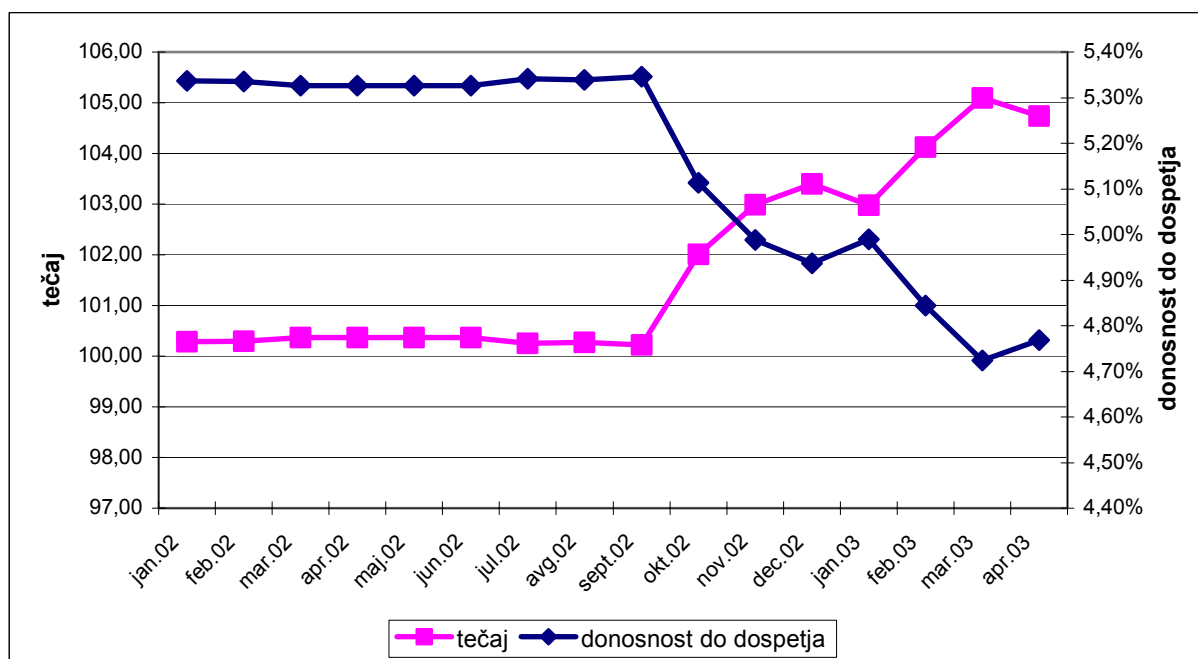
Slika 13: Gibanje povprečnega tečaja in donosnosti do dospelja obveznice RS18 v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003



Vir: Lastni izračuni na podlagi podatkov v tabeli 2 v prilogah.

Na sliki 13 je prikazano gibanje tečajev in donosnosti do dospelja obveznice RS18. V začetku proučevanega obdobja lahko opazimo porast tečaja obveznice za eno odstotno točko, in sicer iz 102,00 na 103,00 odstotke nominalne vrednosti obveznice. V naslednjih mesecih je bil tečaj relativno stabilen, ustalil se je na ravni okrog 103,00 odstotkov nominalne vrednosti. Donosnost do dospelja se je v tem obdobju gibala v višini približno 5,50%. Povprečni tečaj je v septembru močno padel in sicer na 100,10 odstotka nominalne vrednosti, donosnost do dospelja pa je narasla na 5,99%, kar je skoraj enako kuponski obrestni meri, to je 6,00%. Tečaj je v naslednjih dveh mesecih zopet narasel na 103,00 odstotke nominalne vrednosti. Sledil je negativen trend tečaja in pozitiven trend donosnosti do dospelja. Februarja je znašal povprečni tečaj 101,25 odstotka nominalne vrednosti, donosnost do dospelja pa 5,83%. V marcu 2003 je tečaj strmo narasel na 105,52 odstotka nominalne vrednosti. Rast tečaja se je nadaljevala tudi v aprilu, ko je znašal povprečni tečaj 106,13 odstotka nominalne vrednosti, donosnost do dospelja pa je padla na 5,20%, kar je bila v opazovanem obdobju tudi najnižja dosežena donosnost do dospelja.

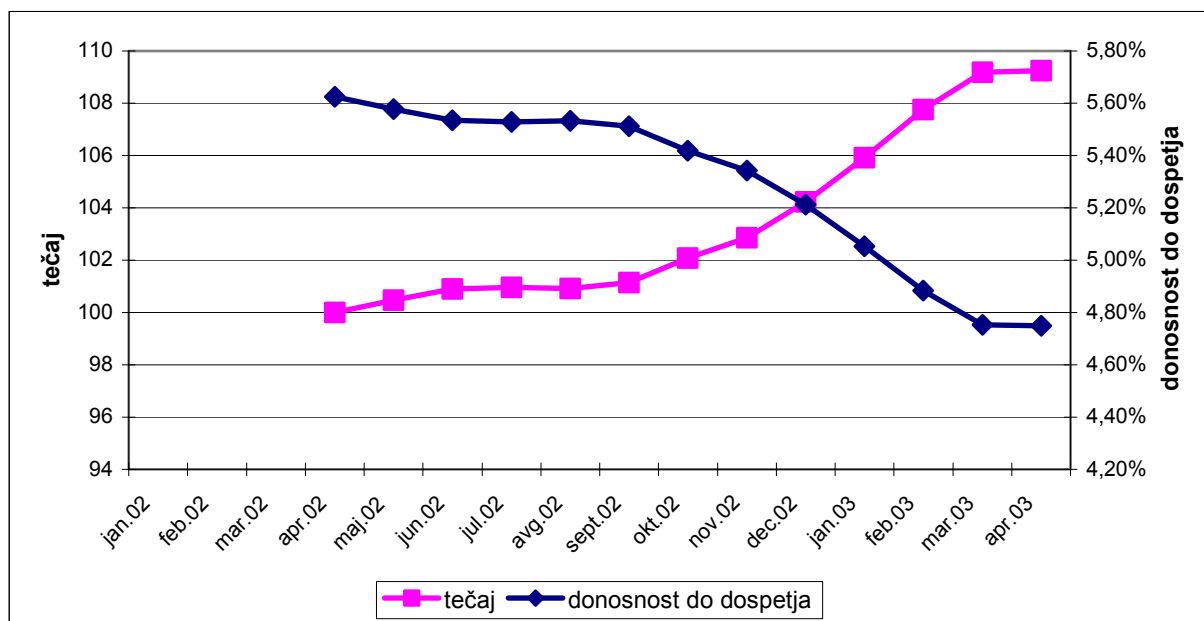
Slika 14: Gibanje povprečnega tečaja in donosnosti do dospelja obveznice RS26 v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003



Vir: Lastni izračuni na podlagi podatkov v tabeli 2 v prilogah.

Iz slike 14 je razvidno, da so bili tečaji obveznice RS26 v obdobju od januarja 2002 do septembra 2002 stabilizirani približno pri nominalni vrednosti. Posledično so bile donosnosti do dospelja vseskozi približno enake kuponski obrestni meri, kar pomeni, da so se gibale na ravni okrog 5,30%. V naslednjih treh mesecih je za obveznico značilen pozitiven trend tečaja, le-ta je narasel iz 100,22 na 103,40 odstotka nominalne vrednosti obveznice. Donosnost do dospelja je v tem obdobju padla na 4,94%. V januarju 2003 zasledimo rahel padec tečaja. V naslednjih dveh mesecih je tečaj zopet narasel, in sicer iz 102,98 na 105,09 odstotka nominalne vrednosti, donosnost do dospelja pa je padla iz 4,99% na 4,72%. V aprilu 2003 je tečaj ponovno padel tako, da je povprečni tečaj v tem mesecu znašal 104,74 odstotka nominalne vrednosti, donosnost do dospelja pa 4,77%.

Slika 15: Gibanje povprečnega tečaja in donosnosti do dospelja obveznice RS38 v obdobju od aprila 2002 do aprila 2003



Vir: Lastni izračuni na podlagi podatkov v tabeli 2 v prilogah.

Za obveznico RS38 je skoraj za celotno opazovano obdobje značilen pozitiven trend tečaja, zaradi česar so donosnosti do dospelja padale. Ker je bila obveznica izdana 19.4.2002, na Ljubljanski borzi pa je začela kotirati 30.4.2002, so v grafu prikazani podatki le za obdobje od aprila 2002 do marca 2003. Na zadnji trgovanjski dan v mesecu aprilu 2002 je bil tečaj obveznice enak nominalni vrednosti obveznice, zato je bila donosnost do dospelja enaka kuponjski obrestni meri, ki znaša 5,625%. V naslednjih treh mesecih je tečaj malo narasel tako, da je bil v juliju povprečni tečaj 100,96 odstotka nominalne vrednosti. V mesecu avgustu je tečaj malenkost padel, in sicer na 100,92 odstotka nominalne vrednosti. Sledilo je obdobje strmega naraščanja tečaja. Povprečni tečaj v mesecu aprilu 2003 je tako znašal kar 109,25 odstotka nominalne vrednosti, donosnost do dospelja pa je padla na raven 4,75%.

## 5.2 OCENA RELATIVNE SPREMEMBE CENE PROUČEVANIH OBVEZNIC S POMOČJO TRAJANJA IN KONVEKSNOŠTI

Že v predhodnem poglavju smo spoznali, da lahko s pomočjo trajanja in konveksnosti ugotovimo, kako določena sprememba tržne obrestne mere vpliva na spremembo cene obveznice na trgu. Sedaj bom skušala na praktičnem primeru dokazati, da je obveznica z daljšim trajanjem bolj občutljiva na spremembo obrestne mere. Trajanje nam tudi omogoča izločiti vpliv spremembe tržne obrestne mere na realiziran donos obveznice. Investitor se lahko zaščiti pred obrestnim tveganjem tako, da izenači trajanje obveznice s časovnim horizontom vlaganja v to obveznico.



V analizo sem vključila prej predstavljene državne obveznice, ki imajo različno dobo do dospelja, različno kuponsko stopnjo in različen povprečni donos ob izdaji. Za vse proučevane obveznice sem izračunala Macaulayevo trajanje, modificirano trajanje in konveksnost na dan izdaje obveznice. Pri izračunu sem za diskontno stopnjo uporabila povprečni donos ob izdaji. Ker so donosnosti do dospelja, kuponske obrestne mere in povprečni donosi ob izdaji proučevanih obveznic različni, sta tudi trajanje in konveksnost različna.

Obveznica RS18 ima Macaulayevo trajanje enako 7,82 let, modificirano trajanje 7,38 let, konveksnost pa 70,10. Macaulayevo trajanje RS26 je 7,96 let, modificirano trajanje 7,53 let in konveksnost 72,08. Obveznica RS38 pa ima Macaulayevo trajanje enako 10,49 let, modificirano trajanje 9,92 let in konveksnost 130,99. Na podlagi izračunov ugotovimo, da ima obveznica RS38 najdaljše trajanje, to je 10,49 let. Rezultat ni presenetljiv, saj ima ta obveznica najdaljšo dobo do dospelja. Ker pa so dolgoročne obveznice bolj izpostavljene negotovosti v prihodnosti, je njihovo trajanje daljše, posledično pa je obrestno tveganje teh obveznic večje.

Obveznici RS18 in RS26 imata sicer enako dobo do dospelja, vendar pa sta kuponski obrestni meri različni. Kuponska obrestna mera RS18 je 6,00%, RS26 pa 5,375%. Obveznica RS18 ima torej višjo kuponsko obrestno mero, kar za investitorje pomeni prejem večjih vmesnih denarnih tokov. To pa pomeni, da se njihovi vložki hitreje povrnejo, kar trajanje skrajša in posledično zmanjša obrestno tveganje.

Kot je bilo že ugotovljeno, pomeni daljše trajanje večjo občutljivost obveznice na spremembo obrestne mere. Zatorej lahko pričakujemo, da bo ob določeni spremembi obrestne mere, sprememba cene obveznice RS38 največja, RS18 pa najmanjša.

V nadaljevanju bom prikazala ocene spremembe cen proučevanih obveznic zaradi sprememb obrestnih mer oziroma zahtevanih donosnosti izračunane na podlagi trajanja in konveksnosti.

Tabela 2: Relativne spremembe cen na osnovi trajanja in konveksnosti pri različnih spremembah donosnosti do dospelja

| Sprememba donosnosti do dospelja v % |   | -5,00 | -4,00 | -3,00 | -2,00 | -1,00 | 1,00  | 2,00   | 3,00   | 4,00   | 5,00   |
|--------------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| RS18                                 | Dejanska sprememba cene v %                           | 47,53 | 36,06 | 25,68 | 16,28 | 7,75  | -7,05 | -13,46 | -19,31 | -24,65 | -29,53 |
|                                      | Sprememba cene na osnovi trajanja v %                 | 36,92 | 29,53 | 22,15 | 14,77 | 7,38  | -7,38 | -14,77 | -22,15 | -29,53 | -36,92 |
|                                      | Sprememba cene na osnovi trajanja in konveksnosti v % | 45,68 | 35,14 | 25,31 | 16,17 | 7,73  | -7,03 | -13,37 | -19,00 | -23,93 | -28,16 |
| RS26                                 | Dejanska sprememba cene v %                           | 48,56 | 36,82 | 26,21 | 16,61 | 7,90  | -7,18 | -13,71 | -19,66 | -25,09 | -30,04 |
|                                      | Sprememba cene na osnovi trajanja v %                 | 37,63 | 30,11 | 22,58 | 15,05 | 7,53  | -7,53 | -15,05 | -22,58 | -30,11 | -37,63 |
|                                      | Sprememba cene na osnovi trajanja in konveksnosti v % | 46,64 | 35,87 | 25,82 | 16,50 | 7,89  | -7,17 | -13,61 | -19,34 | -24,34 | -28,62 |
| RS38                                 | Dejanska sprememba cene v %                           | 71,06 | 52,64 | 36,65 | 22,74 | 10,61 | -9,29 | -17,46 | -24,64 | -30,99 | -36,60 |
|                                      | Sprememba cene na osnovi trajanja v %                 | 49,59 | 39,67 | 29,75 | 19,83 | 9,92  | -9,92 | -19,83 | -29,75 | -39,67 | -49,59 |
|                                      | Sprememba cene na osnovi trajanja in konveksnosti v % | 65,96 | 50,15 | 35,65 | 22,45 | 10,57 | -9,26 | -17,22 | -23,86 | -29,19 | -33,21 |

Vir: Lastni izračuni na podlagi podatkov v tabelah 1 in 2 v prilogah.

Pri medsebojni primerjavi proučevanih obveznic ugotovimo, da je obveznica RS38 najbolj, RS18 pa najmanj cenovno občutljiva na spremembe obrestnih mer. Predpostavimo sedaj zmanjšanje obrestne mere za tri odstotne točke. Cena RS18 se dejansko poveča za 25,68%, RS26 za 26,21% in RS38 za 36,65%.

Poglejmo sedaj kakšne relativne spremembe cene dobimo na podlagi trajanja. Pri zmanjšanju obrestne mere za tri odstotne točke se cena obveznice RS18 poveča za 22,15%, RS26 za 22,58% in RS38 za 29,75%. Vidimo torej, da je povečanje cene ocenjeno na podlagi trajanja manjše kot dejansko. Približek trajanja torej podceni dejansko ceno. Razlog je v konveksnem odnosu med ceno in donosnostjo, ki ga trajanje ne upošteva, zato je potrebno za natančnejše napovedi spremembe cen v izračun vključiti še konveksnost.

Ob uporabi trajanja in konveksnosti pa lahko za obveznico RS18 napovemo 25,31%, za RS26 25,82% in za RS38 35,65% povečanje cene ob padcu obrestne mere za tri odstotne točke.

Če te ocene spremembe cen primerjamo z dejanskimi spremembami, ugotovimo, da na osnovi trajanja in konveksnosti izračunane spremembe cen kar dobro odsevajo dejanske spremembe cen. Kot bo prikazano v nadaljevanju, nam dajeta trajanje in konveksnost še boljše ocene v primeru majhnih sprememb obrestnih mer.

Poglejmo sedaj kako majhna sprememba obrestne mere, na primer povečanje za odstotno točko vpliva na cene proučevanih obveznic. Ob povečanju obrestne mere za odstotno točko lahko na podlagi trajanja in konveksnosti napovemo zmanjšanje cene obveznice RS18 za 7,03%, RS26 za 7,17% in RS38 za 9,26%. Dejansko pa se cena obveznice RS18 zmanjša za 7,05%, RS26 za 7,18% in RS38 za 9,29%.

Rezultati teh izračunov potrjujejo dejstvo, da je ocena relativne spremembe cene izračunana na osnovi trajanja in konveksnosti zelo dober približek dejanskih sprememb cene za majhne spremembe obrestnih mer. Kot vidimo prihaja do razlik šele na drugem decimalnem mestu. Zaključimo lahko torej, da sta trajanje in konveksnost dobri merili za ocenjevanje sprememb cen obveznic zaradi sprememb obrestnih mer.

Za investitorja je pomembna donosnost, ki jo doseže v naložbenem obdobju, se pravi v času, ko ima premoženje naloženo v vrednostni papir (npr. obveznico). Če v tem obdobju ne pride do sprememb obrestne mere, je donosnost v naložbenem obdobju enaka donosnosti do dospelja ob nakupu obveznice. Ker pa je verjetnost, da se obrestne mere v času naložbe ne spremenijo zelo majhna, je investitorju donosnost znana šele ob prodaji obveznice.

Investitor, ki želi poznati donosnost obveznic že vnaprej, ne glede na prihodnje gibanje obrestnih mer, mora izenačiti naložbeno obdobje z dolžino trajanja obveznice. Na ta način investitor imunizira oziroma zaščiti naložbo pred spremembami obrestnih mer. Le tako donosnost v naložbenem obdobju ne bo odvisna od sprememb obrestnih mer.

Tako lahko na primer za obveznico RS38, katere trajanje znaša 10,49 let trdimo, da v primeru, ko želimo 5,74% donosnost do dospelja zadržimo obveznico 10 let in 178 dni in jo nato prodamo. Ne glede na spremembe obrestnih mer, bomo z izplačanimi kuponi v naložbenem obdobju in z izkupičkom od prodaje dosegli donosnost enako donosnosti, s pomočjo katere smo trajanje izračunali, to je 5,74%. Če torej našo obveznico po času trajanja, to je po 10 letih in 178 dneh od datuma izdaje prodamo, nismo izpostavljeni obrestnemu tveganju, saj se v tem primeru tveganje reinvestiranja in cenovno tveganje ravno izničita.

## **SKLEP**

Tveganje spremembe obrestne mere predstavlja možno variabilnost donosnosti finančnega instrumenta, ki jo povzročijo nepričakovane spremembe obrestne mere. Ker se obrestna mera na trgu kapitala zaradi različnih dejavnikov ves čas spreminja, je investitor ves čas izpostavljen tveganju, da bo njegov donos drugačen od pričakovanega.

Investitor je tako v času naložbe izpostavljen tveganju reinvestiranja, saj zaradi morebitne spremembe obrestne mere ne bo mogel reinvestirati pridobljenih donosov po vnaprej pričakovani obrestni meri. V primeru, da želi investitor obveznico prodati pred dospeljem je izpostavljen še cenovnemu tveganju oziroma tveganju spremembe tržne vrednosti obveznice zaradi spremembe obrestne mere.

Trajanje oziroma povprečni čas vezave predstavlja enega izmed uspešnih načinov dolgoročnega vlaganja kapitala v obveznice, ki investitorjem omogoča, da pod določenimi predpostavkami poznajo donosnost obveznic že vnaprej, ne glede na prihodnje gibanje obrestnih mer na trgu kapitala. Pove nam, koliko so v povprečju obljubljeni denarni zneski oddaljeni od sedanjega trenutka.

Trajanje nam tudi pove, koliko časa moramo imeti v lasti obveznico, in po tem času jo lahko prodamo, da bo donosnost te naložbe enaka njeni donosnosti do dospelja, to je donosnosti s pomočjo katere smo izračunali trajanje. Če obveznico po času trajanja prodamo, se tveganje reinvestiranja in cenovno tveganje ravno kompenzirata. Kar pomeni, da ravno toliko dobimo (izgubimo) na tečajni vrednosti obveznice, kolikor izgubimo (dobimo) od takrat naprej do dospelja obveznice zaradi nižje (višje) tržne obrestne mere, po kateri reinvestiramo izkupiček od prodaje obveznice.

Ko je naložbeno obdobje enako dolžini trajanja obveznice, donosnost v naložbenem obdobju ni odvisna od sprememb obrestne mere. V takem primeru pravimo, da je naložba imunizirana, saj ni izpostavljena tveganju spremembe obrestne mere.

Koncept trajanja je na razvitih finančnih trgih tudi najpogosteje uporabljeno merilo za ocenjevanje odstotnih sprememb cene obveznice pri določenih spremembah tržnih obrestnih mer. Predstavlja popolnejšo mero cenovne občutljivosti obveznic na spremembo obrestnih mer kot dospelost, saj upošteva časovno razporeditev vseh denarnih tokov do dospelosti finančnega instrumenta, to je poleg glavnice tudi izplačilo obresti.

Vendar pa nam uporaba trajanja v primeru velikih sprememb v obrestnih merah ne da zadovoljivega rezultata glede spremembe cene obveznice, kajti približek trajanja vedno podceni dejansko ceno. Tako je ob povečanju tržne obrestne mere oziroma donosnosti, na podlagi trajanja ocenjen padec cene obveznice večji kot je dejanski. V primeru padca tržne obrestne mere, pa je na podlagi trajanja izračunano povečanje cene manjše od dejanskega. Razlog za takšne rezultate je v dejstvu, da trajanje ne upošteva konveksnega odnosa med ceno obveznice in njeno obrestno mero oziroma donosnostjo.

Trajanje predpostavlja linearen odnos med obrestno mero in ceno obveznice oziroma ravno krivuljo donosnosti ter vzporeden premik krivulje ob spremembi obrestne mere. Zaradi teh pomanjkljivosti je potrebno zlasti v primeru večjih sprememb obrestnih mer uporabiti še merilo konveksnosti. Z uporabo le tega dobimo natančnejše ocene relativne spremembe cene obveznic.

Na podlagi praktične uporabe trajanja na primeru obveznic Republike Slovenije lahko potrdim dejstvo, da se trajanje z dospelostjo obveznic daljša in krajša z večanjem kuponske obrestne mere. Obveznica z daljšo dospelostjo ima tako daljše trajanje, saj je le-ta izpostavljena večji negotovosti v prihodnosti, posledično je večje tudi njeno obrestno tveganje. Odnos med trajanjem in kuponsko obrestno mero pa je obratno sorazmeren, kar pomeni, da ima obveznica z višjo kuponsko obrestno mero krajše trajanje. Razlog je v tem, da višja kuponska obrestna mera pomeni večje prejete vmesne denarne tokove in hitreje povrnjene vložke investitorjev, zato je obrestno tveganje teh obveznic manjše. Prav tako trajanje pada z naraščajočo zahtevano donosnostjo oziroma donosnostjo do dospelja, saj višje zahtevane donosnosti bolj diskontirajo poznejše denarne tokove in zmanjšujejo njihovo relativno pomembnost v primerjavi z zgodnejšimi denarnimi tokovi.

Če se želimo izogniti tveganju spremembe obrestne mere ter želimo poznati donosnost obveznic že vnaprej, ne glede na prihodnje gibanje obrestnih mer na trgu kapitala, moramo naložbeno obdobje izenačiti z dolžino trajanja obveznice.

## LITERATURA

1. Bodie Zvie, Kane Alex, Marcus Alan J.: Investments. Fourth edition. Boston : Irwin/McGraw Hill, 1999. 967 str.
2. Božič Katja: Obrestne mere na slovenskem finančnem trgu. Diplomsko delo. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1999. 127 str.
3. Čibej Jože Andrej: Imunizacija. Bančni vestnik, Ljubljana, 48(1999), 11, str. 19-20.
4. Čibej Jože Andrej: Konveksnost. Bančni vestnik, Ljubljana, 48(1999), 11, str. 26-28.
5. Čibej Jože Andrej: Trajanje (duration) obveznic: matematično ozadje. Bančni vestnik, Ljubljana, 48(1999), 9, str. 21-25.
6. Fabozzi Frank J., Modigliani Franco: Capital Markets, Institutions and Instruments. New Jersey : Prentice-Hall International, Inc., 1992. 726 str.
7. Fabozzi Frank J.: Bond Markets, Analysis and Strategies. Fourth edition. New Jersey : Prentice Hall Inc., 2000. 606 str.
8. Francis Jack Clark, Wolf Avner Simon: The Handbook of Interest Rate Risk Management. Burr Ridge : Irwin, 1994. 832 str.
9. Gardner Mona J., Mills Dixie L.: Managing Financial Institutions. Second edition. Washington: American Bankers Association, 1991. 910 str.
10. Haugen Robert A.: Modern Investment Theory. Third edition. New Jersey : Prentice-Hall International, Inc., 1993. 730 str.
11. Holden Craig W.: Spreadsheet Modeling in Investments. New Jersey : Prentice Hall, 2002. 59 str.
12. Homer Sidney, Leibowitz Martin L.: Inside the Yield Book. New Tools for Bond Market Strategy. New York : Prentice-Hall, Inc., 1972. 205 str.
13. Kaufman George G., Bierwag G. O., Toevs Alden: Innovations in Bond Portfolio Management : Duration Analysis and Immunization. London : JAI Press, 1983. 363 str.
14. Kidwell David S.: Financial Institutions, Markets and Money. Chicago : Dryden Press, 1987. 710 str.
15. Livingston G. Douglas: Yield Curve Analysis. The Fundamentals of Risk and Return. New York : New York Institute of Finance, 1988. 622 str.
16. Mishkin Frederic S.: The Economics of Money, Banking, and Financial Markets. Boston : Little, Brown and Co., 1986. 731 str.
17. Mramor Dušan: Poglavja iz poslovnih financ. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1994. 125 str.
18. Pirtovšek Matej: Merjenje tveganja spremembe obrestne mere (1). Bančni vestnik, Ljubljana, 48(1999), 3, str. 34-37.
19. Pirtovšek Matej: Merjenje tveganja spremembe obrestne mere (2). Bančni vestnik, Ljubljana, 48(1999), 4, str. 29-33.

20. Pirtovšek Matej: Merjenje tveganja spremembe obrestne mere (3). Bančni vestnik, Ljubljana, 48(1999), 5, str. 30-35.
21. Prohaska Zdenko: Finančni trgi. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1999. 205 str.
22. Prohaska Zdenko: Nacionalni trgi in mednarodni trg kapitala. Doktorska disertacija. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1990. 321 str., 112 pril.
23. Prohaska Zdenko: Trajanje (duration) obveznic. Bančni vestnik, Ljubljana, 42(1993), 4, str. 38-41.
24. Prohaska Zdenko: Uvod v finančne trge. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1994. 143 str.
25. Ribnikar Ivan: Nominalna ali denarna in realna obrestna mera, raziskovalna naloga. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1984. 8 str.
26. Ribnikar Ivan: Trajanje. Bančni vestnik, Ljubljana, 42(1993), 4, str. 42-43.
27. Saunders Anthony: Financial Institutions Management : A Modern Perspective. Boston : Irwin/McGraw Hill, 2000. 742 str.
28. Winkelmann Kurt: Uses and Abuses of Duration and Convexity. Financial Analysts Journal, sept.-okt.(1989), str. 72-75.

## **VIRI**

1. Banka Slovenije. [URL: <http://www.bsi.si/html/publikacije/>], 15.3.2003.
2. Bilten Banke Slovenije. Ljubljana : Banka Slovenije, 12(2003), 2, 103 str.
3. Ljubljanska borza. [URL: <http://www.ljse.si/StrSlo/DirektSk/trgUrTec.htm>], 5.5.2003.
4. Ministrstvo za finance Republike Slovenije. [URL: [http://www.sigov.si/mf/slov/obvezn/izracun\\_min\\_don.htm](http://www.sigov.si/mf/slov/obvezn/izracun_min_don.htm)], 10.2.2003.

## **SLOVARČEK KRATIC**

|      |                     |
|------|---------------------|
| d.e. | denarne enote       |
| EUR  | evro                |
| mio  | milijon             |
| RS   | Republika Slovenija |
| TSIT | tisoč tolarjev      |

## **SLOVARČEK SLOVENSКИH PREVODOV TUJIH IZRAZOV**

Current Yield – tekoča donosnost

Duration – trajanje

Maturity – dospelost

Term Structure of Interest Rates - časovna struktura obrestnih mer

Yield to Call – donosnost do odpoklica

Yield to Maturity – donosnost do dospelja

Zero-Coupon Bond – brezkuponska obveznica



## PRILOGE

Tabela 1: Enotni tečaj v % in promet v TSIT obveznic RS18, RS26 in RS38 v obdobju od januarja 2002 do aprila 2003

| Datum     | RS18             |               | RS26             |               | RS38             |               |
|-----------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
|           | Enotni tečaj v % | Promet v TSIT | Enotni tečaj v % | Promet v TSIT | Enotni tečaj v % | Promet v TSIT |
| 03-jan-02 | 102,00           | 45            | 100,00           | 620           |                  |               |
| 04-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,14           | 207.892       |                  |               |
| 07-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,59           | 11.143        |                  |               |
| 08-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,21           | 321.569       |                  |               |
| 09-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,25           | 83.367        |                  |               |
| 10-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,28           | 1.557         |                  |               |
| 11-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,30           | 19.553        |                  |               |
| 14-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,30           | 0             |                  |               |
| 15-jan-02 | 102,00           | 68            | 100,22           | 55.742        |                  |               |
| 16-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,22           | 645           |                  |               |
| 17-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,21           | 12.324        |                  |               |
| 18-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,20           | 356           |                  |               |
| 21-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,20           | 0             |                  |               |
| 22-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,48           | 846           |                  |               |
| 23-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,53           | 1.430         |                  |               |
| 24-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,39           | 94.290        |                  |               |
| 25-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,50           | 7.485         |                  |               |
| 28-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,21           | 10.251        |                  |               |
| 29-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,27           | 102.776       |                  |               |
| 30-jan-02 | 102,00           | 0             | 100,27           | 0             |                  |               |
| 31-jan-02 | 102,00           | 23            | 100,27           | 0             |                  |               |
| 01-feb-02 | 102,00           | 0             | 100,20           | 19.627        |                  |               |
| 04-feb-02 | 102,00           | 0             | 100,20           | 0             |                  |               |
| 05-feb-02 | 102,00           | 0             | 100,31           | 19.657        |                  |               |
| 06-feb-02 | 102,00           | 0             | 100,37           | 8.628         |                  |               |
| 07-feb-02 | 103,01           | 459           | 100,33           | 1.832         |                  |               |
| 11-feb-02 | 103,01           | 0             | 100,20           | 18.617        |                  |               |
| 12-feb-02 | 103,01           | 0             | 100,40           | 4.989         |                  |               |
| 13-feb-02 | 103,01           | 0             | 100,40           | 48.725        |                  |               |
| 14-feb-02 | 103,50           | 4.776         | 100,30           | 1.341         |                  |               |
| 15-feb-02 | 103,50           | 0             | 100,40           | 448           |                  |               |
| 18-feb-02 | 103,50           | 162.390       | 100,40           | 202           |                  |               |
| 19-feb-02 | 103,50           | 0             | 100,40           | 0             |                  |               |
| 20-feb-02 | 103,50           | 0             | 100,30           | 983           |                  |               |
| 21-feb-02 | 103,50           | 0             | 100,40           | 2.240         |                  |               |
| 22-feb-02 | 103,50           | 0             | 100,20           | 35.637        |                  |               |
| 25-feb-02 | 103,50           | 0             | 100,20           | 0             |                  |               |
| 26-feb-02 | 103,00           | 69            | 100,10           | 201           |                  |               |

|           |        |       |        |         |        |         |
|-----------|--------|-------|--------|---------|--------|---------|
| 27-feb-02 | 103,00 | 0     | 100,11 | 201     |        |         |
| 28-feb-02 | 103,00 | 0     | 100,40 | 292     |        |         |
| 01-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,40 | 0       |        |         |
| 04-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,40 | 0       |        |         |
| 05-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,40 | 0       |        |         |
| 06-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,12 | 30.577  |        |         |
| 07-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,40 | 192.159 |        |         |
| 08-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,40 | 0       |        |         |
| 11-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,40 | 0       |        |         |
| 12-mar-02 | 103,00 | 691   | 100,39 | 6.804   |        |         |
| 13-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,39 | 5.818   |        |         |
| 14-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,39 | 7.458   |        |         |
| 15-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,39 | 0       |        |         |
| 18-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,39 | 0       |        |         |
| 19-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,39 | 4.495   |        |         |
| 20-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,39 | 0       |        |         |
| 21-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,39 | 0       |        |         |
| 22-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,36 | 2.877   |        |         |
| 25-mar-02 | 103,00 | 831   | 100,40 | 30.587  |        |         |
| 26-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,40 | 14.621  |        |         |
| 27-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,40 | 6.052   |        |         |
| 28-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,31 | 157     |        |         |
| 29-mar-02 | 103,00 | 0     | 100,31 | 0       |        |         |
| 02-apr-02 | 103,00 | 0     | 100,35 | 922     |        |         |
| 03-apr-02 | 103,00 | 0     | 100,33 | 18.562  |        |         |
| 04-apr-02 | 103,00 | 0     | 100,35 | 70.625  |        |         |
| 05-apr-02 | 103,20 | 6.205 | 100,37 | 11.258  |        |         |
| 08-apr-02 | 103,20 | 0     | 100,37 | 8.805   |        |         |
| 09-apr-02 | 103,20 | 0     | 100,36 | 7.634   |        |         |
| 10-apr-02 | 103,20 | 0     | 100,40 | 2.433   |        |         |
| 11-apr-02 | 103,20 | 0     | 100,39 | 12.846  |        |         |
| 12-apr-02 | 103,20 | 0     | 100,39 | 9.444   |        |         |
| 15-apr-02 | 103,20 | 0     | 100,39 | 23.197  |        |         |
| 16-apr-02 | 103,20 | 0     | 100,39 | 4.780   |        |         |
| 17-apr-02 | 103,20 | 0     | 100,39 | 0       |        |         |
| 18-apr-02 | 103,45 | 837   | 100,40 | 451     |        |         |
| 19-apr-02 | 103,45 | 0     | 100,02 | 19.912  |        |         |
| 22-apr-02 | 103,45 | 0     | 100,35 | 7.638   |        |         |
| 23-apr-02 | 103,40 | 581   | 100,40 | 25.495  |        |         |
| 24-apr-02 | 103,40 | 0     | 100,40 | 19.181  |        |         |
| 25-apr-02 | 103,40 | 0     | 100,45 | 9.991   |        |         |
| 26-apr-02 | 103,40 | 0     | 100,45 | 34.776  |        |         |
| 29-apr-02 | 103,39 | 23    | 100,45 | 9.237   |        |         |
| 30-apr-02 | 103,39 | 0     | 100,34 | 1.512   | 100,00 | 20.239  |
| 06-maj-02 | 103,39 | 0     | 100,34 | 0       | 100,00 | 34.556  |
| 07-maj-02 | 103,39 | 0     | 100,45 | 2.193   | 100,20 | 180.424 |
| 08-maj-02 | 103,39 | 0     | 100,45 | 226     | 100,40 | 36.340  |
| 09-maj-02 | 103,40 | 582   | 100,45 | 678     | 100,21 | 50.388  |

|           |        |     |        |         |        |         |
|-----------|--------|-----|--------|---------|--------|---------|
| 10-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,45 | 20.514  | 100,40 | 14.264  |
| 13-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,45 | 0       | 100,40 | 0       |
| 14-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,45 | 0       | 99,06  | 11.156  |
| 15-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,45 | 0       | 101,00 | 40.478  |
| 16-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,41 | 3.235   | 101,00 | 8.420   |
| 17-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,45 | 6.677   | 101,00 | 0       |
| 20-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,45 | 0       | 101,00 | 157.112 |
| 21-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,44 | 76.724  | 101,00 | 0       |
| 22-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,44 | 0       | 101,00 | 0       |
| 23-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,44 | 0       | 101,00 | 29.646  |
| 24-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 91      | 100,40 | 95.815  |
| 27-maj-02 | 103,40 | 0   | 99,90  | 1.577   | 100,40 | 148.048 |
| 28-maj-02 | 103,40 | 466 | 99,90  | 0       | 100,40 | 0       |
| 29-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,39 | 362     | 100,40 | 4.939   |
| 30-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,39 | 0       | 99,06  | 738     |
| 31-maj-02 | 103,40 | 0   | 100,30 | 1.607   | 101,00 | 20.716  |
| 03-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,30 | 0       | 101,20 | 11.840  |
| 04-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 9.835   | 101,20 | 9.082   |
| 05-jun-02 | 103,40 | 233 | 100,40 | 0       | 101,20 | 0       |
| 06-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,29 | 9.216   | 99,06  | 984     |
| 07-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 1.995   | 101,00 | 730     |
| 10-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,30 | 4.553   | 100,21 | 3.010   |
| 11-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,20 | 294     | 100,21 | 0       |
| 12-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 8.367   | 101,00 | 5.270   |
| 13-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 39.701  | 101,00 | 45.640  |
| 14-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 7.078   | 101,00 | 0       |
| 17-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 9.111   | 101,00 | 0       |
| 18-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 162.348 | 101,00 | 0       |
| 19-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,00 | 0       |
| 20-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,39 | 2.519   | 101,00 | 0       |
| 21-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 7.946   | 101,20 | 3.890   |
| 24-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,20 | 0       |
| 26-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,20 | 0       |
| 27-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 9.881   | 101,20 | 0       |
| 28-jun-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 2.953   | 101,20 | 1.145   |
| 01-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,20 | 0       |
| 02-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,20 | 0       |
| 03-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,20 | 0       |
| 04-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,10 | 572     |
| 05-jul-02 | 103,40 | 468 | 100,40 | 0       | 101,10 | 0       |
| 08-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,10 | 0       |
| 09-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,10 | 0       |
| 10-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,10 | 0       |
| 11-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,10 | 0       |
| 12-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,10 | 0       |
| 15-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,10 | 0       |
| 16-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,10 | 527.369 |
| 17-jul-02 | 103,40 | 0   | 100,40 | 0       | 101,10 | 192.161 |

|            |        |         |        |        |        |         |
|------------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|
| 18-jul-02  | 103,40 | 0       | 100,00 | 91     | 100,99 | 176.773 |
| 19-jul-02  | 103,40 | 0       | 100,00 | 0      | 100,21 | 401.104 |
| 22-jul-02  | 103,40 | 0       | 100,00 | 204    | 100,21 | 0       |
| 23-jul-02  | 103,40 | 0       | 100,00 | 159    | 100,76 | 218.587 |
| 24-jul-02  | 103,40 | 0       | 100,00 | 0      | 100,50 | 353.017 |
| 25-jul-02  | 103,40 | 0       | 99,97  | 1.906  | 101,09 | 579.726 |
| 26-jul-02  | 103,40 | 0       | 99,91  | 975    | 101,09 | 0       |
| 29-jul-02  | 103,40 | 0       | 99,99  | 10.076 | 101,00 | 504     |
| 30-jul-02  | 103,40 | 352     | 100,40 | 251    | 101,00 | 475.225 |
| 31-jul-02  | 103,40 | 268.508 | 100,40 | 0      | 100,70 | 69.615  |
| 01-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,40 | 0      | 100,70 | 45.730  |
| 02-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,40 | 296    | 99,51  | 165.715 |
| 05-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,40 | 593    | 99,51  | 34.375  |
| 06-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,40 | 7.343  | 99,51  | 67.327  |
| 07-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,40 | 0      | 100,70 | 9.151   |
| 08-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,40 | 0      | 101,00 | 79.598  |
| 09-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,40 | 0      | 101,15 | 2.138   |
| 12-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,40 | 0      | 101,15 | 0       |
| 13-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,20 | 1.093  | 101,15 | 10.822  |
| 14-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,20 | 0      | 101,15 | 0       |
| 16-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,20 | 0      | 101,15 | 0       |
| 19-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,20 | 0      | 101,40 | 9.223   |
| 20-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,20 | 0      | 101,40 | 224.586 |
| 21-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,20 | 0      | 101,39 | 9.224   |
| 22-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,20 | 0      | 101,40 | 1.153   |
| 23-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,20 | 0      | 100,01 | 35.210  |
| 26-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,20 | 0      | 101,39 | 4.153   |
| 27-avg-02  | 103,40 | 0       | 100,20 | 0      | 101,39 | 0       |
| 28-avg-02  | 100,00 | 46      | 100,20 | 0      | 101,39 | 0       |
| 29-avg-02  | 100,00 | 0       | 100,20 | 0      | 101,40 | 118.883 |
| 30-avg-02  | 100,00 | 0       | 100,20 | 0      | 101,40 | 115.442 |
| 02-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,11 | 1.140  | 101,40 | 0       |
| 03-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,20 | 411    | 100,50 | 32.129  |
| 04-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,20 | 1.484  | 100,50 | 3.892   |
| 05-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,20 | 0      | 100,00 | 2.536   |
| 06-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,20 | 0      | 100,01 | 3.646   |
| 09-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,20 | 0      | 100,01 | 0       |
| 10-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,20 | 0      | 100,01 | 1.937   |
| 11-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,24 | 457    | 101,00 | 2.210   |
| 12-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,24 | 0      | 101,00 | 0       |
| 13-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,24 | 0      | 101,00 | 0       |
| 16-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,24 | 0      | 101,40 | 60.702  |
| 17-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,24 | 686    | 100,50 | 115     |
| 18-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,24 | 0      | 101,39 | 23.472  |
| 19-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,24 | 1.006  | 101,39 | 0       |
| 20-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,24 | 0      | 100,60 | 21.964  |
| 23-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,24 | 297    | 102,20 | 12.384  |
| 24-sept-02 | 100,00 | 0       | 100,24 | 0      | 102,20 | 0       |

|            |        |       |        |         |        |         |
|------------|--------|-------|--------|---------|--------|---------|
| 25-sept-02 | 100,00 | 0     | 100,24 | 0       | 102,20 | 0       |
| 26-sept-02 | 100,00 | 0     | 100,22 | 1.944   | 102,20 | 0       |
| 27-sept-02 | 100,00 | 0     | 100,22 | 0       | 102,20 | 0       |
| 30-sept-02 | 102,00 | 466   | 100,22 | 310.209 | 102,20 | 0       |
| 01-okt-02  | 102,00 | 0     | 100,22 | 0       | 101,50 | 904     |
| 02-okt-02  | 102,00 | 2.096 | 100,22 | 0       | 101,50 | 0       |
| 03-okt-02  | 102,00 | 0     | 100,22 | 0       | 101,50 | 0       |
| 04-okt-02  | 102,00 | 0     | 100,22 | 0       | 101,50 | 0       |
| 07-okt-02  | 102,00 | 186   | 102,00 | 1.701   | 102,00 | 14.379  |
| 08-okt-02  | 102,00 | 0     | 102,00 | 0       | 102,00 | 0       |
| 09-okt-02  | 102,00 | 0     | 101,76 | 581     | 102,00 | 0       |
| 10-okt-02  | 102,00 | 0     | 102,90 | 4.163   | 102,00 | 0       |
| 11-okt-02  | 102,00 | 0     | 102,90 | 0       | 102,00 | 0       |
| 14-okt-02  | 102,00 | 0     | 103,00 | 261.041 | 102,00 | 0       |
| 15-okt-02  | 102,00 | 0     | 103,00 | 0       | 102,00 | 466.932 |
| 16-okt-02  | 102,00 | 0     | 102,00 | 1.166   | 102,50 | 353.219 |
| 17-okt-02  | 102,00 | 0     | 103,00 | 47      | 101,00 | 58.405  |
| 18-okt-02  | 103,00 | 353   | 103,00 | 1.579   | 102,40 | 74.592  |
| 21-okt-02  | 102,90 | 3.296 | 103,00 | 78.545  | 102,20 | 40.977  |
| 22-okt-02  | 102,90 | 0     | 102,00 | 4.504   | 102,30 | 114.414 |
| 23-okt-02  | 102,90 | 0     | 102,00 | 486     | 102,50 | 925.399 |
| 24-okt-02  | 102,90 | 0     | 102,00 | 0       | 102,50 | 0       |
| 25-okt-02  | 102,90 | 0     | 102,00 | 0       | 102,56 | 30.024  |
| 28-okt-02  | 102,90 | 0     | 102,80 | 424     | 102,50 | 42.568  |
| 29-okt-02  | 103,00 | 47    | 102,00 | 304     | 102,85 | 252.993 |
| 30-okt-02  | 103,00 | 0     | 102,00 | 0       | 102,52 | 16.732  |
| 04-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,00 | 283     | 102,51 | 663.633 |
| 05-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,00 | 0       | 102,60 | 7.920   |
| 06-nov-02  | 103,00 | 0     | 104,00 | 143     | 102,80 | 63.004  |
| 07-nov-02  | 103,00 | 0     | 101,00 | 69      | 102,80 | 12.375  |
| 08-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,00 | 661     | 102,76 | 45.087  |
| 11-nov-02  | 103,00 | 0     | 101,00 | 695     | 102,79 | 59.980  |
| 12-nov-02  | 103,00 | 0     | 102,25 | 1.238   | 102,69 | 6.733   |
| 13-nov-02  | 103,00 | 0     | 102,25 | 422     | 102,70 | 84.746  |
| 14-nov-02  | 103,00 | 0     | 102,55 | 73.180  | 102,50 | 705     |
| 15-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,00 | 591     | 102,55 | 99.403  |
| 18-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,00 | 1.772   | 102,90 | 145.601 |
| 19-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,00 | 1.862   | 102,90 | 134.343 |
| 20-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,50 | 237     | 102,90 | 136.062 |
| 21-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,50 | 0       | 102,58 | 61.691  |
| 22-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,50 | 143     | 103,50 | 65.406  |
| 25-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,50 | 1.853   | 103,50 | 190     |
| 26-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,37 | 1.779   | 103,50 | 23.448  |
| 27-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,40 | 808     | 102,65 | 9.426   |
| 28-nov-02  | 103,00 | 2.128 | 104,48 | 406     | 102,98 | 149.272 |
| 29-nov-02  | 103,00 | 0     | 103,50 | 808     | 103,17 | 52.315  |
| 02-dec-02  | 103,00 | 0     | 103,50 | 0       | 103,50 | 25.741  |
| 03-dec-02  | 103,00 | 0     | 103,50 | 423.480 | 103,50 | 6.680   |

|           |        |         |        |         |        |         |
|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 04-dec-02 | 103,00 | 0       | 102,26 | 188     | 103,77 | 12.301  |
| 05-dec-02 | 103,00 | 0       | 104,48 | 384     | 103,57 | 11.565  |
| 06-dec-02 | 103,00 | 0       | 103,31 | 691     | 103,80 | 8.802   |
| 09-dec-02 | 103,00 | 0       | 102,86 | 1.464   | 104,00 | 4.008   |
| 10-dec-02 | 103,00 | 0       | 104,00 | 2.023   | 104,00 | 26.844  |
| 11-dec-02 | 103,00 | 0       | 102,26 | 376     | 103,58 | 13.692  |
| 12-dec-02 | 103,00 | 0       | 103,25 | 1.331   | 104,00 | 7.005   |
| 13-dec-02 | 103,00 | 1.729   | 103,25 | 0       | 103,72 | 9.044   |
| 16-dec-02 | 103,00 | 0       | 103,36 | 1.350   | 104,00 | 57.150  |
| 17-dec-02 | 102,00 | 446     | 103,20 | 806     | 104,00 | 31.745  |
| 18-dec-02 | 102,00 | 0       | 103,37 | 2.307   | 104,31 | 794.493 |
| 19-dec-02 | 102,00 | 166.490 | 103,36 | 1.023   | 105,02 | 758.510 |
| 20-dec-02 | 102,00 | 0       | 103,38 | 2.283   | 104,82 | 177.523 |
| 23-dec-02 | 102,00 | 657     | 103,36 | 16.075  | 105,00 | 43.172  |
| 24-dec-02 | 102,00 | 0       | 103,99 | 112.869 | 104,99 | 18.576  |
| 27-dec-02 | 102,00 | 0       | 103,86 | 2.964   | 105,50 | 2.280   |
| 30-dec-02 | 102,00 | 0       | 103,99 | 72      | 105,18 | 30.778  |
| 06-jan-03 | 102,00 | 0       | 102,75 | 71      | 105,18 | 0       |
| 07-jan-03 | 102,00 | 0       | 102,75 | 3.150   | 105,50 | 316     |
| 08-jan-03 | 102,00 | 0       | 102,75 | 0       | 105,51 | 150.934 |
| 09-jan-03 | 102,00 | 0       | 102,75 | 0       | 105,51 | 0       |
| 10-jan-03 | 102,00 | 167.458 | 100,80 | 139     | 106,50 | 9.825   |
| 13-jan-03 | 102,00 | 0       | 100,80 | 0       | 106,52 | 2.457   |
| 14-jan-03 | 102,00 | 0       | 102,50 | 1.450   | 106,51 | 98      |
| 15-jan-03 | 102,00 | 0       | 102,50 | 0       | 106,51 | 98      |
| 16-jan-03 | 102,00 | 0       | 102,50 | 0       | 107,00 | 1.432   |
| 17-jan-03 | 102,00 | 0       | 102,50 | 1.248   | 107,00 | 0       |
| 20-jan-03 | 102,00 | 0       | 103,99 | 2.447   | 106,51 | 1.794   |
| 21-jan-03 | 102,00 | 0       | 103,90 | 408     | 106,50 | 11.149  |
| 22-jan-03 | 102,00 | 0       | 103,90 | 0       | 105,00 | 20.161  |
| 23-jan-03 | 102,00 | 0       | 104,00 | 2.400   | 105,00 | 0       |
| 24-jan-03 | 102,00 | 71      | 100,63 | 209     | 105,00 | 0       |
| 27-jan-03 | 102,00 | 0       | 104,10 | 48      | 105,00 | 0       |
| 28-jan-03 | 102,00 | 0       | 104,10 | 0       | 104,21 | 162.825 |
| 29-jan-03 | 102,00 | 0       | 104,10 | 313     | 106,50 | 133.673 |
| 30-jan-03 | 102,00 | 0       | 104,10 | 2.044   | 106,50 | 148     |
| 31-jan-03 | 102,00 | 141     | 104,10 | 0       | 106,50 | 649.365 |
| 03-feb-03 | 102,00 | 0       | 104,10 | 0       | 106,50 | 0       |
| 04-feb-03 | 102,00 | 0       | 103,40 | 5.973   | 106,50 | 0       |
| 05-feb-03 | 102,00 | 0       | 103,68 | 1.797   | 106,50 | 0       |
| 06-feb-03 | 102,00 | 0       | 103,68 | 144.423 | 106,50 | 0       |
| 07-feb-03 | 102,00 | 0       | 103,68 | 0       | 106,50 | 78.026  |
| 10-feb-03 | 101,00 | 210     | 103,82 | 240     | 107,50 | 9.941   |
| 11-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,15 | 169     | 107,50 | 99.418  |
| 12-feb-03 | 101,00 | 0       | 103,68 | 1.606   | 107,25 | 14.359  |
| 13-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,80 | 3.801   | 107,25 | 93.268  |
| 14-feb-03 | 101,00 | 0       | 102,70 | 261     | 107,25 | 341.890 |
| 17-feb-03 | 101,00 | 0       | 103,50 | 1.029   | 107,90 | 77.581  |

|           |        |         |        |         |        |           |
|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|-----------|
| 18-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,90 | 1.213   | 107,90 | 0         |
| 19-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,90 | 0       | 107,90 | 2.122     |
| 20-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,90 | 5.462   | 108,90 | 42.591    |
| 21-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,90 | 4.904   | 108,70 | 57.891    |
| 24-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,00 | 963     | 109,00 | 24.976    |
| 25-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,00 | 0       | 109,00 | 15.341    |
| 26-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,00 | 0       | 109,00 | 0         |
| 27-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,90 | 486     | 108,80 | 27.663    |
| 28-feb-03 | 101,00 | 0       | 104,90 | 0       | 108,80 | 0         |
| 03-mar-03 | 101,00 | 0       | 104,50 | 218     | 108,80 | 0         |
| 04-mar-03 | 101,00 | 0       | 104,50 | 0       | 108,80 | 0         |
| 05-mar-03 | 106,00 | 13.384  | 104,50 | 0       | 108,80 | 13.132    |
| 06-mar-03 | 106,00 | 0       | 104,89 | 3.913   | 108,80 | 0         |
| 07-mar-03 | 106,00 | 0       | 104,89 | 0       | 108,50 | 41.035    |
| 10-mar-03 | 106,00 | 0       | 104,89 | 251.780 | 108,50 | 0         |
| 11-mar-03 | 106,00 | 0       | 104,89 | 0       | 108,50 | 102.923   |
| 12-mar-03 | 106,00 | 0       | 104,89 | 0       | 108,50 | 51.005    |
| 13-mar-03 | 106,00 | 0       | 104,90 | 136.640 | 109,00 | 36.518    |
| 14-mar-03 | 106,00 | 0       | 104,90 | 0       | 109,00 | 0         |
| 17-mar-03 | 106,00 | 1.844   | 104,90 | 347.595 | 109,00 | 2.931     |
| 18-mar-03 | 106,00 | 0       | 105,00 | 158.196 | 109,49 | 1.755     |
| 19-mar-03 | 106,00 | 0       | 105,00 | 89.576  | 109,49 | 384.483   |
| 20-mar-03 | 106,00 | 0       | 105,00 | 154.633 | 109,48 | 8.828     |
| 21-mar-03 | 106,00 | 0       | 105,00 | 0       | 109,45 | 1.150.933 |
| 24-mar-03 | 106,00 | 0       | 105,80 | 3.707   | 109,45 | 0         |
| 25-mar-03 | 106,00 | 0       | 105,80 | 0       | 109,50 | 17.788    |
| 26-mar-03 | 106,00 | 0       | 105,90 | 1.598   | 110,00 | 76.589    |
| 27-mar-03 | 106,00 | 0       | 105,90 | 0       | 110,00 | 1.032.045 |
| 28-mar-03 | 106,00 | 0       | 105,90 | 0       | 110,00 | 0         |
| 31-mar-03 | 106,00 | 0       | 105,00 | 463     | 110,00 | 0         |
| 01-apr-03 | 106,00 | 0       | 105,00 | 0       | 110,00 | 511       |
| 02-apr-03 | 106,00 | 0       | 104,90 | 390     | 110,00 | 0         |
| 03-apr-03 | 106,00 | 0       | 104,90 | 999     | 109,53 | 7.630     |
| 04-apr-03 | 106,00 | 0       | 104,90 | 0       | 109,82 | 1.683     |
| 07-apr-03 | 106,00 | 0       | 104,90 | 0       | 109,00 | 125       |
| 08-apr-03 | 106,00 | 0       | 104,90 | 0       | 109,10 | 279       |
| 09-apr-03 | 106,00 | 0       | 104,50 | 194     | 109,10 | 0         |
| 10-apr-03 | 106,00 | 0       | 105,71 | 13.284  | 109,10 | 0         |
| 11-apr-03 | 106,00 | 0       | 104,60 | 2.430   | 109,10 | 0         |
| 14-apr-03 | 106,00 | 222     | 104,60 | 0       | 109,10 | 0         |
| 15-apr-03 | 106,00 | 0       | 104,60 | 0       | 109,10 | 0         |
| 16-apr-03 | 106,00 | 74      | 104,60 | 0       | 109,10 | 0         |
| 17-apr-03 | 106,00 | 142.379 | 104,60 | 0       | 109,48 | 942       |
| 18-apr-03 | 106,10 | 8.361   | 104,60 | 0       | 109,72 | 31.082    |
| 22-apr-03 | 106,10 | 0       | 104,60 | 16.584  | 109,00 | 1.368     |
| 23-apr-03 | 106,46 | 8.911   | 104,53 | 47.084  | 107,68 | 12.844    |
| 24-apr-03 | 106,46 | 0       | 104,53 | 0       | 109,20 | 5.078     |
| 25-apr-03 | 106,50 | 845     | 104,40 | 194     | 109,20 | 0         |

|           |        |       |        |     |        |       |
|-----------|--------|-------|--------|-----|--------|-------|
| 28-apr-03 | 106,50 | 0     | 104,70 | 682 | 109,20 | 0     |
| 29-apr-03 | 106,50 | 0     | 104,70 | 731 | 109,20 | 0     |
| 30-apr-03 | 106,10 | 2.838 | 104,70 | 0   | 109,45 | 2.037 |

Vir: Ljubljanska borza, 2003.

Tabela 2: Povprečni mesečni tečaj, donosnost do dospelja in promet obveznice RS18

| Mesec   | Povprečni tečaj v % | Donosnost do dospelja | Promet v TSIT |
|---------|---------------------|-----------------------|---------------|
| jan.02  | 102,00              | 5,73%                 | 136           |
| feb.02  | 103,00              | 5,60%                 | 167.694       |
| mar.02  | 103,00              | 5,60%                 | 1.522         |
| apr.02  | 103,26              | 5,57%                 | 7.646         |
| maj.02  | 103,40              | 5,55%                 | 1.048         |
| jun.02  | 103,40              | 5,55%                 | 233           |
| jul.02  | 103,40              | 5,55%                 | 269.328       |
| avg.02  | 102,91              | 5,61%                 | 46            |
| sept.02 | 100,10              | 5,99%                 | 466           |
| okt.02  | 102,38              | 5,68%                 | 5.978         |
| nov.02  | 103,00              | 5,60%                 | 2.128         |
| dec.02  | 102,58              | 5,66%                 | 169.322       |
| jan.03  | 102,00              | 5,73%                 | 167.670       |
| feb.03  | 101,25              | 5,83%                 | 210           |
| mar.03  | 105,52              | 5,28%                 | 15.228        |
| apr.03  | 106,13              | 5,20%                 | 163.630       |

Vir: Lastni izračuni na podlagi podatkov v tabeli 1.

Tabela 3: Povprečni mesečni tečaj, donosnost do dospelja in promet obveznice RS26

| Mesec   | Povprečni tečaj v % | Donosnost do dospelja | Promet v TSIT |
|---------|---------------------|-----------------------|---------------|
| jan.02  | 100,29              | 5,34%                 | 931.846       |
| feb.02  | 100,30              | 5,34%                 | 163.620       |
| mar.02  | 100,37              | 5,33%                 | 301.605       |
| apr.02  | 100,37              | 5,33%                 | 298.699       |
| maj.02  | 100,37              | 5,33%                 | 113.884       |
| jun.02  | 100,37              | 5,33%                 | 275.797       |
| jul.02  | 100,26              | 5,34%                 | 13.662        |
| avg.02  | 100,28              | 5,34%                 | 9.325         |
| sept.02 | 100,22              | 5,35%                 | 317.634       |
| okt.02  | 102,01              | 5,11%                 | 354.541       |
| nov.02  | 102,99              | 4,99%                 | 86.950        |
| dec.02  | 103,40              | 4,94%                 | 569.686       |
| jan.03  | 102,98              | 4,99%                 | 13.927        |
| feb.03  | 104,13              | 4,84%                 | 172.327       |
| mar.03  | 105,09              | 4,72%                 | 1.148.319     |
| apr.03  | 104,74              | 4,77%                 | 82.572        |

Vir: Lastni izračuni na podlagi podatkov v tabeli 1.



Tabela 4: Povprečni mesečni tečaj, donosnost do dospelja in promet obveznice RS38

| Mesec   | Povprečni tečaj v % | Donosnost do dospelja | Promet v TSIT |
|---------|---------------------|-----------------------|---------------|
| apr.02  | 100,00              | 5,63%                 | 20.239        |
| maj.02  | 100,47              | 5,58%                 | 833.040       |
| jun.02  | 100,90              | 5,54%                 | 81.591        |
| jul.02  | 100,96              | 5,53%                 | 2.994.653     |
| avg.02  | 100,92              | 5,53%                 | 932.730       |
| sept.02 | 101,14              | 5,51%                 | 164.987       |
| okt.02  | 102,08              | 5,42%                 | 2.391.538     |
| nov.02  | 102,86              | 5,34%                 | 1.821.340     |
| dec.02  | 104,22              | 5,21%                 | 2.039.909     |
| jan.03  | 105,92              | 5,05%                 | 1.144.275     |
| feb.03  | 107,76              | 4,88%                 | 885.067       |
| mar.03  | 109,19              | 4,75%                 | 2.919.965     |
| apr.03  | 109,25              | 4,75%                 | 63.579        |

Vir: Lastni izračuni na podlagi podatkov v tabeli 1.

Tabela 5: Likvidnost obveznic v letu 2002

| Obveznica | Skupno število dni trgovanj | Dejansko število dni trgovanj | Likvidnost v % |
|-----------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|
| RS18      | 247                         | 31                            | 12,6           |
| RS26      | 247                         | 158                           | 64             |
| RS38      | 166                         | 115                           | 69,3           |

Vir: Lastni izračuni; Ljubljanska borza, 2003.

Tabela 6: Izračun trajanja obveznice RS38

**Inputs**

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Rate convention: 1=EAR,<br>0=APR     | 0      |
| Annual coupon rate (CR)              | 5,625% |
| Yield to maturity<br>(Annualized)(y) | 5,74%  |
| Number of payments /<br>year (NOP)   | 1      |
| Number of periods to<br>maturity (T) | 15     |
| Face value (FV)                      | 100    |

**Outputs**

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| Discount rate / period<br>(RATE) | 5,74% |
| Coupon payment (PMT)             | 5,625 |

**Calculate bond duration  
using the cash flows**

| Period                         | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |        |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Time (years)                   | 0,0   | 1,0   | 2,0   | 3,0   | 4,0   | 5,0   | 6,0   | 7,0   | 8,0   | 9,0   | 10,0  | 11,0  | 12,0  | 13,0  | 14,0  | 15,0  |        |
| Cash flows                     |       | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 105,6 |        |
| Present value of cash<br>flows |       | 5,32  | 5,03  | 4,76  | 4,50  | 4,26  | 4,02  | 3,81  | 3,60  | 3,40  | 3,22  | 3,04  | 2,88  | 2,72  | 2,57  | 45,73 | 98,86  |
| Weight                         |       | 5,4%  | 5,1%  | 4,8%  | 4,6%  | 4,3%  | 4,1%  | 3,8%  | 3,6%  | 3,4%  | 3,3%  | 3,1%  | 2,9%  | 2,8%  | 2,6%  | 46,3% | 100,0% |
| Weight*Time                    |       | 0,05  | 0,10  | 0,14  | 0,18  | 0,22  | 0,24  | 0,27  | 0,29  | 0,31  | 0,33  | 0,34  | 0,35  | 0,36  | 0,36  | 6,94  | 10,49  |
| Duration                       | 10,49 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Modified Duration              | 9,92  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |

Vir: Lastni izračuni; Holden, 2002; Ljubljanska borza, 2003.

Tabela 7: Izračun konveksnosti obveznice RS38

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Rate convention: 1=EAR,<br>0=APR     | 0      |
| Annual coupon rate (CR)              | 5,625% |
| Yield to maturity<br>(Annualized)(y) | 5,74%  |
| Number of payments /<br>year (NOP)   | 1      |
| Number of periods to<br>maturity (T) | 15     |
| Face value (FV)                      | 100    |

**Outputs**

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| Discount rate / period<br>(RATE) | 5,74% |
| Coupon payment (PMT)             | 5,625 |

**Calculate bond  
convexity using the  
cash flows**

| Period                           | 0      | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15     |        |
|----------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Time (years)                     | 0,0    | 1,0   | 2,0   | 3,0   | 4,0   | 5,0   | 6,0   | 7,0   | 8,0   | 9,0   | 10,0  | 11,0  | 12,0  | 13,0  | 14,0  | 15,0   | Total  |
| Cash flows                       |        | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 5,625 | 105,63 |        |
| Present value of cash<br>flows   |        | 5,32  | 5,03  | 4,76  | 4,50  | 4,26  | 4,02  | 3,81  | 3,60  | 3,40  | 3,22  | 3,04  | 2,88  | 2,72  | 2,57  | 45,73  | 98,86  |
| Weight                           |        | 5,4%  | 5,1%  | 4,8%  | 4,6%  | 4,3%  | 4,1%  | 3,8%  | 3,6%  | 3,4%  | 3,3%  | 3,1%  | 2,9%  | 2,8%  | 2,6%  | 46,3%  | 100,0% |
| Weight*(Time <sup>2</sup> +Time) |        | 0,11  | 0,31  | 0,58  | 0,91  | 1,29  | 1,71  | 2,16  | 2,62  | 3,10  | 3,58  | 4,06  | 4,54  | 5,01  | 5,47  | 111,01 | 146,46 |
| Convexity                        | 130,99 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |

Vir: Lastni izračuni; Holden, 2002; Ljubljanska borza, 2003.

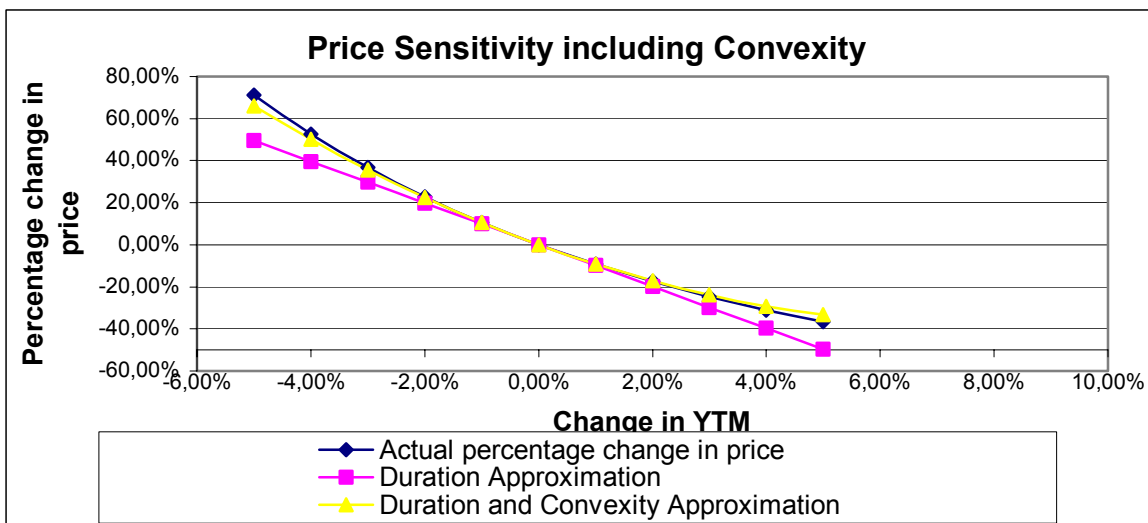
Tabela 8: Izračun relativnih sprememb cen obveznice RS38 na podlagi trajanja in konveksnosti

**Inputs**

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| Rate convention: 1=EAR, 0=APR     | 0      |
| Annual coupon rate (CR)           | 5,625% |
| Yield to maturity (Annualized)(y) | 5,74%  |
| Number of payments / year (NOP)   | 1      |
| Number of periods to maturity (T) | 15     |
| Face value (FV)                   | 100    |

**Outputs**

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Discount rate / period (RATE) | 5,74% |
| Coupon payment (PMT)          | 5,625 |



**Chart outputs**

|                                      | 0,74%         | 1,74%         | 2,74%         | 3,74%         | 4,74%         | 5,74%        | 6,74%         | 7,74%          | 8,74%          | 9,74%          | 10,74%         |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Yield to maturity (Annualized)       | 0,74%         | 1,74%         | 2,74%         | 3,74%         | 4,74%         | 5,74%        | 6,74%         | 7,74%          | 8,74%          | 9,74%          | 10,74%         |
| Discount rate / period               | 0,74%         | 1,74%         | 2,74%         | 3,74%         | 4,74%         | 5,74%        | 6,74%         | 7,74%          | 8,74%          | 9,74%          | 10,74%         |
| Change in yield to maturity          | -5,00%        | -4,00%        | -3,00%        | -2,00%        | -1,00%        | 0,00%        | 1,00%         | 2,00%          | 3,00%          | 4,00%          | 5,00%          |
| Actual bond price                    | 169,11        | 150,90        | 135,10        | 121,34        | 109,35        | 98,86        | 89,68         | 81,61          | 74,50          | 68,23          | 62,68          |
| Current bond price                   | 98,86         | 98,86         | 98,86         | 98,86         | 98,86         | 98,86        | 98,86         | 98,86          | 98,86          | 98,86          | 98,86          |
| Actual percentage change in price    | <b>71,06%</b> | <b>52,64%</b> | <b>36,65%</b> | <b>22,74%</b> | <b>10,61%</b> | <b>0,00%</b> | <b>-9,29%</b> | <b>-17,46%</b> | <b>-24,64%</b> | <b>-30,98%</b> | <b>-36,59%</b> |
| Modified Duration                    | 9,92          | 9,92          | 9,92          | 9,92          | 9,92          | 9,92         | 9,92          | 9,92           | 9,92           | 9,92           | 9,92           |
| Duration Approximation               | <b>49,59%</b> | <b>39,67%</b> | <b>29,75%</b> | <b>19,83%</b> | <b>9,92%</b>  | <b>0,00%</b> | <b>-9,92%</b> | <b>-19,83%</b> | <b>-29,75%</b> | <b>-39,67%</b> | <b>-49,59%</b> |
| Convexity                            | 130,99        | 130,99        | 130,99        | 130,99        | 130,99        | 130,99       | 130,99        | 130,99         | 130,99         | 130,99         | 130,99         |
| Duration and Convexity Approximation | <b>65,96%</b> | <b>50,15%</b> | <b>35,65%</b> | <b>22,45%</b> | <b>10,57%</b> | <b>0,00%</b> | <b>-9,26%</b> | <b>-17,21%</b> | <b>-23,86%</b> | <b>-29,19%</b> | <b>-33,21%</b> |

Vir: Lastni izračuni; Holden, 2002; Ljubljanska borza, 2003.