

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

ANDREJ OGOREVC

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

MEJA UČINKOVITOSTI SLOVENSKEGA TRGA KAPITALA

Ljubljana, maj 2004

ANDREJ OGOREVC

IZJAVA

Študent Andrej Ogorevc izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom asist. mag. Aleša Berka in dovolim objavo diplomskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 24. maj 2004

Podpis: _____

Kazalo

Uvod	1
1. Premoženjsko tveganje (<i>ang. Portfolio risk</i>).....	3
1.1. Mera tveganja	4
1.1.1. Alternativne mere tveganja.....	4
1.2. Porazdelitve donosnosti in primernost standardnega odklona kot mere tveganja.....	5
1.3. Vpliv razpršitve naložb na tveganje	7
2. Markowitzev model izbire premoženja	10
2.1. Lastnosti tveganih naložb in premoženj	11
2.2. Podatki in proučevano obdobje	14
2.3. Povprečne donosnosti	15
2.4. Standardni odklon donosnosti	16
2.5. Prilagoditev donosnosti in standardnih odklonov za število trgovalnih dni.....	16
2.6. Kovariance in korelacije	18
2.7. Meja učinkovitosti (<i>ang. efficient frontier</i>)	19
2.7.1. Meja učinkovitosti delnic kotacije.....	21
2.7.2. Meje učinkovitosti delnic kotacije in prostega trga.....	23
2.7.3. Meja učinkovitosti delnic kotacije in prostega trga, izračunana z modeloma na podlagi tedenskih in mesečnih donosnosti	27
2.8. Optimalno premoženje delnic kotacije	28
2.9. Primerjava donosnosti premoženj	32
3. Občutljivost modela.....	36
Sklep.....	41
Literatura	44
Viri.....	46

Uvod

Kakšni strategiji slediti pri izbiri naložb, da bi dosegli najvišji možen donos brez nepotrebnega tveganja? S tem temeljnim vprašanjem se srečujejo vsi vlagatelji. Problem izbire premoženja je leta 1952 rešil Harry M. Markowitz. Njegovo delo ponuja način oblikovanja učinkovitega premoženja (*ang. efficient portfolio*), ki ima pri določeni donosnosti najmanjše tveganje. Za zmanjšanje tveganja je treba naložbe razpršiti oziroma diverzificirati. Markowitz ni bil prvi, ki je poznal prednosti razpršitve naložb. Že Antonio je v Beneškem trgovcu dejal:

*"... hvala moji sreči,
poveril nisem vsega eni ladji
in ne v en kraj; in vse premoženje moje
odvisno ni od sreče leta ..."*

Shakespeare, 1596 – 1597

Kljub temu da se kasneje izkaže, da to ni dobro zavarovanje, Antonio na začetku igre v miru uživa, saj je razpršil med ladjami, kraji in v času.

Markowitzev model dokazuje, da razpršitev lahko zniža tveganje, vendar le do neke meje. To je tudi prva matematična formulacija ideje razpršitve naložb, ki pravi, da je celota več kot seštevek njenih delov (Rubinstein, 2002, str. 1041). Model izbire premoženja (*ang. Portfolio selection model*) omogoča oblikovanje velikega števila učinkovitih premoženj, ki sestavljajo mejo učinkovitosti. Ta premoženja imajo pri določeni donosnosti najmanjše tveganje, zato je ta razpršitev učinkovita.

Markowitzev model uporabljajo veliki institucionalni vlagatelji pri oblikovanju struktur svojih premoženj, kakor tudi pri ocenjevanju dela njihovih upravljavcev premoženja. Sčasoma je model doživel mnogo izboljšav in poenostavitev, tako da je uporaben tudi za individualne vlagatelje (Rubinstein, 2002, str. 1044). Teorija je omogočila boljše razumevanje vpliva tveganja na odločitve pri investiranju, pripeljala do razvoja novih teorij vrednotenja vrednostnih papirjev in pripomogla k enostavnemu merjenju uspešnosti upravljavcev in njihovih premoženj.

Mejo učinkovitosti se lahko oceni z različnimi modeli. Na eni strani je Markowitzev model izbire naložb z vsemi možnimi izpeljavami in različnimi verzijami ter na drugi strani model določanja cen dolgoročnih naložb (*ang. Capital Asset Pricing Model*), ali krajše CAPM z vsemi različicami. Meja učinkovitosti slovenskega kapitalskega trga je v tem diplomskem delu ocenjena z Markowitzevim modelom, kljub temu da je za ta model potrebno neprimerljivo več vstopnih parametrov kot pri CAPM. CAPM je ravnotežni model in med drugim temelji tudi na predpostavki, da vsi vlagatelji za oblikovanje

odločitev o naložbah uporabljajo Markowitzev model. Pri določanju deležev naložb v nekem učinkovitem premoženju s CAPM modelom je treba poznati vse β -koeficiente, ti pa so izračunani na podlagi donosnosti posameznih naložb, kakor so tudi vstopni parametri Markowitzevega modela.

Meja učinkovitosti slovenskega trga kapitala je izračunana za obdobje od leta 1999 do leta 2003 in lahko služi v teoretične namene, za ocenjevanje donosnosti naložb v tem obdobju ali pa kot pomoč pri odločitvi pri oblikovanju dejanskega premoženja, sestavljenega iz delnic. Naložbe, ki so uporabljene za oblikovanje učinkovitih premoženj ali portfeljev, so redne delnice, ki so kotirale na Ljubljanski borzi vrednostnih papirjev pred začetkom leta 1999. Izračunane so meje učinkovitosti za delnice v borzni kotaciji, za delnice prostega trga in za vse delnice skupaj, vendar je največji poudarek na delnicah borzne kotacije, v katero so uvrščena najboljša (*ang. blue chip*) slovenska podjetja.

Za določitev optimalne strukture premoženja je najprej treba poznati, kako je definirano investicijsko tveganje in kakšna je primerna kvantitativna mera tveganja, povezanega z donosnostmi vrednostnih papirjev. Struktura premoženja na meji učinkovitosti v obdobju od 1999 do 2003 prikazuje, kakšna bi bila najboljša strategija za vlagatelje, ki bi želeli dosegati zeleno donosnost ob najnižjem tveganju. Med učinkovitimi tveganimi premoženji je določeno tudi optimalno tržno premoženje, ki ima ob določenih predpostavkah najvišje razmerje med donosnostjo in tveganjem.

V nadaljevanju je meja učinkovitosti ponovno ocenjena za obdobje od leta 1999 do leta 2002. Struktura učinkovitih premoženj za to obdobje lahko ob predpostavki, da je preteklost dober kazalec prihodnosti, pomeni, kakšna bi bila učinkovita struktura naložb za prihodnje obdobje. Donosnosti leta 2003 služijo za primerjavo dejanskih in pričakovanih vrednosti, uporabljene pa so tudi za primerjavo uspešnosti različnih premoženj. Na podlagi primerjave pričakovanih in dejanskih donosnosti in tveganj različnih premoženj je izbrano premoženje, ki ima najmanjše odstopanje od napovedane donosnosti in tveganja premoženja. Na podlagi dejanskih donosnosti je določeno tudi najdonosnejše premoženje, ki je izbrano na podlagi primerjave tveganju prilagojenih donosnosti.

Slovenski trg kapitala je šele v razvoju, za katerega je značilna nizka tržna kapitalizacija in nelikvidnost. Ker so donosnosti vrednostnih papirjev zelo variabilne, njihove časovne vrste pa kratke in prekinjene, je meja učinkovitosti delnic v kotaciji ocenjena še za vsako leto posebej, kar omogoča analizo sprememb strukture optimalnih premoženj v odvisnosti od časa.

1. Premoženjsko tveganje (*ang. Portfolio risk*)

Naložbe v vrednostne papirje so tvegane. Z investiranjem povezano tveganje je najbolje definirano kot negotovost glede vrednosti premoženja ob koncu določenega obdobja. S podaljševanjem časovnega horizonta se, razen v redkih izjemah, povečuje tudi negotovost glede prihodnje vrednosti premoženja (Radcliffe, 1997, str. 54). Povezavo med tveganjem in časovnim obdobjem vlagatelji največkrat narobe razumejo, saj obstaja mišljenje, da so naložbe v daljšem časovnem obdobju manj tvegane. Čas naj bi predstavljal neke vrste diverzifikacijo ali razpršitev, ki kompenzira dobra in slaba leta. Vendar pa je takšno prepričanje zmotno, saj je na primer negotovost glede vrednosti določenega premoženja v desetletnem obdobju precej večja kot negotovost glede vrednosti tega istega premoženja čez eno leto. Časovna razpršitev ne zmanjšuje tveganja. Negotovost se torej z leti kopiči. In prav zato je celotna donosnost pri daljših časovnih horizontih bolj negotova (Bodie, 2002, str. 255). To se da lepo prikazati na primeru kovanca, kjer lahko en met predstavlja donosnost v enem letu. Cifra naj pomeni donos 1, grb -1. S povečevanjem števila ponovitev se bo povprečno število cifer približevalo 50 odstotkom, zmanjševal se bo tudi standardni odklon, možen odklon vsote vseh cifer od polovice vseh metov pa se bo povečeval. Za daljše časovno obdobje obstajajo večja možna odstopanja od pričakovane vrednosti, vendar se verjetnost za velika odstopanja s podaljševanjem časovnega obdobja zmanjšuje.

Večina vrednostnih papirjev nima zagotovljenih prihodnjih donosnosti, zaradi česar so naložbe v vrednostne papirje in tudi druge naložbe tvegane. Temeljni problem, s katerim se sooča vsak investitor, je, kam usmeriti finančna sredstva. Enako vprašanje se postavlja, tudi ko je na voljo več različnih premoženj ali portfeljev. Eno od možnih rešitev problema izbire premoženja je leta 1952 v svojem delu *Portfolio selection* podal Harry M. Markowitz, kar predstavlja začetek moderne premoženjske teorije (*ang. modern portfolio theory*) (Alexander, 2001, str. 119). Drugo možnost za rešitev tega problema predstavlja CAPM model, ki je v principu enak Markowitzevemu modelu, le da uporablja bistveno manj parametrov (Wilmott, 2000, str. 722). Markowitzeva teorija se ukvarja z vprašanjem, kako bo posamezen vlagatelj optimiral svoje naložbe, medtem ko se Sharpeov in Lintnerjev CAPM model ukvarja z ekonomskim ravnotežjem na kapitalskem trgu ob predpostavki, da vsi vlagatelji uporabljajo Markowitzev model (Markowitz, 1991, str. 469).

Vlagatelje zanima tako pričakovana donosnost kot tudi tveganje, povezano s temi donosnostmi, to pa je treba meriti za premoženje kot celoto, ne le za posamezne naložbe. Pri ocenjevanju tveganja posameznega vrednostnega papirja je treba upoštevati vpliv variabilnosti donosnosti tega papirja na variabilnost celotnega premoženja. Ob takšnem pristopu se lahko zgodi, da navidezno tvegan papir stabilizira donosnost premoženja (Bodie, 2002, str. 154). Posamezen vrednostni papir je tvegan le toliko, kolikor prispeva k

tveganju celotnega premoženjskega tveganja (Radcliffe, 1997, str. 217). Kot mero tveganja se lahko uporablja varianca ali standardni odklon donosnosti (Markowitz, 1952, str. 80).

1.1. Mera tveganja

Premoženjsko tveganje je povezano z verjetnostjo, da bo dejanska donosnost nižja od pričakovane. Čim večja je verjetnost nizke ali negativne donosnosti, tem bolj je naložba tvegana. Pri ocenjevanju tveganja premoženja je treba upoštevati medsebojni vpliv donosnosti naložb. Tveganje se lahko zmanjša z razpršitvijo naložb ali pa z vključevanjem naložb katerih pričakovani donosi so negativno povezani z donosnostjo premoženja.

1.1.1. Alternativne mere tveganja

Mera tveganja naj bi vsebovala verjetnosti možnih dogodkov in njihovo velikost (Alexander, 2001, str. 131). Primerna kvantitativna mera tveganja bi morala meriti, kolikšna je verjetnost, da se bo dejanski dogodek razlikoval od pričakovanega (Cohen, 2003, str. 82).

Razpršitev donosnosti se lahko meri z različnimi statističnimi parametri, s katerimi se določi nadomestek za tveganje (*ang. proxy risk*) (Radcliffe, 1997, str. 217):

1. Razlika (*ang. range*): razlika med najvišjo in najnižjo donosnostjo. Težava pri uporabi tega parametra je, da kot nadomestek tveganja ne upošteva donosnosti med ekstremi in ne pripisuje verjetnosti posamezni donosnosti. Ta razlika je pri delnicah borzne kotacije omejena z 10-odstotno dnevno spremembo tečaja, ki pa jo lahko uprava borze v določenih primerih s sklepom začasno odpravi. Tečaji delnic na prostem trgu pa se lahko gibljejo brez omejitev (LJSE, 2002).

$$\Delta_r = r_{\max} - r_{\min} \quad (1.1)$$

2. Povprečni absolutni odklon (*ang. mean absolute deviation*): povprečna razlika med dejanskimi in povprečnimi (pričakovanimi) donosnostmi premoženja. Kljub primernosti za nadomestek tveganja je to mero v praksi težko uporabljati, saj je zajetje učinka korelacij med posameznimi donosnostmi naložb v premoženju problematično.

$$AD_r = \frac{\sum_{i=1}^n |r_i - E(r)|}{n} \quad (1.2)$$

3. Verjetnost negativne donosnosti (*ang. probability of negative return*): odstotek, ki pove, kolikokrat je bila donosnost nižja od 0 odstotkov. Intuitivno je to zadovoljiva mera tveganja, vendar ne pokriva vseh njegovih vidikov. Zanimarja na primer donosnosti med 0 odstotkov in pričakovano pozitivno donosnostjo, poleg tega pa je težko zajeti vpliv povezanosti donosnosti med vrednostnimi papirji v premoženju.

$$P(r_i < 0) \quad (1.3)$$

4. Semivarianca (*ang. semivariance*): statistična mera variance donosnosti, ki so nižje od pričakovanih donosnosti. Semivarianca ne upošteva negotovosti donosnosti, ki so višje od pričakovanih, prav tako pa je težko zajeti učinke korelacije med donosnostmi. Semivarianca se vse bolj uporablja pri kvantitativnem vrednotenju alternativnih naložb (*ang. alternative investments*) (Lhabitant, 2002)

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - E(r))^2 \quad \text{in} \quad r_i < E(r) \quad (1.4)$$

5. Standardni odklon: je najpogosteje uporabljena mera tveganja premoženja ali drugih naložb. Meri, do katerega obsega obstaja verjetnost, da se bo dejanska donosnost razlikovala od pričakovane. Za donosnosti razpršenih premoženj se največkrat uporablja predpostavka, da je njihova porazdelitev podobna normalni, kar daje standardnemu odklonu primernost za mero negotovosti (Alexander, 2001, str. 131).

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - E(r))^2 \quad (1.5)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (1.6)$$

1.2. Porazdelitve donosnosti in primernost standardnega odklona kot mere tveganja

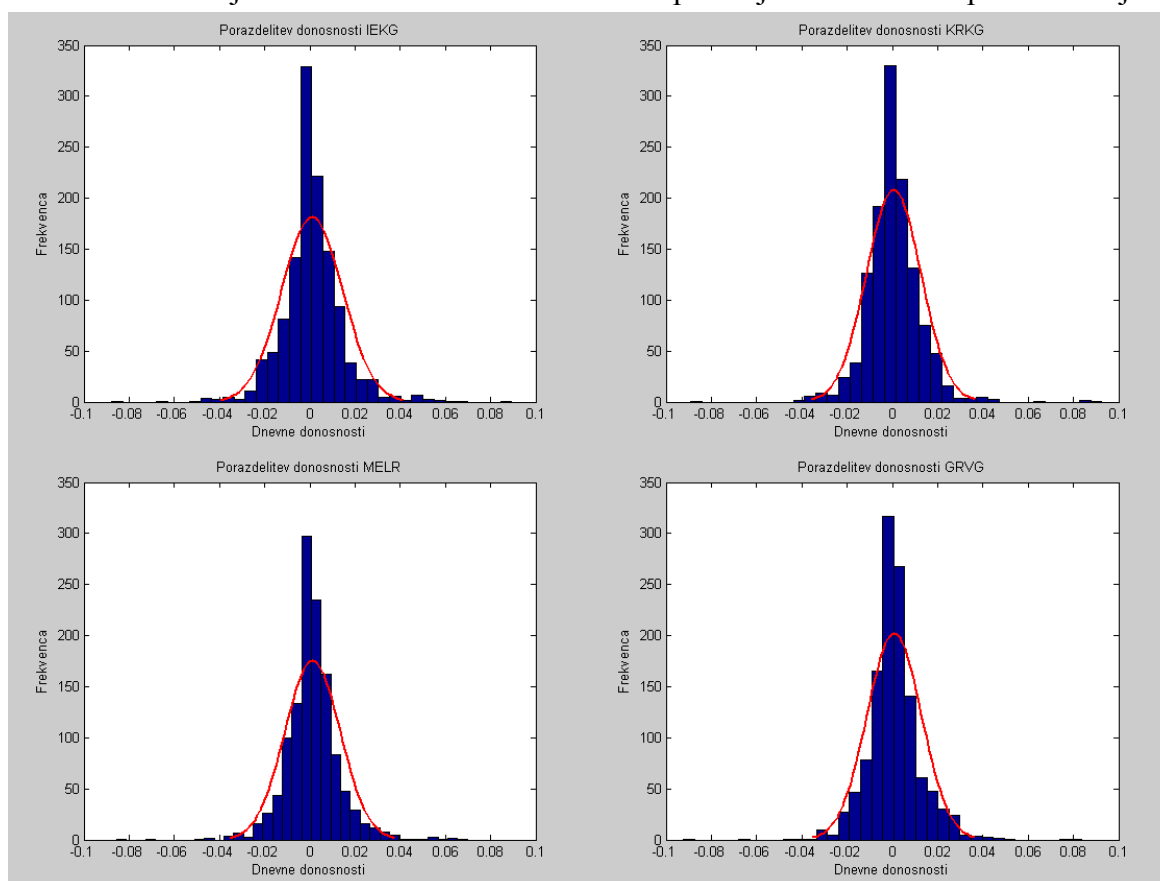
Obstajajo številne kritike primernosti standardnega odklona za mero tveganja ter vprašanja, ali je standardni odklon donosnosti premoženja zadosten kot samostojna mera tveganja (Radcliffe, 1997, str. 219). Ob predpostavki, da so donosnosti naložb normalno porazdeljene, je mogoče porazdelitve donosnosti pojasniti z dvema parametroma, aritmetično sredino in standardnim odklonom.

Aparicio in Estrada (2001) sta analizirala porazdelitve donosnosti na trinajstih evropskih kapitalskih trgih ter porazdelitev donosnosti svetovnega indeksa (*ang. World index*),

sestavljenega iz 2249 delnic v obdobju od 1990 do 1995. Hipotezo normalnosti sta v vseh primerih zavrnila, saj mera sploščenosti pri posameznih porazdelitvah ni ustrezala vrednosti pri normalni porazdelitvi. Porazdelitve so imele debele repe (*ang. fat tails*) in visoke vrhove, asimetrične pa so bile v različne smeri. Porazdelitve donosnosti delnic, ki jih prikazuje slika 1, so prav tako bolj koničaste in imajo debelejšše repe kot normalna porazdelitev (imajo vrednosti mere sploščenosti večje od 3).

Donosnosti navadnih delnic so najboljše opisane s *t*-porazdelitvijo z majhnim številom stopinj prostosti (Blattberg, 1974, str. 251). Predpostavka o normalni porazdelitvi donosnosti lahko privede do napak, saj podcenjuje verjetnosti visokih donosnosti. Velike rasti in veliki padci tečajev so zato veliko bolj verjetni, kot bi to napovedala normalna porazdelitev. Aparicio in Estrada sta še ugotovila, da se velika odstopanja od normalne porazdelitve pojavijo le pri dnevnih opazovanjih, pri podatkih o mesečnih donosnostih pa je normalna porazdelitev dobra aproksimacija porazdelitve donosnosti.

Slika 1: Porazdelitve dnevnih donosnosti delnic ITBG¹, KRKG, MELR in GRVG v obdobju od 1. 1. 1999 do 31. 12. 2003 v primerjavi z normalno porazdelitvijo



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Normalna porazdelitev ima še druge pomanjkljivosti. Cena delnice ne more biti negativna, zato normalna porazdelitev ne more pravilno predstavljati porazdelitve donosnosti, ker

¹ Oznake delnic so navedene v Prilogi A.

dopušča kakršenkoli izid na koncu obdobja, vključno z negativnimi cenami. Stopnja donosnosti, manjša od -100 odstotkov je nemogoča, saj bi to pomenilo negativno ceno vrednostnega papirja. To pomanjkljivost se lahko odpravi s predpostavko, da so obrestno obrestne stopnje donosnosti (*ang. continuously compounded rates of return*) normalno porazdeljene. Če je taka stopnja donosnosti imenovana r in efektivna stopnja donosnosti r_e , je $r_e = e^r - 1$, in ker e^r ne more zavzeti negativnih vrednosti, je najmanjša mogoča vrednost r_e enaka -1 ali -100 odstotkov. Ta predpostavka elegantno odpravi verjetnosti negativnih cen, obenem pa ohrani vse prednosti uporabe normalne porazdelitve. Pod to predpostavko je porazdelitev r_e lognormalna (Bodie, 2002, str. 176).

Kljub temu da varianca meri povprečne kvadrate odklonov od pričakovane vrednosti, ne zagotavlja popolne mere tveganja. Vseh razsežnosti tveganja se ne da zajeti z enim samim parametrom (Sornette, 1998, str. 262). Na tveganje vplivata tudi asimetrija in sploščenost porazdelitve donosnosti. Prvi centralni moment predstavlja nagrado, višji momenti pa predstavljajo negotovost povezano z njo. Varianca, M_4 in drugi parni centralni momenti predstavljajo verjetnost ekstremnih vrednosti. Večje so vrednosti teh parametrov, večja je negotovost glede pričakovanih donosnosti. Neparni centralni momenti pa predstavljajo mero asimetrije. Porazdelitve asimetrične v desno so zaželeno pri tveganju nenaklonjenih vlagateljih, saj so negativna odstopanja manjša in omejena, pozitivni odkloni pa lahko zavzamejo visoke vrednosti, vendar ob nižjih verjetnostih.

Funkcijo koristnosti, ki opredeljuje posameznikovo korist do posamezne naložbe in je izpeljana iz porazdelitvene funkcije z uporabljenimi višjimi momenti, zapišemo kot (Bodie, 2002, str. 174):

$$U = E(r) - b_0\sigma^2 + b_1M_3 - b_2M_4 + b_3M_5 \quad (1.7)$$

Pomembnost vseh višjih momentov za varianco je veliko manjša, kot je pomembnost pričakovane vrednosti in variance, tako da izključitev preostalih momentov ne vpliva na izbiro premoženja (Samuelson, 1970).

1.3. Vpliv razpršitve naložb na tveganje

Z vključevanjem dodatnih vrednostnih papirjev v premoženje se volatilitet donosnosti (*ang. volatility*) premoženja znižuje vse do meje, pri kateri je moč razpršitve naložb omejena s splošnimi vplivi na tveganje.

Tveganje premoženja lahko predstavlja standardni odklon donosnosti posameznih vrednostnih papirjev, ki je odvisen od kovarianc posameznih vrednostnih papirjev in njihovih deležev v premoženju P :

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n w_i w_j \text{Cov}(r_i, r_j)} \quad (1.8)$$

Povezava med varianco donosnosti premoženja σ_p^2 in variancami donosnosti vrednostnih papirjev ($\sigma_i^2 = 1, 2, \dots, n$) je enaka:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n w_i w_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \quad (1.9)$$

kjer so w_i deleži vrednosti v premoženju P (Markowitz, 1952, str. 81). Pri strategiji naivne razpršitve naložb vsak vrednostni papir predstavlja enak delež vrednosti v premoženju, kar pomeni, da ta znaša $w_i = 1/n$. V tem primeru je lahko enačba variance premoženja 1.9 zapisana kot (Bodie, 2002, str. 249):

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \sigma_i^2 + \sum_{j=1}^n \sum_{\substack{i=1 \\ j \neq i}}^n \frac{1}{n^2} \text{Cov}(r_i, r_j) \quad (1.10)$$

V enačbi 1.10 je n različnih varianc in $n(n-1)$ kovarianc. Če je povprečna varianca in povprečna kovarianca vrednostnih papirjev definirana kot:

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \quad (1.11)$$

$$\overline{\text{Cov}} = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{j=1}^n \sum_{\substack{i=1 \\ j \neq i}}^n \frac{1}{n^2} \text{Cov}(r_i, r_j), \quad (1.12)$$

je lahko varianca donosnosti premoženja izražena kot:

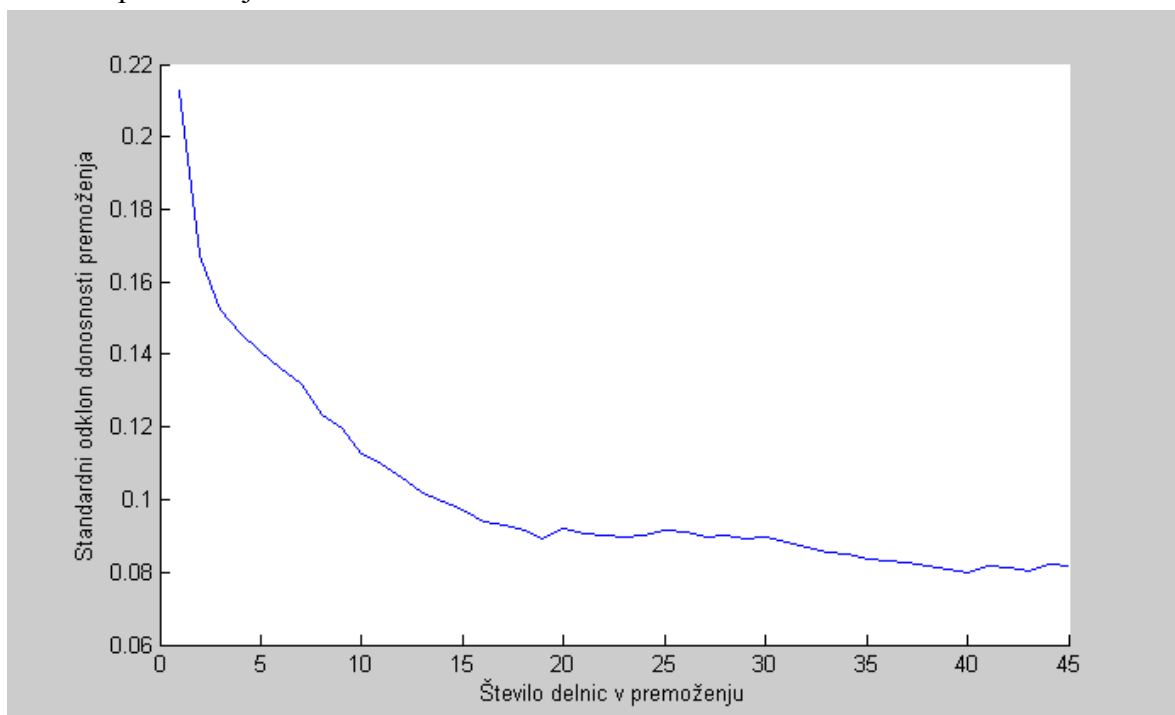
$$\sigma_p^2 = \frac{1}{n} \bar{\sigma}^2 + \frac{n-1}{n} \overline{\text{Cov}} \quad (1.13)$$

Kadar je povprečna kovarianca med donosnostmi vrednostnih papirjev enaka nič, kot je to v primeru, ko je celotno tveganje nesistematsko (*ang. nonsystematic risk*) oziroma značilno le za posamezen vrednostni papir (*ang. unique risk*), se s povečevanjem števila naložb v premoženju varianca donosnosti premoženja približuje vrednosti nič. To je mogoče le, če so donosnosti posameznih naložb med seboj nepovezane, kar se zgodi le redko oziroma je mogoče zgolj teoretično. Na donosnosti vplivajo tudi skupni vplivi gospodarstva in ne le vplivi znotraj posamezne panoge ali vplivi, značilni le za posamezno podjetje. Zato je za donosnosti delnic največkrat značilna pozitivna korelacija, ki preprečuje, da bi le s

povečevanjem števila delnic v premoženju popolnoma izničili varianco njegove donosnosti. V tem primeru se z naivno razpršitvijo naložb znižuje vrednost prvega člena v enačbi variance donosnosti premoženja, drugi člen pa se približuje vrednosti \overline{Cov} , ki predstavlja tveganje na trgu ali sistematsko tveganje (*ang. systematic risk*) (Bodie, 2002, str. 250).

Slika 2 prikazuje zniževanje tveganja premoženja z enakimi deleži naložb pri povečevanju števila naložb v premoženju. V ta premoženja so vključene delnice z največ trgovanimi dnevi v obdobju od 1999 do 2003, katerih letni standardni odkloni donosnosti so izračunani ob predpostavki, da se je s posamezno delnico trgovalo vsak dan v tem obdobju². Standardni odklon donosnosti prvega premoženja, ki predstavlja le naložbo v delnico ITBG, znaša 21,27 odstotka na leto. To tveganje se z vključevanjem dodatnih delnic zmanjšuje in pri premoženju s 45 različnimi rednimi delnicami znaša 8,17 odstotka na leto.

Slika 2: Standardni odklon premoženja z enakimi deleži naložb ob vključevanju dodatnih delnic v premoženje



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

² Glej razdelek 2.4. na strani 16.

2. Markowitzev model izbire premoženja

Markowitzev pristop je postal vsesplošno uporaben med institucionalnimi vlagatelji, ki ga uporabljajo tako pri strukturiranju svojih premoženj, kot pri ocenjevanju svojega delovanja ter nagrajevanju upravljavcev. Model je sčasoma doživel mnogo izboljšav in posplošitev, tako da je postal uporaben tudi pri upravljanju premoženj navadnih vlagateljev. Razširitve modela so pripeljale do izboljšav v teorijah o vplivu tveganja na vrednotenje vrednostnih papirjev (Rubinstein, 2002, str. 1044).

Proces investiranja sestavljata dve obsežni dejanji. Prvo je analiza trga in naložb, s katero se oceni tveganje ter pričakovane donosnosti za vse možne naložbe, drugo pa zajema oblikovanje optimalnega premoženja na podlagi prej oblikovanih pričakovanj (Bodie, 2002, str. 154). Markowitz je formuliral teorijo izbire optimalnega premoženja na podlagi razmerja med pričakovano donosnostjo in tveganjem, s poudarkom na ideji, da je z razpršitvijo naložb v premoženju mogoče zmanjšati tveganje.

Hipotezo ali aksiom, da vlagatelj maksimira diskontirane donosnosti, je potrebno zavrniti, saj bi iz tega sledilo, če zanemarimo tržne nepopolnosti, da ni nikoli razpršeno premoženje bolj zaželeno kot vse nerazpršene naložbe (Markowitz, 1952, str. 77). To pravilo nikoli ne narekuje razpršitve, ne glede na način oblikovanja pričakovanih donosnosti. Vlagatelj mora razpršiti svoje naložbe ter hkrati maksimirati svojo pričakovano donosnost, to pa doseže tako, da investira v različne naložbe z najvišjimi pričakovanimi donosnostmi. Zakon velikih števil naj bi zagotovil, da bo dejanska donosnost premoženja blizu pričakovani. Vendar pa ta zakon ne more biti vedno pravilno uporabljen v tem primeru, saj premoženje z najvišjo pričakovano donosnostjo ni vedno tudi premoženje z najnižjo varianco donosnosti. Donosnosti vrednostnih papirjev so preveč povezane med seboj in razpršitev ne more izničiti celotne variance (Markowitz, 1952, str. 79).

Premoženje z najvišjo pričakovano donosnostjo ni vedno najmanj tvegano premoženje oziroma premoženje z najnižjo varianco. Vlagatelj lahko poveča svojo pričakovano donosnost, če je pripravljen sprejeti večje tveganje in obratno. Le pričakovana donosnost ni zadosten pogoj za izbiro premoženja, saj nikoli ne daje prednosti diverzifikaciji. Upoštevati je treba tudi variabilnost donosnosti v povezavi s pričakovanimi donosnostmi (*ang. mean-variance*) – v nadaljevanju M-V kriterij. Kriterija donosnosti in tveganja omogočata oblikovanje različnih kombinacij pričakovanih donosnosti in tveganja premoženj, izmed katerih lahko vlagatelj izbira po Pareto učinkovite kombinacije, ki oblikujejo mejo učinkovitosti. Po tem kriteriju bo vlagatelj izbral premoženje z minimalno variabilnostjo donosnosti V pri določeni donosnosti M . (Markowitz, 1952, str. 82). Za prikaz uporabe M-V kriterija je treba poznati nekaj lastnosti premoženj.

Model temelji na predpostavki, da vlagatelj drži premoženje določeno obdobje in ga po preteku analizira. Donosnosti naložb so v tem obdobju normalno porazdeljene, meriti pa jih je mogoče s povprečnimi donosnostmi posameznih naložb, standardnimi odkloni donosnosti posameznih naložb in korelacijami med njimi (Wilmott, 2000, str. 711).

Markowitzev model predpostavlja, da ima vlagatelj oblikovana pričakovanja o donosnostih naložb in njihovih pričakovanih kovariancah. S statističnega vidika je zelo težko oceniti te parametre, tehnike za njihovo ocenjevanje pa so lahko različne, od statičnih modelov s konstantnimi parametri do modelov, kjer so pričakovane donosnosti in variance časovno odvisne (Jonderdau, 2001, str. 3). Za države, kot je Slovenija, ki ima kratko zgodovino kapitalskega trga, je ocenjevanje teh parametrov z bolj sofisticiranimi modeli, kot so na primer GARCH (*ang. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*) modeli, pravzaprav nemogoče. Prav tako težko je oceniti vhodne parametre modela z enostavnimi tehnikami, saj obstaja velika verjetnost, da se bodo ti zelo spreminjali v času.

2.1. Lastnosti tveganih naložb in premoženj

Povprečna ali pričakovana donosnost neke naložbe je z verjetnostjo tehtano povprečje donosnosti v vseh scenarijih. Če je p verjetnost scenarija s in $r(s)$ njegova donosnost, je pričakovana donosnost $E(r)$ enaka:

$$E(r) = \sum_s p(s)r(s) \quad (2.1)$$

Varianca donosnosti neke naložbe je pričakovana vrednost vsote kvadratov odklonov od pričakovane donosnosti.

$$\sigma^2 = \sum_s p(s)[r(s) - E(r)]^2 \quad (2.2)$$

Donosnost premoženja $E(r_p)$ je enaka tehtanemu povprečju donosnosti naložb, ki sestavljajo premoženje, pri katerem so ponderji enaki deležu naložbe v premoženju. Iz tega sledi, da je pričakovana donosnost premoženja enaka tehtanemu povprečju pričakovanih donosov posameznih naložb v premoženju.

$$E(r_p) = w_1 E(r_1) + w_2 E(r_2) + \dots + w_n E(r_n) \quad (2.3)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2.4)$$

Za merjenje potenciala za diverzifikacijo, ki ga ima določena naložba, se uporabljata korelacija in kovarianca. Kovarianca meri, kako se donosnosti dveh naložb medsebojno gibljejo v času.

$$\text{Cov}(r_i, r_j) = \sum_s p(s)[r_i(s) - E(r_i)][r_j(s) - E(r_j)] \quad (2.5)$$

Negativna kovarianca pomeni, da se donosnosti gibljejo v nasprotni smeri, kar zmanjšuje pričakovano tveganje premoženja. Naložba, katere donosnost je popolnoma negativno povezana z donosnostjo prvotnega premoženja, namreč služi kot popolna naložba z zaščito (*ang. hedged position*) in deluje kot zavarovalna polica za premoženje (Bodie, 2002, str. 167).

Korelacijski koeficient med dvema spremenljivkama je enak njuni kovarianci, deljeni s produktom standardnih odklonov.

$$\rho(i, j) = \frac{\text{Cov}[r_i, r_j]}{\sigma_i \sigma_j} \quad (2.6)$$

Varianca premoženja dveh tveganih naložb z variancama σ_1^2 in σ_2^2 in deleži v premoženju w_1 in w_2 je enaka:

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \text{Cov}(r_1, r_2) \quad (2.7)$$

Kadar je tvegana naložba kombinirana z netvegano naložbo r_f , kot je naložba v državne obveznice ali zakladne menice, je standardni odklon celotnega premoženja C , σ_C , enak standardnemu odklonu tvegane naložbe pomnoženo z deležem y , ki ga ta naložba predstavlja v celotnem premoženju.

$$\sigma_C = y \sigma_P \quad (2.8)$$

$$y = \frac{\sigma_C}{\sigma_P} \quad (2.9)$$

Z zmanjšanjem deleža tvegane naložbe v premoženju za polovico se zmanjša za polovico tudi standardni odklon premoženja, cena zmanjšanja tega tveganja pa pomeni tudi znižanje pričakovane donosnosti premoženja.

$$E(r_C) = yE(r_P) + (1 - y)r_f \quad (2.10)$$

$$E(r_C) = r_f + y[E(r_P) - r_f] \quad (2.11)$$

Osnova donosnosti celotnega premoženja je obrestna mera za netvegane naložbe (*ang. risk-free*), poleg tega pa bo premoženje prineslo še pričakovano premijo za tveganje (*ang.*

risk premium), ki je odvisna od premije za tveganje premoženja P , $E(r_P) - r_f$, in deleža te naložbe y v celotnem premoženju (Bodie, 2002, str. 187).

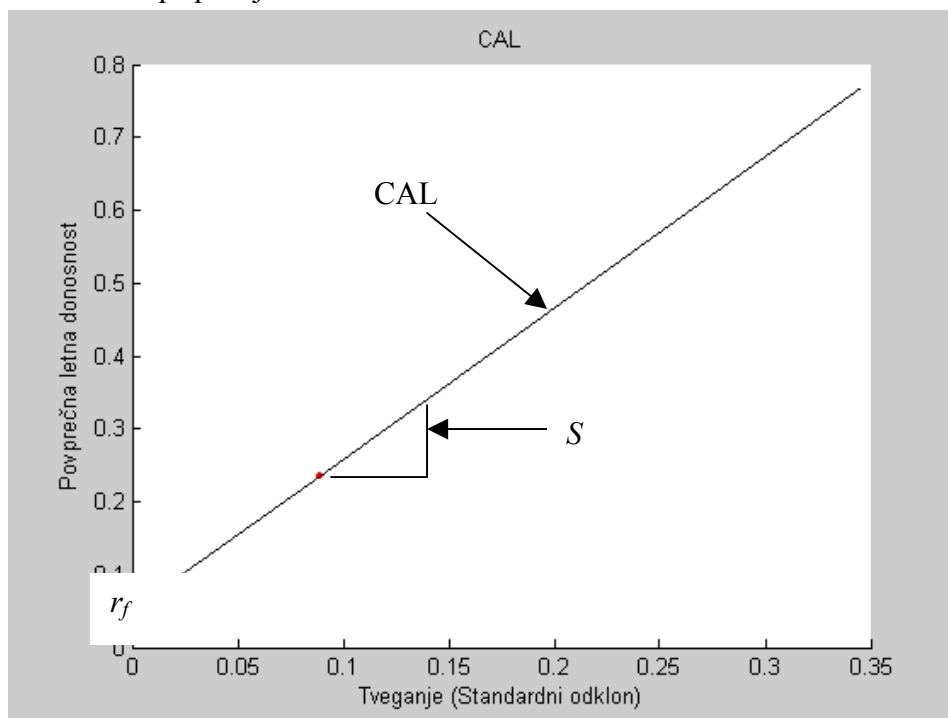
$$E(r_C) = r_f + \frac{\sigma_C}{\sigma_P} [E(r_P) - r_f] \quad (2.12)$$

Če je pričakovana donosnost celotnega premoženja izražena kot funkcija standardnega odklona, se enačba premice s konstanto r_f in naklonom S , imenovana premica trga kapitala (*ang. capital allocation line*) – CAL, glasi:

$$S = \frac{E(r_P) - r_f}{\sigma_P} \quad (2.13)$$

Ta premica povezuje vse kombinacije donosnosti in tveganja, ki so dosegljive vlagatelju, njen naklon pa pomeni dodatno pričakovano donosnost celotnega premoženja pri povečanju tveganja celotnega premoženja za eno enoto. Naklon CAL tako meri razmerje med donosnostjo in variabilnostjo (Bodie, 2002, str. 189).

Slika 3: Naložba in pripadajoča CAL



Vir: Lastni izračuni, 2004.

2.2. Podatki in proučevano obdobje

Donosnosti delnic, ki sestavljajo mejo učinkovitosti, so izračunane na podlagi enotnih dnevnih tečajev rednih delnic v borzni kotaciji in na prostem trgu v obdobju od 1. 1. 1999 do 31. 12. 2003. V borzni kotaciji kotirajo delnice podjetij, katerih kapital presega 500 milijonov SIT, vrednost razreda delnic presega 200 milijonov tolarjev, vsaj 25 odstotkov razreda delnic je v javnosti, število imetnikov razreda delnic pa presega 150. Podjetje mora prav tako poslovati vsaj 3 leta in imeti revidirane računovodske izkaze za 3 leta (Ljubljanska borza, 2002, str. 6). Enotni tečaj je izračunan na podlagi ponderirane aritmetične sredine tečajev, kjer ponderji predstavljajo količine delnic, prodanih po določenem tečaju. Prednost pri izbiri med enotnim in zaključnim tečajem je pripadla prvemu zaradi dejstva, da bi zaključni tečaj lahko bil pristranski za izračun dnevne donosnosti zaradi relativno visoke stopnje nelikvidnosti vrednostnih papirjev na ljubljanski borzi. Populacijo predstavlja 31 delnic iz borzne kotacije ter 99 delnic prostega trga, vendar vse delnice še niso kotirale pred začetkom leta 1999, poleg tega pa vse niso bile trgovane enako število dni, tako da posamezne delnice nimajo enakega števila opazovanj. Za izračun meje učinkovitosti so zato primerne le delnice, ki so kotirale na Ljubljanski borzi pred začetkom leta 1999, takšnih pa je le 52, 19 v borzni kotaciji in 33 na prostem trgu.

Tržna kapitalizacija delnic Ljubljanske borze je leta 2000 znašala 1.288 milijonov ameriških dolarjev, kar je zanemarljivo v primerjavi s celotno globalno tržno kapitalizacijo vseh delnic. Ta je v istem času znašala 33.521.641 milijonov dolarjev. V tem globalnem premoženju delnic so delnice na ameriških trgih predstavljale 49,02 odstotka celotne tržne kapitalizacije. Na drugem in tretjem mestu sta bili Japonska in Velika Britanija, vsaka z več kot 5 odstotki, prve tri skupaj pa so predstavljale kar 70 odstotkov tržne vrednosti svetovnih delnic (Bodie, 2002, str. 850).

Porazdelitve donosnosti vrednostnih papirjev na razvijajočih kapitalskih trgih se največkrat precej razlikujejo od predpostavljene normalne porazdelitve, donosnosti so zelo variabilne, njihove časovne vrste pa kratke (Bekaert, 2003, str. 45). Veliko variabilnost donosnosti delnic spremljajo na razvijajočih kapitalskih trgih ponavadi še velike spremembe pričakovanih donosnosti in pričakovanih kovariančnih matrik (Jonderdau, 2001, str. 21), kar povečuje spremenljivost rezultatov. Na trgih z nizko tržno kapitalizacijo se pojavljajo tudi veliki interesi za vpliv na cene delnic majhnih podjetij, katerih promet je zelo nizek, kar še dodatno vpliva na variabilnost donosnosti (Beer, 1997, str. 84).

Meja učinkovitosti je izračunana ločeno za kotacijo in za prosti trg za obdobje od začetka leta 1999 do konca 2003. Izračunana je še skupna meja učinkovitosti za kotacijo in prosti trg s tremi modeli, v katerih so za pričakovane donosnosti in kovariance uporabljene povprečne vrednosti preteklega proučevanega obdobja. V dnevnem modelu je izračun

povprečnih letnih donosnosti in standardnih odklonov na podlagi dnevnih donosnosti, v tedenskem modelu na podlagi tedenskih in v mesečnem modelu na podlagi mesečnih donosnosti.

V prvi model so vključene le delnice, ki so kotirale pred začetkom proučevanega in so bile trgovane vsaj četrtno vseh trgovalnih dni v tem obdobju. Drugi model, v katerem so povprečne letne donosnosti izračunane na podlagi tedenskih donosnosti, vključuje delnice, s katerimi se je trgovalo vsaj polovico tednov; v tretjem modelu pa so povprečne letne donosnosti izračunane na podlagi mesečnih donosnosti, in vključuje delnice, s katerimi se je trgovalo vsak mesec v proučevanem obdobju. Dnevni model tako vključuje 43 delnic, tedenski 47 in mesečni le 29 delnic.

2.3. Povprečne donosnosti

Cena delnice, P , v obdobju t je enaka:

$$P_t = P_{t-1}e^{r_t} \quad (2.14)$$

iz česar sledi, da je donosnost te delnice, r , v obdobju t enaka (Dunis, 2003, str. 294; Benninga, 2001, str. 148):

$$r_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (2.15)$$

Alternativno temu zapisu bi bila pri diskretnem obrestovanju donosnosti (*ang. discretely compounded*) cena delnice P_t enaka:

$$P_t = P_{t-1}(1 + r_t^*) \quad (2.16)$$

in pripadajoča donosnost r_t^* enaka:

$$r_t^* = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \quad (2.17)$$

Obrestno obrestne donosnosti (*ang. continuously compounded returns*) so vedno nižje kot diskretno obrestovane, vendar razlika ni zelo velika. Ob predpostavki, da porazdelitev donosnosti preteklega obdobja predstavlja porazdelitev donosnosti za prihodnje obdobje, je obrestno obrestna donosnost primernejša mera donosnosti (Benninga, 2001, str. 149). Donosnosti, ki so definirane kot obrestno obrestne, tudi izključijo možnost negativne cene vrednostnega papirja.

Povprečna dnevna donosnost za posamezno delnico $E(r_A)$, če je bila delnica trgovana vsak dan se, lahko na podlagi obrestno obrestne donosnosti izračuna kot:

$$E(r_A) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n r_{At} \quad (2.18)$$

V nasprotnem primeru, ko delnica ni bila trgovana vsak dan, pa je $E(r_A)$ povprečna donosnost določenega obdobja. Problem nelikvidnosti se lahko zmanjša z uporabo tedenskih oziroma mesečnih donosnosti, in sicer tako, da se sešteje vse donosnosti v posameznem tednu oziroma mesecu.

2.4. Standardni odklon donosnosti

Varianca dnevnih (tedenskih, mesečnih) donosnosti je enaka povprečju kvadratov odklonov od pričakovanih donosnosti, standardni odklon pa je preprosto kvadratni koren variance.

$$\sigma_A^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (r_{At} - E(r_A))^2 \quad (2.19)$$

$$\sigma_A = \sqrt{\sigma_A^2} \quad (2.20)$$

Standardni odklon dnevni (tedenskih, mesečnih) donosnosti je enak σ_A , vendar le, če se je z delnico A trgovalo vsak dan (teden, mesec) v proučevanem obdobju.

2.5. Prilagoditev donosnosti in standardnih odklonov za število trgovalnih dni

Posamezne delnice imajo različno število trgovalnih dni, zaradi česar ni mogoče primerjati njihovih povprečnih dnevni (tedenskih, mesečnih) donosnosti in standardnih odklonov. Da bi prišli do primerljivih podatkov, je treba donosnosti in standardne odklone prilagoditi za dejansko število trgovanih dni.

$$D_A = \frac{\text{Število trgovanih dni}_A}{\text{Število trgovalnih dni}} \quad (2.21)$$

$$E(r_A)' = E(r_A) D_A \quad (2.22)$$

$$\sigma_A' = \sigma_A \sqrt{D_A} \quad (2.23)$$

Tabela 1: Porazdelitve dnevnih donosnosti posameznih delnic v obdobju od 1999 do 2003

Zap. št.	Oznaka delnice	Število opazovanj	Povprečna donosnost	Standardni odklon	Mera asimetrije	Mera sploščenosti	Zap. št.	Oznaka delnice	Število opazovanj	Povprečna donosnost	Standardni odklon	Mera asimetrije	Mera sploščenosti
1	ITBG	1245	0.000994	0.013463	0.382	8.871	66	TEHG	361	-0.003711	0.045447	-0.040	3.281
2	KRKG	1245	0.000591	0.012073	0.729	13.144	67	SKAG	358	0.000890	0.131730	0.100	15.400
3	MELR	1244	0.001204	0.012191	0.171	9.463	68	ZDDG	358	0.002888	0.093255	0.193	7.505
4	GRVG	1243	0.000826	0.012000	0.252	10.514	69	MILG	356	0.003228	0.031611	-0.287	21.382
5	PETG	1243	0.000600	0.010729	0.395	6.726	70	MAPG	350	0.000721	0.064468	-0.810	37.312
6	IEKG	1239	0.000840	0.012065	-0.235	10.745	71	AVCG	346	0.001648	0.120400	0.358	7.673
7	LKPG	1235	0.000727	0.010542	-0.207	17.773	72	RGS	341	-0.002388	0.184260	-0.032	6.504
8	MER	1219	0.000249	0.010658	0.075	6.602	73	KHKG	334	0.000693	0.099861	-0.360	11.182
9	KOLR	1217	0.000842	0.013304	0.607	6.385	74	IHPG	317	0.000569	0.233600	0.966	18.388
10	CICG	1162	0.000946	0.015712	0.415	44.275	75	IFFR	315	0.001073	0.018728	-0.173	6.090
11	RARG	1156	-0.000281	0.020723	-0.143	9.860	76	MOKG	306	-0.004097	0.155760	-0.283	34.789
12	DRPG	1129	0.000910	0.012206	0.234	7.811	77	POPG	295	-0.000131	0.165160	0.259	55.812
13	HDOG	1116	0.001297	0.015415	0.278	8.770	78	TUBG	291	0.004050	0.122090	-0.187	8.070
14	AELG	1090	0.000645	0.013589	-0.119	6.089	79	MHLG	289	0.003972	0.096119	4.903	65.180
15	EOKG	1032	-0.000272	0.018572	-0.117	6.062	80	LIZG	286	0.002605	0.180120	0.094	13.755
16	ETOG	1009	0.000876	0.014599	0.440	7.795	81	NKPG	277	0.000505	0.065033	-0.038	10.408
17	ZMTG	998	0.000460	0.022410	-0.091	8.067	82	MLHR	275	0.002602	0.033428	9.488	130.480
18	SAVA	988	0.000470	0.008883	0.328	7.123	83	GZRG	274	0.002239	0.042908	-0.114	3.487
19	TCRG	986	0.000943	0.013905	-0.217	8.416	84	ASVG	247	-0.003639	0.261600	-0.084	8.415
20	COMG	981	-0.000794	0.047471	-1.219	50.011	85	GORG	246	0.000823	0.110220	-0.997	29.608
21	PILR	963	0.000259	0.011754	0.394	8.555	86	KRHR	241	0.000994	0.086253	0.206	16.619
22	DELR	938	0.001375	0.028776	1.027	36.216	87	KEPG	238	0.001013	0.100140	0.151	10.320
23	ZTOG	937	0.000535	0.012786	0.368	6.779	88	USLG	236	-0.001988	0.166850	-0.076	12.357
24	TODG	928	0.000997	0.031107	0.110	9.604	89	FIRR	233	-0.000521	0.092128	0.252	43.185
25	FRAG	915	-0.000079	0.045914	-5.940	110.920	90	SKDR	231	0.009512	0.092557	1.711	22.413
26	PALG	900	0.000445	0.039671	0.436	33.547	91	TKMG	224	0.005901	0.092516	1.419	17.959
27	SLLG	894	0.001274	0.026150	0.103	8.937	92	VHLG	224	0.004292	0.153800	0.874	13.272
28	MEDR	827	0.001225	0.028262	0.362	10.581	93	INJG	211	0.006764	0.171130	0.107	19.701
29	ITSG	826	-0.000471	0.038765	0.441	20.671	94	JAMR	207	0.002639	0.073408	-0.880	52.914
30	CETG	775	0.001041	0.042059	0.541	18.436	95	TFDR	207	0.002947	0.015540	-1.748	30.645
31	ZKNG	774	0.000215	0.016074	0.572	11.272	96	GKRG	188	-0.001355	0.244300	-2.588	55.326
32	DZS	751	0.001075	0.026939	0.152	5.642	97	VIHR	182	0.000000	0.000786	0.029	85.204
33	PULG	733	0.000890	0.025283	-0.063	8.720	98	ZMDG	177	-0.001368	0.238540	-0.307	25.101
34	LLBG	732	0.000341	0.034499	-0.581	9.914	99	MAHR	165	0.004376	0.023787	0.957	10.769
35	SALR	725	0.002025	0.021021	-0.233	6.512	100	CRKG	162	0.003626	0.128530	-2.658	37.698
36	CHZG	694	0.001249	0.025248	-0.139	6.495	101	VLJG	153	0.005708	0.081408	4.811	49.108
37	KDHR	686	0.000281	0.025025	-2.586	37.963	102	IELG	151	0.006408	0.232320	2.075	32.303
38	GTKG	668	0.001179	0.027458	0.371	13.487	103	AKIR	150	0.001172	0.042918	-4.903	51.306
39	TEAG	642	0.001219	0.039512	-0.121	8.218	104	MKTG	141	-0.006689	0.222090	-0.019	6.111
40	MTSG	639	-0.000085	0.029678	-4.923	69.693	105	NALR	141	-0.000685	0.132320	-3.478	36.223
41	DMRG	614	0.000396	0.077467	-0.818	30.728	106	GLJG	135	-0.006175	0.543300	0.141	24.546
42	GHUG	589	0.000267	0.038011	-0.365	24.665	107	SIHG	122	-0.003658	0.225740	0.023	6.332
43	MAJG	584	0.001185	0.024905	0.115	6.063	108	MULG	120	-0.005422	0.235480	-4.083	41.811
44	AKMG	561	0.002667	0.078190	0.706	21.406	109	ETRG	119	0.010056	0.054343	2.742	25.143
45	POIR	542	0.000896	0.027800	0.081	18.783	110	TSOR	119	0.002583	0.309980	0.045	10.988
46	MIPG	538	0.001595	0.052832	-0.292	14.100	111	UPGR	79	-0.039601	0.795110	0.228	8.224
47	ICRG	537	-0.000358	0.114970	-0.826	27.529	112	MPLR	78	0.002466	0.468340	-0.298	15.828
48	PIRG	532	0.001085	0.058865	-0.764	65.937	113	AAPG	71	0.000682	0.026063	-1.547	9.991
49	JTKG	531	0.005328	0.050249	1.574	17.667	114	SELR	65	0.002462	0.026686	0.144	5.344
50	SVMG	495	-0.002875	0.118700	0.649	19.634	115	RKRG	62	-0.012471	0.569830	-0.085	4.366
51	LIVG	493	0.001012	0.058142	-0.948	22.210	116	NIKN	54	0.026390	0.042598	0.645	2.058
52	DPRG	483	-0.000637	0.025460	-0.153	6.596	117	CRIR	54	0.005777	0.066076	1.241	14.221
53	MKOG	479	0.002006	0.072456	0.115	15.620	118	KLLG	51	0.001118	0.104540	-0.693	7.638
54	JPIG	446	0.000282	0.066244	0.252	51.467	119	ZRCG	50	0.000486	0.407140	0.077	5.495
55	BELG	443	0.002058	0.032505	-0.619	6.401	120	ZVHR	40	0.003654	0.014319	0.372	2.664
56	GGBG	434	0.002146	0.086377	0.379	45.683	121	MSMG	37	-0.023492	0.681940	-0.035	4.247
57	JASG	431	0.002883	0.071563	-0.219	31.802	122	PDKR	37	0.003022	0.025803	3.012	13.228
58	IMTG	425	0.000800	0.183550	0.465	42.597	123	INTR	35	0.012308	0.302900	-0.112	5.237
59	KLAG	424	-0.001029	0.084447	0.766	12.798	124	VHDR	35	0.007598	0.029143	1.264	5.829
60	LSBG	376	0.000601	0.071208	-0.012	16.256	125	ZM2R	31	0.000063	0.018223	1.422	8.683
61	APAG	374	0.002372	0.194060	-0.196	60.711	126	INRG	24	-0.063465	0.650700	-0.027	4.017
62	MISG	373	0.001615	0.035656	0.287	20.879	127	JESG	22	-0.006476	0.613460	0.016	3.138
63	GPG	369	-0.000413	0.057991	-0.136	2.111	128	NF2R	12	-0.003717	0.019718	1.276	4.116
64	CAP1	366	-0.000580	0.061634	-0.445	17.727	129	KS2G	3	0.093082	0.151690	0.679	1.500
65	GDBG	363	-0.000986	0.054169	0.738	11.999	130	USAR	1	-0.014560	0.000000	-	-

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Povprečno donosnost obdobja posamezne delnice, $E(r_A)$, je treba pomnožiti s skalarjem D_A , standardni odklon donosnosti pa s $\sqrt{D_A}$. Povprečne donosnosti in standardni odkloni donosnosti so tako primerljivi ob predpostavki, da je bila delnica trgovana vsak dan v proučevanem obdobju (Alexander, 1998, str. 132). To je lahko zelo stroga predpostavka,

vendar ta ne spremeni parametrov delnic, s katerimi se je trgovalo vsak dan, parametre preostalih pa naredi primerljive.

Podatki o donosnostih in standardnih odklonih se največkrat izražajo na letni ravni, zato je treba te podatke pomnožiti s povprečnim številom trgovalnih dni v enem letu T (Wilmott, 2001, str. 713; Alexander, 1998, str. 125). Povprečna letna donosnost in njen standardni odklon sta enaka:

$$E(r_A)^l = E(r_A)T \quad (2.24)$$

$$\sigma_A^l = \sigma_A \sqrt{T} \quad (2.25)$$

2.6. Kovariance in korelacije

Markowitz je dokazal, da vlagatelj ne zanima tveganje, povezano z donosnostjo posameznega vrednostnega papirja, vendar koliko posamezen vrednostni papir prispeva k variabilnosti donosnosti celotnega premoženja. To pa se nanaša na vprašanje kovariance med posameznimi naložbami (Rubinstein, 2002, str. 1042).

Kovarianca donosnosti dveh naložb je enaka produktu korelacijskega koeficienta in standardnih odklonov naložb A in B in meri, kako se donosnosti dveh naložb gibljejo v razmerju ena do druge.

$$Cov(r_A, r_B) = \rho_{AB} \sigma_A \sigma_B \quad (2.26)$$

Z razpršitvijo ni mogoče izničiti vsega tveganja premoženja, ker so donosnosti med seboj povezane. Kolikšna je odvisnost med donosnostma dveh vrednostnih papirjev, se meri s korelacijskim koeficientom, ki je definiran kot:

$$\rho_{AB} = \frac{n(\sum r_A r_B) - (\sum r_A)(\sum r_B)}{\sqrt{\left[n\sum r_{At}^2 - (\sum r_A)^2 \right] \left[n\sum r_{Bt}^2 - (\sum r_B)^2 \right]}} \quad (2.27)$$

Korelacijskih koeficientov ni treba prilagoditi za število opazovanih enot, ker so ti že po definiciji standardizirani, saj njihova vrednost leži med -1 in 1 (Alexander, 1998, str. 126). Vendar pa majhno število opazovanih enot vpliva na točnost ocen korelacijskih koeficientov.

Korelacijski koeficienti likvidnejših delnic so v primerjavi z drugimi v povprečju višji in se gibajo med 0,30 in 0,56, donosnosti manj likvidnih delnic pa imajo nižje korelacije. Njihovi korelacijski koeficienti se v večini gibajo do 0,10. Povezava med donosnostmi delnic v kotaciji in donosnostmi delnic prostega trga je v precejšnjem številu primerov negativna, kar je vsekakor varljivo, saj dozdevno zelo vpliva na zmanjšanje tveganja premoženja, vendar je vzrok za to neustrezna likvidnost. Ob ponovni optimizaciji v drugem obdobju so uteži premoženja lahko popolnoma spremenjene.

2.7. Meja učinkovitosti (*ang. efficient frontier*)

Učinkovito premoženje je premoženje tveganih naložb, ki ima najmanjšo varianco donosnosti med premoženji z enakimi pričakovanimi donosnostmi (Benninga, 2001, str. 141; Bick, 2004, str. 12). Učinkovito premoženje je torej tisto, ki ima najvišjo pričakovano donosnost med premoženji z enakimi variancami donosnosti.

Premoženje dveh naložb ima pričakovano donosnost $E(r_P)$ in varianco σ_P^2 :

$$E(r_P) = w_A E(r_A) + w_B E(r_B) \quad (2.28)$$

$$\sigma_P^2 = w_A^2 \sigma_A^2 + w_B^2 \sigma_B^2 + 2w_A w_B \text{Cov}(r_A, r_B) \quad (2.29)$$

$$\sum_{i=A}^n w_i = 1 \quad (2.30)$$

Odločitev, katere naložbe bodo sestavljale premoženje, ne temelji le na pričakovanih donosnostih in variancah donosnosti vrednostnih papirjev, ampak je odvisna tudi od drugih vrednostnih papirjev v premoženju. Zato naj se ne bi ocenjevalo donosnosti in tveganja vsakega vrednostnega papirja posebej, temveč le skupaj za celotno premoženje.

Premoženje z najnižjim tveganjem je mogoče izračunati tako, da se poišče minimum σ_P^2 z odvajanjem glede na deleže posameznih naložb w_i in izenačitvijo prvega odvoda z 0:

$$\frac{\delta \sigma_P^2}{\delta w_1} = 2w_1 \sigma_1^2 + 2w_1 \sigma_2^2 - 2\sigma_2^2 + 2\text{Cov}(r_1, r_2) - 2w_1 \text{Cov}(r_1, r_2) = 0 \quad (2.31)$$

$$w_1 = \frac{\sigma_2^2 - \text{Cov}(r_1, r_2)}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\text{Cov}(r_1, r_2)} \text{ in } w_2 = 1 - w_1 \quad (2.32)$$

Premoženje z najvišjo pričakovano donosnostjo (učinkovito premoženje) ima $w_i=1$ pri max $E(r_i)$.

Enačba variance premoženja je lahko zapisana tudi v matrični obliki kot:

$$\sigma_p^2 = [w_1 \quad w_2] x \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} \quad (2.33)$$

Prednost uporabe matričnega zapisa je v tem, da se lahko posploši enačbo za n naložb:

$$E(r_p) = \mathbf{w}' \boldsymbol{\mu} \quad (2.34)$$

$$\sigma_p^2 = \mathbf{w}' \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w} \quad (2.35)$$

kjer je $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ vektor uteži v premoženju, $\boldsymbol{\Sigma}$ pa je $n \times n$ kovariančna matrika. Za matriko $\boldsymbol{\Sigma}$ velja predpostavka, da je simetrična in nenegativno definirana (Bick, 2004, str. 10).

Učinkovito premoženje je lahko matematično definirano kot premoženje, ki pri dani pričakovani donosnosti reši:

$$\min \sigma_p^2 = \mathbf{w}' \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w} \quad (2.36)$$

pri pogojih

$$E(r_p) = \mathbf{w}' \boldsymbol{\mu} \quad (2.37)$$

$$\sum_i w_i = 1 \quad (2.38)$$

$$w_i \geq 0 \quad (2.39)$$

Zadnje omejitve, da morajo biti deleži naložb v premoženju nenegativni, je mogoče tudi izpustiti. S tem pa je dopuščena možnost za kratko prodajo (*ang. short sale*), ki pa je večina vlagateljev nima.

Učinkovito premoženje z najnižjo varianco je premoženje, ki ima globalni minimum $\sigma_p^2 = \mathbf{w}' \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w}$ pri pogoju $\sum_i w_i = 1$. Katerokoli učinkovito premoženje x ima v primerjavi z vsemi drugimi premoženji, ki imajo enako pričakovano donosnost kot premoženje x , najnižji standardni odklon donosnosti.

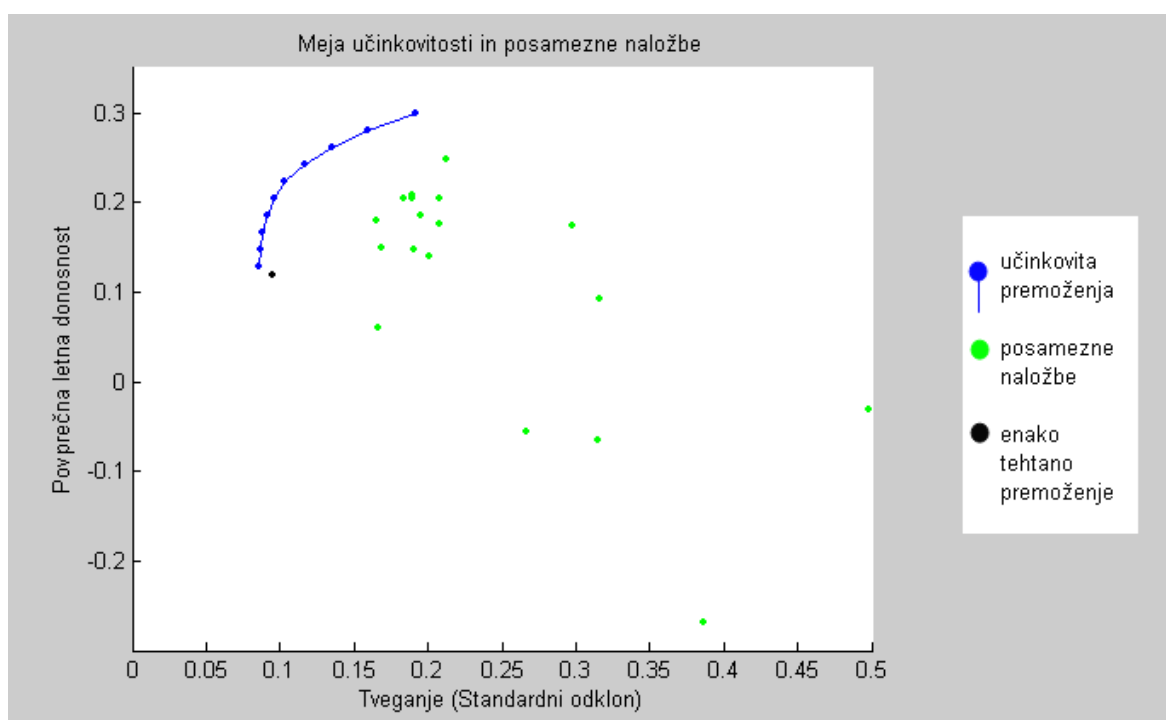
Z variiranjem deležev naložb v premoženju izračunamo premoženja z različnimi pričakovanimi donosnostmi in variancami. Premoženja, ki imajo pri določenih pričakovanih donosnostih najnižjo varianco donosnosti, sestavljajo mejo z najnižjimi variancami (*ang. minimum-variance frontier*). Del te meje, ki leži med premoženjem z globalnim minimumom variance in premoženjem z najvišjo pričakovano donosnostjo, se imenuje meja učinkovitosti (*ang. efficient frontier*) (Bodie, 2002, str. 225). Premoženje x je učinkovito, če leži na meji učinkovitosti, kar pomeni, da ne obstaja premoženje y , za katerega bi veljalo $E(r_y) > E(r_x)$ in $\sigma_y \leq \sigma_x$ (Benninga, 2001, str. 162).

M-V kriterij narekuje razpršitev za širok obseg $E(r_i)$ in σ_{ij} , kar pa ne pomeni, da nerazpršeno premoženje ne more biti učinkovito po M-V kriteriju. Ta kriterij ne narekuje le razpršitve, ampak pravo vrsto razpršitve. V težnji, da se zmanjša varianca, ni zadosti investirati v veliko različnih vrednostnih papirjev. Pri tem se je hkrati treba izogibati vrednostnim papirjem z visokimi kovariancami. Razpršiti je treba med vrednostnimi papirji podjetij v različnih panogah, najbolje v panogah z različnimi ekonomskimi značilnostmi (Markowitz, 1952, str. 89). Ta vrsta diverzifikacije se imenuje učinkovita dizezifikacija, saj uporablja oceno tveganja za minimiranje tveganja premoženja (Alexander, 2001, str. 165).

2.7.1. Meja učinkovitosti delnic kotacije

Model temelji na predpostavkah, da vlagatelj za vzpostavitev določenega premoženja ni zavezan k plačilu transakcijskih stroškov, da donosnosti naložb niso obdavčene in da delnice ne prinašajo dividend. Zadnja predpostavka ne vpliva na končno vrednost naložbe v delnico, saj se vsa pričakovanja o gibanju cene delnice kažejo v ceni. Tečaj delnice ob vsakem izplačilu dividende ob predpostavki ceteris paribus pade za vrednost dividende (Wilmott, 2000, str. 515). Predpostavka, da delnice ne prinašajo dividend, v večjem vplivu deluje prek drugega mehanizma. Izplačilo dividend namreč vpliva na korelacije med donosnostmi posameznih delnic in s tem na oblikovanje meje učinkovitosti, vendar je ta vpliv majhen, saj se dividende izplačujejo diskretno, enkrat do dvakrat na leto.

Slika 4: Meja učinkovitosti delnic kotacije in posamezne naložbe v obdobju od 1999 do 2003



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

V model so vključene delnice iz kotacije, ki so kotirale na Ljubljanski borzi vrednostnih papirjev pred letom 1999. Takšnih delnic je le 19 od sedanjih 31-ih, njihove povprečne letne donosnosti in standardni odkloni so izračunani na podlagi dnevnih donosnosti. Izračunanih je 10 premoženj na meji učinkovitosti, katerih donosnosti sledijo aritmetičnemu zaporedju.

Enako tehtano premoženje, v katerem vsaka delnica zavzema 1/19 vrednosti, ima povprečno letno donosnost 11,88 odstotka s standardnim odklonom 9,48 odstotka in je prikazano s črno točko v sliki 4. To premoženje ni učinkovito po M-V kriteriju, saj točno nad tem premoženjem leži premoženje z enako variabilnostjo donosnosti in višjo donosnostjo. Zelene točke v sliki 4 predstavljajo posamezne vrednostne papirje, ki sestavljajo mejo učinkovitosti.

Tabela 2: Učinkovita premoženja delnic kotacije in njihova struktura v obdobju od 1999 do 2003

Premoženje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Donosnost	0.1283	0.1473	0.1663	0.1854	0.2044	0.2235	0.2425	0.2616	0.2806	0.2997
Standardni odklon	0.0861	0.0866	0.0883	0.0912	0.0957	0.1034	0.1166	0.1358	0.1592	0.1923
Število delnic v premoženju	17	17	17	14	12	9	8	7	5	1
	Delež delnice v premoženju									
ITBG	0.0229	0.0320	0.0412	0.0527	0.0712	0.1038	0.1379	0.1709	0.1978	0.0000
KRKG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MELR	0.0140	0.0383	0.0626	0.0948	0.1461	0.2506	0.3930	0.5508	0.7098	1.0000
GRVG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PETG	0.0269	0.0144	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
IEKG	0.0326	0.0387	0.0448	0.0532	0.0612	0.0629	0.0296	0.0000	0.0000	0.0000
LKPG	0.0613	0.0633	0.0652	0.0617	0.0475	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MER	0.1267	0.1127	0.0987	0.0683	0.0113	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
KOLR	0.0717	0.0759	0.0800	0.0841	0.0881	0.0869	0.0733	0.0518	0.0203	0.0000
RARG	0.0385	0.0279	0.0174	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
DRPG	0.1119	0.1214	0.1309	0.1409	0.1510	0.1522	0.1362	0.1082	0.0709	0.0000
ALEG	0.0924	0.0927	0.0931	0.0906	0.0787	0.0347	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
EOKG	0.0631	0.0476	0.0320	0.0110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ETOG	0.1119	0.1169	0.1219	0.1261	0.1286	0.1192	0.0876	0.0438	0.0000	0.0000
ZMTG	0.0299	0.0275	0.0250	0.0213	0.0134	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TCRG	0.1123	0.1207	0.1290	0.1352	0.1405	0.1320	0.1009	0.0562	0.0012	0.0000
CHZG	0.0503	0.0519	0.0535	0.0580	0.0624	0.0578	0.0414	0.0184	0.0000	0.0000
GPG	0.0045	0.0027	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TEHG	0.0291	0.0155	0.0018	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Premoženje z globalnim minimumom standardnega odklona donosnosti predstavlja premoženje 1 s povprečno letno donosnostjo 12,83 odstotka in standardnim odklonom 8,61 odstotka. To premoženje je sestavljeno iz sedemnajstih od devetnajstih delnic, vključenih v model. Največji delež v tem premoženju predstavlja delnica MER z 12,67 odstotka, sledita ji DRPG in EOKG, vsaka s po 11,19 odstotka, in TCRG z 11,23 odstotka. Tri najpomembnejše delnice skupaj predstavljajo 35,05 odstotka vrednosti premoženja 1. V premoženje nista vključeni delnici KRKG in GRVG, kljub temu da imata povprečno letno donosnost 14,71 odstotka in 20,55 odstotka. Da sta ti delnici izključeni iz premoženja, je posledica kovarianc med delnicami, ki vplivajo na možnost, da je mogoče z različnimi kombinacijami preostalih delnic doseči premoženje z najnižjo variabilnostjo pri določenih donosnostih. Prva tri premoženja z najnižjimi donosnostmi imajo po 17 delnic, v vsakem nadaljnjem premoženju je razpršenost manjša, predzadnje premoženje pa vključuje le še 5

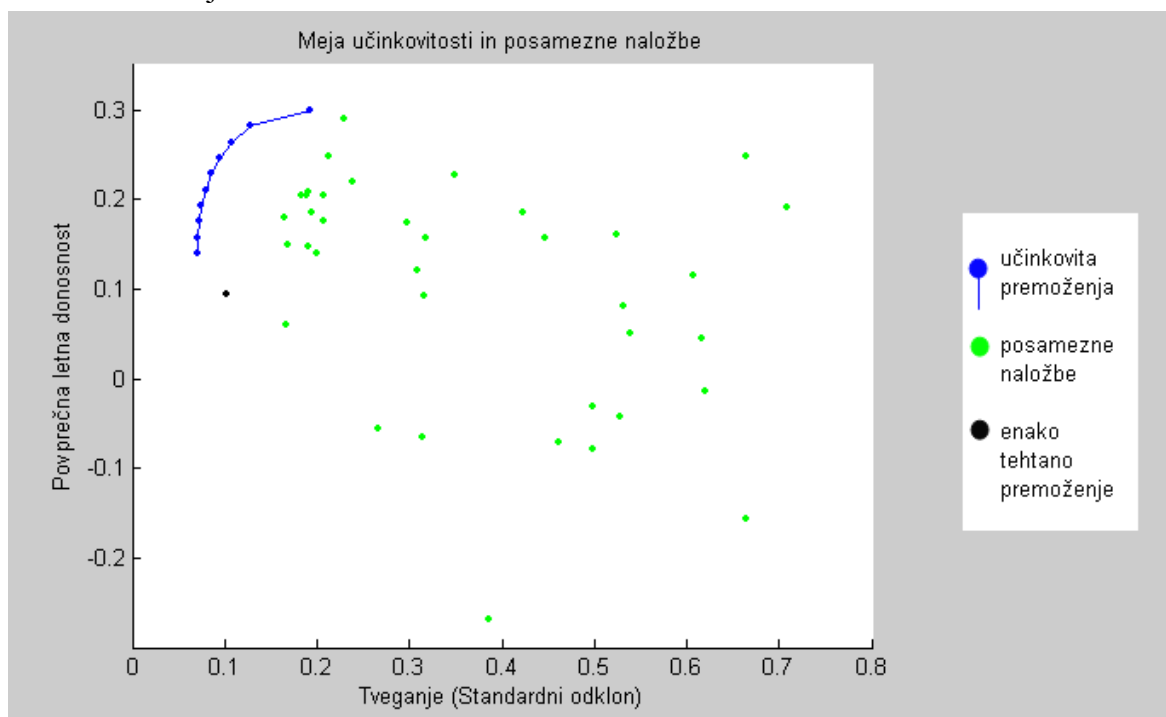
delnic. Prvih pet premoženj je relativno dobro razpršenih, saj vsebujejo 12 delnic ali več, delež posamezne delnice v učinkovitem premoženju pa ne presega 20 odstotkov. Deleži v posameznem učinkovitem premoženju so prikazani v tabeli 2, v kateri so delnice urejene po številu trgovanih dni v proučevanem obdobju.

2.7.2. Meje učinkovitosti delnic kotacije in prostega trga

Dnevni model uporablja za izračun povprečnih letnih donosnosti naložb in njihovih standardnih odklonov dnevne donosnosti. V ta model je vključenih 43 delnic na podlagi kriterija likvidnosti in začetka kotacije. Izključene so vse delnice, ki niso kotirale pred letom 1999, in delnice, s katerimi se je trgovalo manj kot četrtno vseh trgovalnih dni v proučevanem obdobju. Nelikvidnost namreč povečuje tveganje, saj se določene delnice ne da vedno prodati za določeno ceno oziroma bi prodaja takšne delnice lahko zelo vplivala na tečaj. Poleg tega je takšno tveganje nemogoče pravilno meriti z varianco donosnosti, ocene vseh parametrov, izračunanih na podlagi majhnega vzorca zaradi nelikvidnosti, pa so lahko zelo pristranske.

Izračunanih je 10 učinkovitih premoženj, med katerimi ima najnižjo donosnost premoženje 1, najvišjo pa premoženje 10. Razlika v donosnostih med premoženji je vedno enaka in znaša v tem primeru 1,775-odstotne točke.

Slika 5: Meja učinkovitosti delnic kotacije in delnic prostega trga ter posamezne naložbe v obdobju od 1999 do 2003



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Tabela 3: Učinkovita premoženja delnic kotacije in prostega trga ter njihova struktura v obdobju od 1999 do 2003 na podlagi dnevni donosnosti

Premoženje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Donosnost	0.1399	0.1577	0.1754	0.1932	0.2109	0.2287	0.2464	0.2642	0.2819	0.2997
Standardni odklon	0.0710	0.0714	0.0727	0.0753	0.0793	0.0857	0.0949	0.1084	0.1278	0.1923
Število delnic v premoženju	36	33	31	29	28	21	16	10	6	1
	Delež delnice v premoženju									
ITBG	0.0063	0.0120	0.0188	0.0282	0.0405	0.0534	0.0696	0.0835	0.0645	0.0000
KRKG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MELR	0.0129	0.0293	0.0506	0.0808	0.1185	0.1693	0.2379	0.3416	0.4825	1.0000
GRVG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PETG	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
IEKG	0.0256	0.0290	0.0327	0.0345	0.0379	0.0327	0.0106	0.0000	0.0000	0.0000
LKPG	0.0438	0.0429	0.0374	0.0256	0.0080	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MER	0.0778	0.0649	0.0435	0.0117	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
KOLR	0.0377	0.0392	0.0411	0.0436	0.0423	0.0393	0.0324	0.0063	0.0000	0.0000
CICG	0.0666	0.0718	0.0779	0.0846	0.0916	0.0993	0.1083	0.1120	0.0754	0.0000
RARG	0.0169	0.0093	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
DRPG	0.0864	0.0930	0.0998	0.1063	0.1101	0.1090	0.1023	0.0735	0.0000	0.0000
HDOG	0.0701	0.0813	0.0938	0.1080	0.1279	0.1552	0.1903	0.2369	0.2955	0.0000
ALEG	0.0546	0.0537	0.0519	0.0466	0.0336	0.0071	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
EOKG	0.0196	0.0095	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ETOG	0.0665	0.0693	0.0725	0.0765	0.0807	0.0805	0.0656	0.0243	0.0000	0.0000
ZMTG	0.0182	0.0162	0.0141	0.0116	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TCRG	0.0638	0.0703	0.0750	0.0797	0.0824	0.0818	0.0696	0.0266	0.0000	0.0000
COMG	0.0049	0.0032	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TODG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FRAG	0.0119	0.0099	0.0076	0.0045	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PALG	0.0106	0.0107	0.0096	0.0079	0.0051	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SLLG	0.0382	0.0414	0.0446	0.0494	0.0533	0.0582	0.0627	0.0672	0.0556	0.0000
ITSG	0.0208	0.0178	0.0141	0.0092	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CETG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0014	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000
CHZG	0.0282	0.0275	0.0280	0.0275	0.0249	0.0209	0.0102	0.0000	0.0000	0.0000
GTKG	0.0306	0.0313	0.0307	0.0288	0.0263	0.0210	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
TEAG	0.0167	0.0157	0.0145	0.0131	0.0114	0.0078	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000
ICRG	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PIRG	0.0117	0.0134	0.0145	0.0154	0.0136	0.0098	0.0041	0.0000	0.0000	0.0000
SVMG	0.0024	0.0015	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MKOG	0.0032	0.0037	0.0044	0.0044	0.0039	0.0018	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
JASG	0.0144	0.0152	0.0173	0.0197	0.0213	0.0233	0.0257	0.0282	0.0265	0.0000
LSBG	0.0067	0.0068	0.0069	0.0061	0.0037	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MISG	0.0349	0.0337	0.0322	0.0282	0.0229	0.0141	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
GPG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CAP1	0.0364	0.0360	0.0339	0.0295	0.0228	0.0110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
GSBG	0.0230	0.0196	0.0131	0.0038	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TEHG	0.0081	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SKAG	0.0000	0.0000	0.0001	0.0009	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MAPG	0.0205	0.0198	0.0180	0.0141	0.0104	0.0033	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
AVCG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
KHKG	0.0027	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

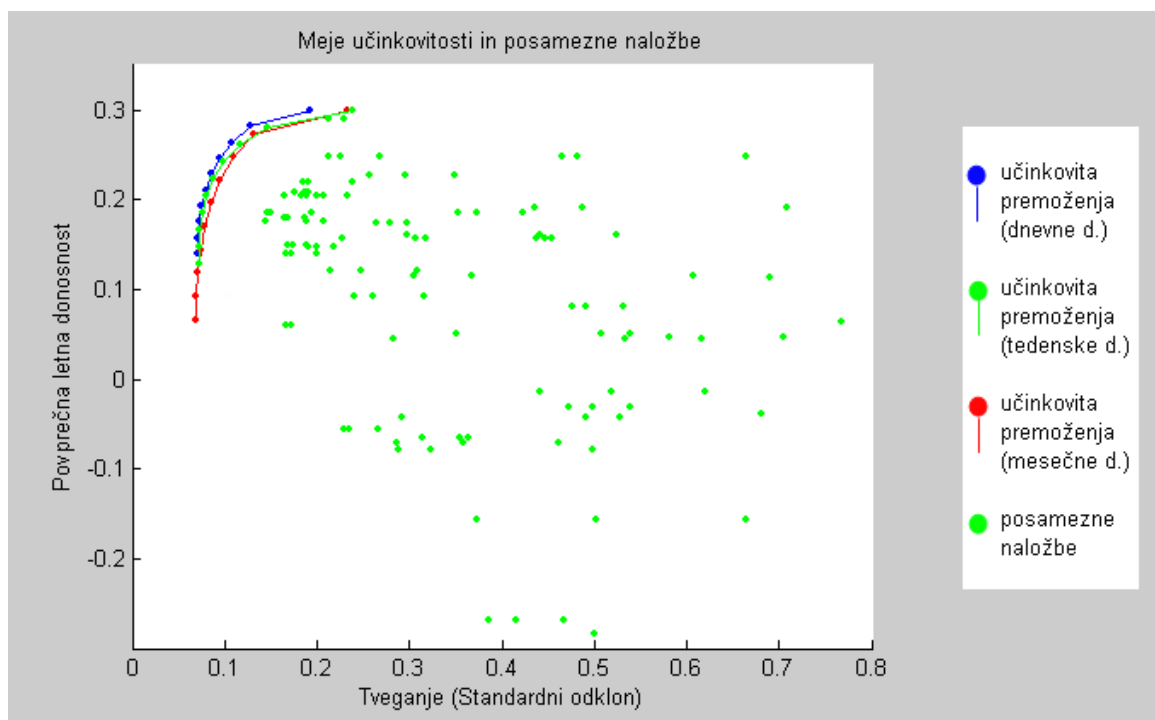
Premoženje z najmanjšo variabilnostjo donosnosti ima povprečno letno donosnost enako 13,99 odstotka in standardni odklon 7,10 odstotka. Premoženje z enakimi deleži naložb, ki ga v sliki 5 predstavlja črna točka, ima povprečno letno donosnost 9,41 odstotka in standardni odklon donosnosti 10,19 odstotka. Učinkovito premoženje z najvišjo donosnostjo je premoženje z eno samo naložbo, to je naložbo v delnico MELR s povprečno letno donosnostjo 29,97 odstotka in standardnim odklonom 19,23 odstotka.

Premoženje z najnižjo varianco vključuje 36 delnic, med katerimi ima največji delež v premoženju delnica DPRG, in sicer 8,64 odstotka, sledi ji delnica MER s 7,78 odstotka in HDOG s 7,00 odstotka. Vsako naslednje učinkovito premoženje, ki ima višjo donosnost in posledično višjo varianco, je manj razpršeno, saj vsako naslednje vsebuje manjše število delnic, delež najbolj zastopane delnice pa se prav tako povečuje. V devetem premoženju je

le še 6 različnih delnic, delnice MELR pa predstavljajo kar 48,25 odstotka vrednosti premoženja.

Iz teh delnic sta ponovno izračunani meji učinkovitosti, vendar tokrat na podlagi tedenskih in mesečnih donosnosti. Teden predstavljajo dnevi med ponedeljkom in petkom, tedenske donosnosti posamezne delnice pa so enake vsoti dnevni donosnosti³ določene delnice v tednu. Mesečne donosnosti predstavljajo vsote dnevni donosnosti v določenem trgovalnem mesecu, ki ga predstavljajo dnevi med prvim in zadnjim dnevom v mesecu. Večina delnic je nelikvidna, kar pomeni tudi manjše število opazovanj v določenem obdobju in različno število opazovanj med posameznimi delnicami. Z uporabo tedenskih ali mesečnih podatkov pa se lahko relativno število opazovanj v določenem obdobju poveča.

Slika 6: Primerjava mej učinkovitosti vseh delnic, izračunanih na podlagi dnevni, tedenskih in mesečni donosnosti, ter posamezne naložbe v obdobju od 1999 do 2003



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

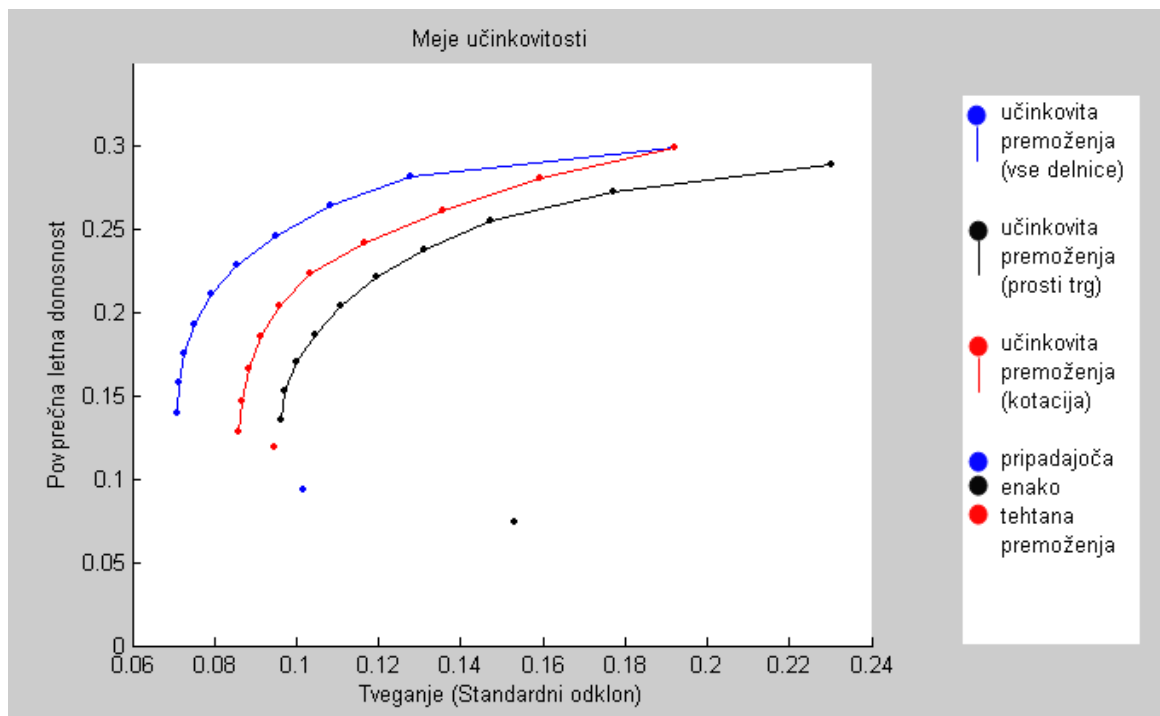
Povprečne letne donosnosti posameznih delnic so vedno enake, razlikujejo se le njihovi standardni odkloni donosnosti in korelacijski koeficienti med njimi, zaradi česar pride do različnih kovariančnih matrik. Standardni odkloni donosnosti, izračunani iz dnevni donosnosti, so pri likvidnih delnicah manjši kot v primeru, ko so ti izračunani na podlagi tedenskih ali mesečni donosnosti. Obratno je pri manj likvidnih delnicah. Pri manj likvidnih delnicah so standardni odkloni donosnosti, izračunani za daljše obdobje (teden,

³ Glej enačbo 2.15 na strani 15.

meseč), manjši kot v primerih, ko so ti izračunani iz dnevni donosnosti. Meja učinkovitosti, izračunana na podlagi dnevni donosnosti, ki jo v sliki 6 prikazuje modra meja, ima najmanjšo variabilnost donosnosti učinkovitih premoženj. Zelena meja prikazuje mejo učinkovitosti, izračunano iz tedenskih donosnosti, in ima nekoliko večjo variabilnost kot prva meja, vendar manjšo kot meja učinkovitosti, izračunana na podlagi mesečni donosnosti, ki jo v sliki prikazuje rdeča meja.

Najboljšo sliko kaže meja učinkovitosti, ki je izračunana na podlagi dnevni donosnosti. To pa ne zaradi dejstva, ker ima najmanjšo volatilitnost donosnosti, ampak zaradi manjše pristranskosti. Meji učinkovitosti, izračunani na podlagi tedenskih in mesečni donosnosti, ne odsevata prave slike variabilnosti donosnosti posameznih naložb, saj lahko ta z grupiranjem podatkov postane drugačna. Grupiranje dnevni donosnosti v tedenske ali mesečne prav tako zamegli vplive korelacije med posameznimi delnicami in tako vpliva na različne strukture posameznih premoženj. Premoženja, izračunana iz treh različic donosnosti, imajo nekoliko različne strukture naložb, le učinkovito premoženje z najvišjo donosnostjo v vseh primerih predstavlja delnica MELR.

Slika 7: Meje učinkovitosti in enako tehtana premoženja delnic kotacije, delnic prostega trga ter vseh delnic skupaj v obdobju od 1999 do 2003 na podlagi dnevni donosnosti



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Pri računanju meje učinkovitosti za delnice kotacije in prostega trga se pojavljajo težave zaradi netrgovanja z določenimi delnicami. Kljub izključitvi vseh delnic, s katerimi se ni trgovalo več kot četrtno vseh dni v dnevnem modelu ali polovico vseh tednov v tedenskem modelu, se ne odpravi vseh težav zaradi nelikvidnosti. Za posamezno obdobje

se te meje ne da izračunati, saj obstajajo primeri, da določena delnica nima niti enega istega trgovalnega dneva kot druge delnice, kar onemogoča izračun korelacijskih koeficientov za to delnico. Slika 7 prikazuje primerjavo meje učinkovitosti kotacije in meje učinkovitosti prostega trga ter meje učinkovitosti vseh delnic skupaj. Donosnosti učinkovitih premoženj delnic kotacije so manj variabilne, kar pomeni, da so ta premoženja manj tvegana. Če pa so oblikovana učinkovita premoženja iz vseh delnic, so donosnosti teh manj variabilne kot donosnosti premoženja kotacije ali prostega trga posebej, vpliv dodatnih delnic na zmanjšanje variabilnosti donosnosti pa je precejšen. Delnice na prostem trgu so v povprečju manj likvidne, zato lahko vključevanje teh delnic vpliva na pristranskost rezultatov, saj ocene korelacijske in kovariančne matrike ter ocene povprečnih letnih donosnosti temeljijo na zelo majhnem številu opazovanj. Poleg večje variabilnosti donosnosti teh delnic so zanje značilne tudi večje spremembe pričakovanih donosnosti in kovariančnih matrik.

2.7.3. Meja učinkovitosti delnic kotacije in prostega trga, izračunana z modeloma na podlagi tedenskih in mesečnih donosnosti

Zaradi nelikvidnosti je meja učinkovitosti za obdobje od začetka leta 1999 do konca leta 2003 ocenjena še s tedenskim modelom, v katerem so povprečne letne donosnosti izračunane na podlagi tedenskih donosnosti. Teden predstavljajo trgovalni dnevi med ponedeljkom in petkom. V tem obdobju je tako 260 trgovalnih tednov, v model pa so vključene le redne delnice iz kotacije in prostega trga, ki so bile trgovane vsaj polovico trgovalnih tednov v tem obdobju.

Ta postopek je še enkrat ponovljen z mesečnim modelom, kjer so za izračun povprečnih letnih donosnosti, standardnih odklonov in korelacijske matrike uporabljene mesečne donosnosti, ker je normalna porazdelitev dobra aproksimacija porazdelitve mesečnih donosnosti (Aparicio, 2001, str. 16). V tem obdobju je 60 trgovalnih mesecev, v model pa so v tem primeru vključene le delnice, ki so bile trgovane vsak mesec v proučevanem obdobju⁴.

V tedenski model je vključenih 47 delnic iz kotacije in prostega trga, v mesečni model pa le 29⁵. Meja učinkovitosti, ocenjena s tedenskim modelom, ima nekoliko višjo variabilnost donosnosti kot meja, ocenjena z modelom, v katerem so vhodni parametri izračunani iz dnevnih donosnosti, medtem ko imajo učinkovita premoženja, ocenjena z mesečnim modelom, večjo variabilnost donosnosti kot premoženja, ocenjena z drugima modeloma. Poleg vedno večje variabilnosti v vsakem modelu se spreminja tudi razpršenost naložb v posameznih premoženjih. Premoženje z najnižjo variabilnostjo donosnosti v dnevnem

⁴ Glej prilogo D.

⁵ V mesečnem modelu so le delnice, ki so bile trgovane vsak mesec v proučevanem obdobju.

modelu vključuje 84 odstotkov vseh delnic v modelu. V tedenskem modelu tako premoženje vključuje le še 68 odstotkov, v mesečnem modelu pa le 52 odstotkov vseh delnic, vključenih v posamezen model.

2.8. Optimalno premoženje delnic kotacije

Meja učinkovitosti sama po sebi ne opredeli, katero učinkovito premoženje izbrati. Vsaki naložbi ali premoženju se lahko pripiše premica trga kapitala (*ang. capital allocation line*), katere naklon meri razmerje med donosnostjo in variabilnostjo. Tako se lahko pripiše premica CAL tudi vsakemu učinkovitemu premoženju, med katerimi je optimalno tisto, ki ima najvišji naklon premice CAL (Wilmott, 2000, str. 718).

$$\text{Max}_{w_i} S_p = \frac{E(r_p) - r_f}{\sigma_p} \quad (2.40)$$

$$\sum w_i = 1 \quad (2.41)$$

Učinkovito premoženje, skozi katerega poteka CAL z najvišjim naklonom, se imenuje učinkovito tržno premoženje (*ang. market portfolio*), CAL pa se v tem primeru imenuje CML (*ang. capital market line*) (Wilmott, 2000, str. 717). CML povezuje netvegano naložbo in optimalno tržno premoženje (Bodie, 2002, str. 266).

Tobin (1958, str. 84) je dokazal, da vsi vlagatelji ob predpostavki, da vsi uporabljajo Markowitzev model z enakimi pričakovanimi porazdelitvami donosnosti in enake vrednostne papirje, izberejo isto premoženje na meji učinkovitosti – tisto, ki se dotika CAL z najvišjim naklonom. Razlikujejo se le po deležih, investiranih v netvegane naložbe in tvegano premoženje (*ang. risky portfolio*) oziroma tržno premoženje (*ang. market portfolio*). Kolikšen delež bo posamezen vlagatelj namenil za naložbo v tržno premoženje, je odvisno od njegove stopnje nenaklonjenosti tveganju. Vlagatelji, ki so manj naklonjeni tveganju, bodo večji delež investirali v netvegane naložbe in razliko v optimalno tržno premoženje ter obratno. Tobinov dokaz se danes imenuje teorem dveh ločenih skladov (*ang. two-fund separation theorem*).

Temeljna predpostavka za uporabo modela za izračun učinkovitih premoženj je, da je prihodnost na kapitalskih trgih odsev podatkov o gibanju vrednostnih papirjev v preteklosti, kar pomeni, da so povprečne vrednosti in kovariance podobne tistim iz preteklosti. Takšno predpostavko je sicer težko zagotoviti za realne, vedno spreminjajoče se kapitalske trge (Nie, 2003, str. 2). Za izboljšanje modela nekateri navajajo tudi možnosti, da se historičnim podatkom dodelijo različne uteži pri izračunavanju povprečnih vrednosti, tako da se časovno bolj oddaljenim opazovanim enotam dodeli manjša teža (Benati, 2003, str. 581).

Ob predpostavki, da predstavljajo povprečne letne donosnosti posameznih delnic in kovariance med njimi pričakovanja o povprečnih donosnostih in njihovih kovariancah za naslednje leto, netvegano naložbo pa 12-mesečna zakladna menica, je mogoče izbrati optimalno premoženje na meji učinkovitosti, ki jo sestavljajo redne delnice kotacije. 12-mesečne zakladne menice DZM23 z zapadlostjo 27. 1. 2005 so bile izdane 29. 1. 2004 po ceni 95,006, pri kateri dosegajo donosnost do dospelja 5,29 odstotka (Ministrstvo za finance, 2004). Na podlagi te donosnosti, je mogoče predpostaviti, da je bila na začetku leta 2004 donosnost netveganih naložb r_f z enoletnim rokom dospelosti enaka 0,0529. Za uporabljen model se ustrezno donosnost izračuna kot:

$$r_f^* = \ln(1 + r_f) \quad (2.42)$$

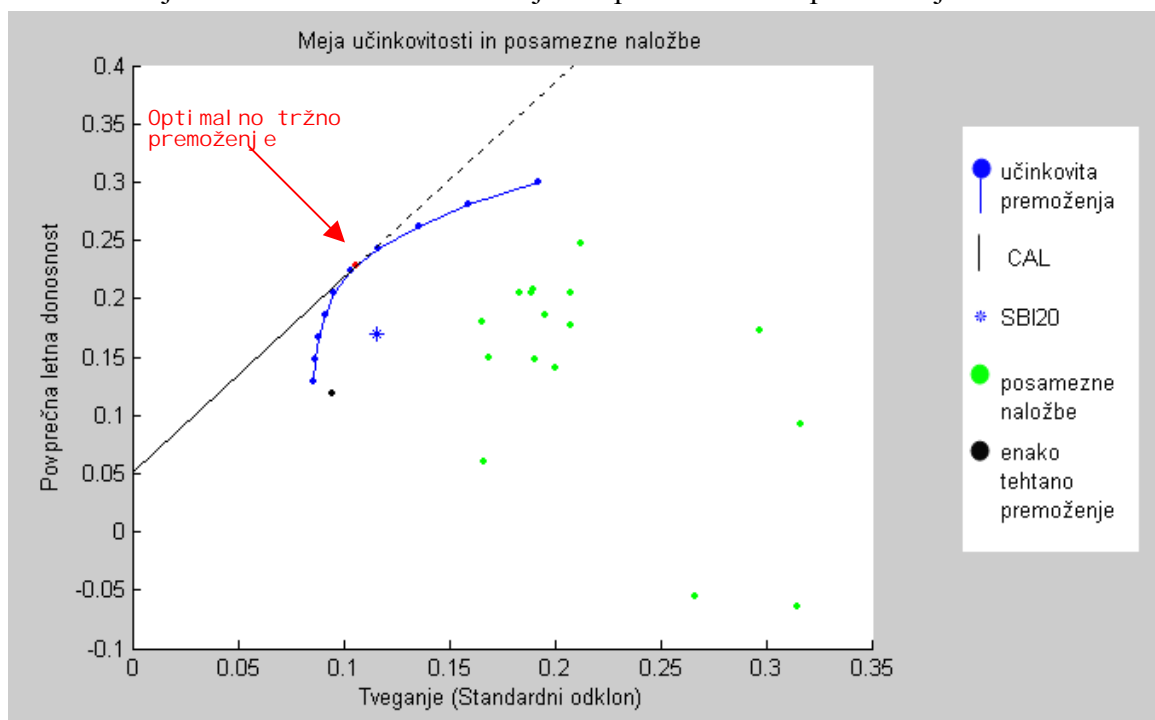
$$r_f^* = 0,05151 \quad (2.43)$$

Tabela 4: Deleži vrednosti delnic v optimalnem tržnem premoženju

Delnica	ITBG	KRKG	MELR	GRVG	PETG	IEKG	LKPG	MER	KOLR	RARG
Delež v premoženju	0.1113	0.0000	0.2819	0.0000	0.0000	0.0556	0.0000	0.0000	0.0839	0.0000
Delnica	DRPG	ALEG	EOKG	ETOG	ZMTG	TCRG	CHZG	GPG	TEHG	
Delež v premoženju	0.1486	0.0270	0.0000	0.1122	0.0000	0.1252	0.0542	0.0000	0.0000	

Vir: Ljubljanska borza; Ministrstvo za finance; lastni izračuni, 2004.

Slika 8: Meja učinkovitosti delnic kotacije in optimalno tržno premoženje



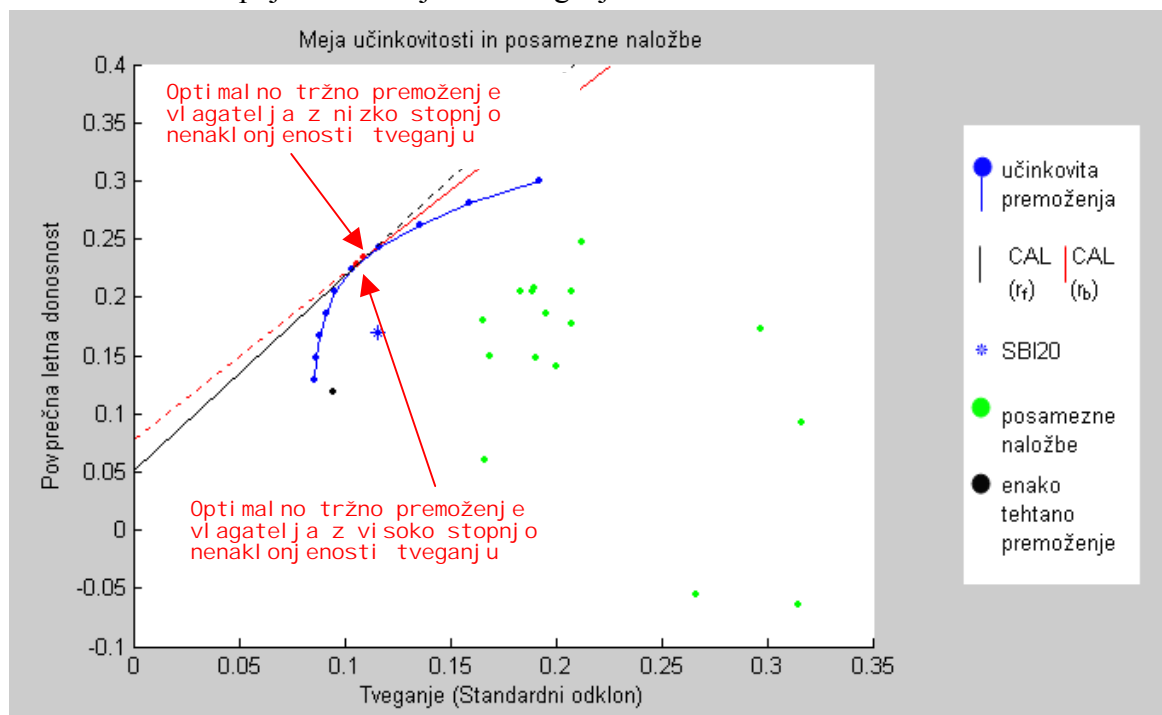
Vir: Ljubljanska borza; Ministrstvo za finance; lastni izračuni, 2004.

Pričakovana donosnost optimalnega tržnega premoženja, ki ga prikazuje stičišče med CAL in mejo učinkovitosti v rdeči točki v sliki 8, je enaka 22,77 odstotka, njen standardni odklon pa 10,58 odstotka. To premoženje ima najvišji naklon CAL, ki znaša 1,6654, kar

pomeni, da vlagatelj pričakuje za 1,67-odstotne točke višjo donosnost, če sprejme dodatno enoto tveganja. Povprečna letna donosnost slovenskega borznega indeksa –SBI20 je v proučevanem obdobju znašala 16,99 odstotka, pripadajoči standardni odklon pa 11,54 odstotka. Sklepati je mogoče, da bi bila naložba v ta razpršen indeks neučinkovita, saj donosnost tega indeksa dosega približno 8 odstotnih točk nižjo donosnost kot premoženje z enakim tveganjem na CAL.

Z vključitvijo netvegane naložbe v model je mogoče izbrati optimalno premoženje, ki dominira vsa druga učinkovita premoženja. To premoženje je primerno za vse vlagatelje, ki so nenaklonjeni tveganju, razlika je le ta, kolikšen delež bodo investirali v to premoženje in koliko v netvegane naložbe. Vlagatelji, ki so zelo nenaklonjeni tveganju, bodo držali večji delež netveganih naložb in majhen delež optimalnega tvegane premoženja. Vlagatelji, ki so pripravljeni sprejeti večje tveganje, da bi dosegli višje pričakovane donosnosti, se morajo dodatno zadolžiti in to vsoto investirati v učinkovito tržno premoženje, še vedno pa ostanejo na CAL. V sliki se le premaknejo proti desni. CAL se zaradi razlik med aktivnimi in pasivnimi obrestnimi merami desno od stične točke z mejo učinkovitosti prelomi in je nekoliko manj strma, zaradi česar se dobi novo dotikališče CAL in meje učinkovitosti.

Slika 9: Meja učinkovitosti delnic kotacije in optimalno tržno premoženje vlagatelja z nizko stopnjo nenaklonjenosti tveganju



Vir: Ljubljanska borza; Ministrstvo za finance; SKB banka, d.d.; lastni izračuni, 2004.

Obrestna mera za potrošniške kredite do enega leta se je v začetku leta 2004 gibala med 7,5 odstotka in 8,5 odstotka na leto, odvisno od bonitete kreditjemalca (SKB banka, d. d., 2004). Če se predpostavi, da se lahko nekdo zadolži pri obrestni meri 8 odstotkov, bo tak

vlagatelj izbral premoženje, ki ga ponazarja rdeča točka, v kateri je CAL (r_b) tangenta na meji učinkovitosti v sliki 9.

Vlagatelji z nižjo stopnjo nenaklonjenosti tveganju bodo vedno izbrali isto učinkovito premoženje s pričakovano donosnostjo 23,35 odstotka ter standardnim odklonom 10,97 odstotka. Za koliko se bodo zadolžili, je odvisno le od stopnje naklonjenosti tveganju. Pri takšnih pričakovanih donosnostih in obrestni meri za zadolževanje se pričakovana donosnost poveča za 1,43-odstotne točke pri povečanju tveganja za eno enoto (in ne več 1,67-odstotne točke). Premica CAL, ki prikazuje vse mogoče učinkovite kombinacije za vlagatelje z nizko stopnjo nenaklonjenosti tveganju, ima manjši naklon kot CAL, ki povezuje vse učinkovite kombinacije za vlagatelje z višjo stopnjo nenaklonjenosti tveganju.

Tabela 5: Optimalno tržno premoženje tveganju vlagatelja z nizko stopnjo nenaklonjenosti tveganju

Delnica	ITBG	KRKG	MELR	GRVG	PETG	IEKG	LKPG	MER	KOLR	RARG
Delež v premoženju	0.1218	0.0000	0.3256	0.0000	0.0000	0.0454	0.0000	0.0000	0.0798	0.0000
Delnica	DRPG	ALEG	EOKG	ETOG	ZMTG	TCRG	CHZG	GPG	TEHG	
Delež v premoženju	0.1437	0.0164	0.0000	0.1026	0.0000	0.1156	0.0492	0.0000	0.0000	

Vir: Ljubljanska borza; Ministrstvo za finance; SKB banka, d. d.; lastni izračuni, 2004.

Vlagatelji, ki so tveganju manj nenaklonjeni in zato v celotno premoženje ne vključujejo netveganih naložb, vendar niso toliko naklonjeni tveganju, da bi se zadolževali, zato da bi lahko več investirali na kapitalskem trgu, bodo izbrali premoženje na meji učinkovitosti med obema rdečima točkama v sliki 9. To pomeni, da bo zanje optimalno premoženje imelo pričakovano donosnost med 22,77 odstotka in 23,35 odstotka s standardnim odklonom med 10,58 odstotka in 10,96 odstotka (Bodie, 2002, str. 239).

Kljub velikim možnostim za uporabo zaradi primernosti in enostavnosti skriva M-V pristop tudi resne težave. Učinkovita premoženja velikokrat niso zelo razpršena in imajo tendenco vključevanja naložb s primerljivimi tveganji, poleg tega pa je potrebna tudi redna realokacija naložb v premoženju zaradi nestacionarnosti ocen kovariančne matrike (Sornette, 2000, str. 64).

Uporaba historičnih podatkov pri oblikovanju pričakovanj o donosnostih in njihovih kovariancah skupaj z nizko stopnjo razpršitve naložb nakazuje, da bi bilo treba pri oblikovanju pričakovanj upoštevati napako ocene. Ena možnost je, da se te napake upošteva pri vhodnih parametrih in prilagodi pričakovanja, druga možnost pa je omejevanje deležev posameznih naložb v premoženju. Omejevanja deležev posameznih naložb se poslužuje večina skladov, v katerih naložba v en vrednostni papir ne sme presežati nekaj odstotkov. Dodatne omejitve zmanjšujejo varianco donosnosti učinkovitih premoženj in s tem tudi pričakovane donosnosti, vendar se tu pojavlja vprašanje, ali to zmanjšanje pričakovane donosnosti odtehta zmanjšanje variabilnosti (Grauer, 2000, str. 1268).

Optimalno premoženje na meji učinkovitosti je mogoče poiskati le za krajši časovni horizont, saj na dolgi rok nobena naložba ni netvegana (*ang. risk-free*) oziroma nima nespremenjenega razmerja med donosnostjo in tveganjem. Različna tveganja vplivajo tudi na t. i. netvegano naložbo na daljši rok. Inflacija, spreminjanje obrestne mere in tveganja, povezana z deviznimi tečajji, vplivajo na donosnost netvegane naložbe, tako da ima tudi ta naložba določeno stopnjo tveganja. Zaradi tega bi bilo potrebno pri daljših časovnih horizontih tudi t. i. netvegano naložbo optimirati s preostalimi naložbami (Cohen, 2003, str. 83). Posledica tega bi bila spremenjena meja učinkovitosti, izginila bi optimalna CAL oziroma CML (*ang. capital market line*) v optimizaciji s CAPM modelom, poleg tega pa ne bi več veljal teorem dveh ločenih skladov (Bodie, 2002, str. 197).

2.9. Primerjava donosnosti premoženj

Struktura premoženja je odvisna od pričakovanih donosnosti naložb in kovariance med njimi. Ti parametri se ocenjujejo z različnimi modeli, vendar imajo vsi modeli skupno lastnost. Vsak pripelje le do pričakovanih vrednosti, ki se v večini primerov razlikujejo od dejanskih realiziranih vrednosti.

Meja učinkovitosti, ki jo sestavljajo redne delnice v kotaciji, je ponovno ocenjena za obdobje od 1999 do vključno 2002. Povprečne letne donosnosti in njihove kovariance, izračunane na podlagi teh štirih let, predstavljajo pričakovane donosnosti in njihove pričakovane kovariance za naslednje leto. Pričakovane donosnosti in standardni odkloni donosnosti premoženj so primerjani z dejanskimi rezultati teh premoženj v letu 2003.

Netvegano naložbo v začetku leta 2003 predstavlja 12-mesečna zakladna menica DZM 17, z donosnostjo do dospelja 8,3886 odstotka (Ministrstvo za finance, 2004). Premoženje z enakimi deleži delnic je imelo v letu 2003 15,55-odstotno donosnost, kar je bilo za 4,48 odstotne točke več, kot je bila pričakovana donosnost tega premoženja oziroma povprečna letna donosnost v obdobju od začetka leta 1999 do konca leta 2002. Premoženje z minimalno varibilnostjo donosnosti je presešlo pričakovano donosnost za 2,74 odstotne točke in realiziralo 15,38-odstotno donosnost. Optimalno premoženje je v tem letu imelo le 13,55-odstotno donosnost, kar je bilo 11,17 odstotne točke manj, kot je znašala povprečna letna donosnost v preteklem štiriletnem obdobju.

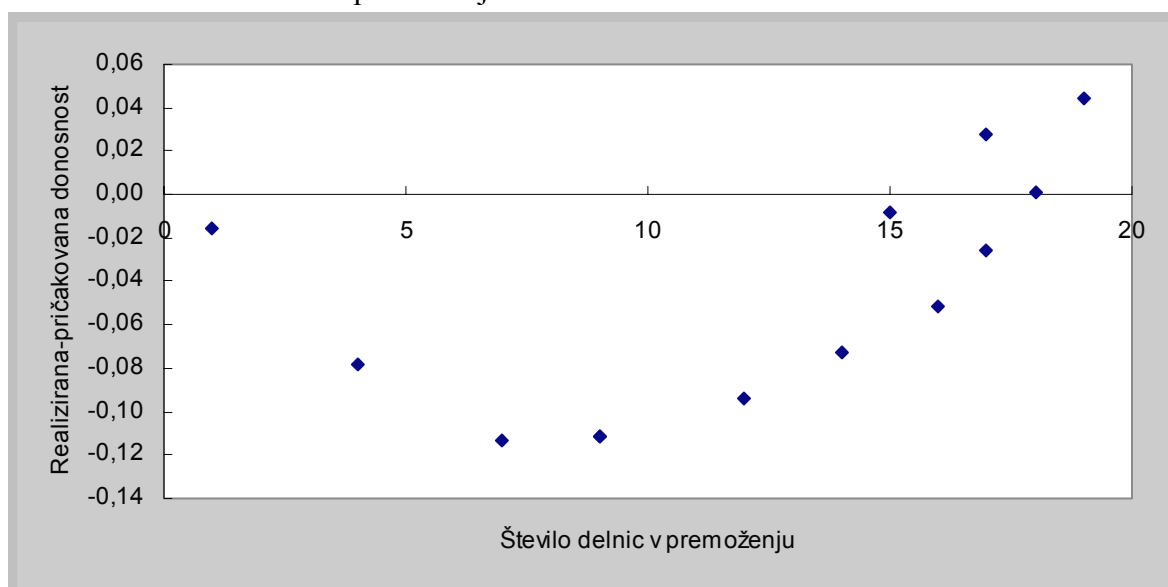
Med učinkovitimi premoženji je imelo najmanjšo absolutno razliko med dejansko in pričakovano donosnostjo premoženje 2. Ta je znašala le 0,08 odstotne točke. Najmanjša razlika med dejansko in pričakovano donosnostjo je pri učinkovitem premoženju, ki ima največje število delnic oziroma je najbolj razpršeno. Ta razlika se, razen pri zadnjih dveh učinkovitih premoženjih, povečuje z zmanjševanjem števila delnic v premoženju, kot prikazuje slika 10.

Tabela 6: Primerjava dejanskih in pričakovanih donosnosti ter standardnih odklonov donosnosti premoženj

Premoženje	Donosnost			Standardni odklon			Število delnic
	Dejanska	Pričakovana	Razlika	Dejanski	Pričakovan	Razlika	
Enako tehtano	0,1555	0,1107	0,0448	0,0896	0,0962	-0,0067	19
Optimalno	0,1355	0,2472	-0,1117	0,0968	0,1089	-0,0121	9
Min. st. odklon	0,1538	0,1265	0,0274	0,0835	0,0872	-0,0037	17
2	0,1469	0,1461	0,0008	0,0841	0,0876	-0,0035	18
3	0,1404	0,1657	-0,0254	0,0851	0,0889	-0,0038	17
4	0,1342	0,1854	-0,0512	0,0868	0,0910	-0,0042	16
5	0,1328	0,2050	-0,0723	0,0892	0,0942	-0,0050	14
6	0,1310	0,2247	-0,0936	0,0921	0,0993	-0,0072	12
7	0,1329	0,2443	-0,1114	0,0961	0,1072	-0,0111	9
8	0,1510	0,2639	-0,1130	0,1035	0,1241	-0,0207	7
9	0,2049	0,2836	-0,0786	0,1154	0,1561	-0,0407	4
10	0,2877	0,3032	-0,0155	0,1444	0,2026	-0,0581	1
SBI20	0,1637	0,1714	-0,0078	0,0932	0,1204	-0,0272	15

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Slika 10: Razlika med dejansko in pričakovano donosnostjo premoženj v odvisnosti od števila delnic v premoženju

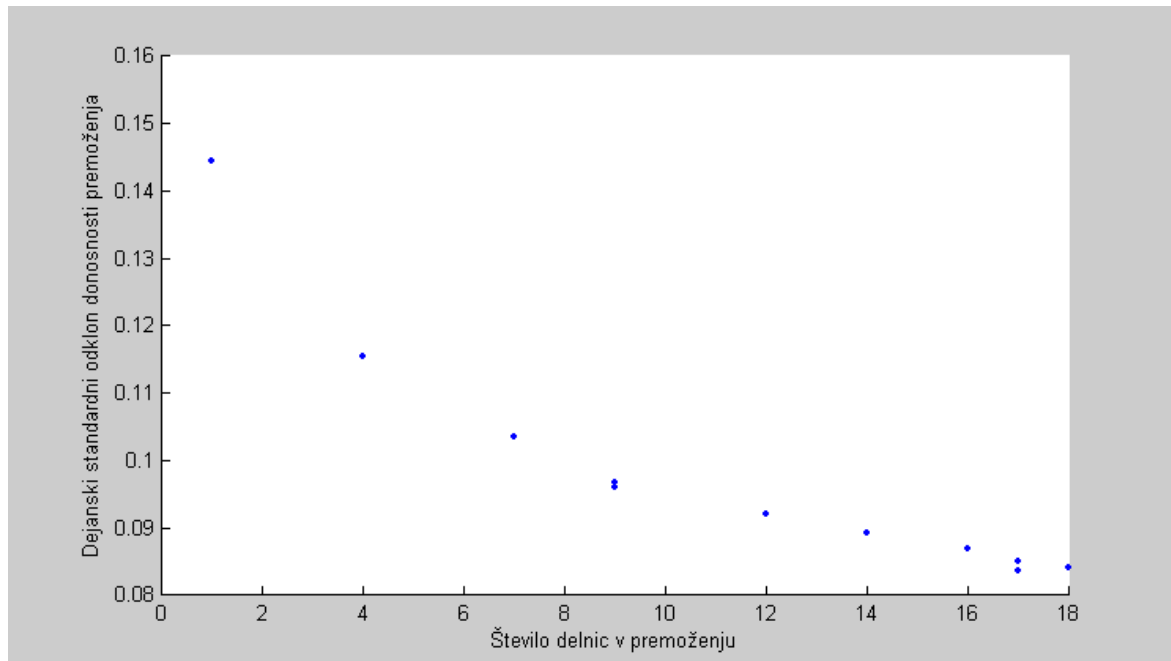


Vir: Lastni izračuni, 2004.

Dejanska variabilnost donosnosti premoženj je bila v vseh primerih nižja od pričakovane. Najmanjša razlika je zopet pri premoženju 2, ki vsebuje med učinkovitimi premoženji največje število delnic.

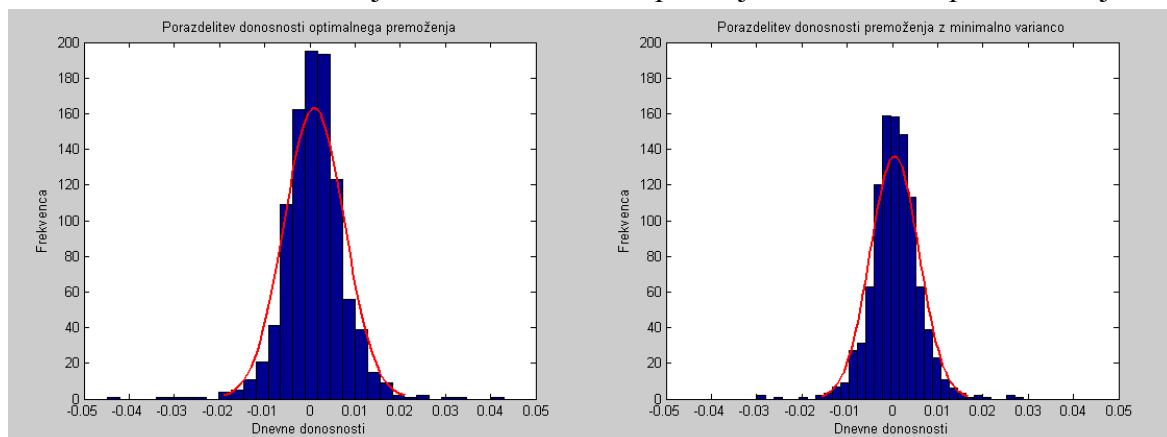
Slika 11 prikazuje dejansko variabilnost donosnosti učinkovitih premoženj v odvisnosti od števila delnic. Premoženja z večjim številom delnic imajo manjšo variabilnost donosnosti, vendar pa se te variabilnosti le s povečevanjem števila delnic v premoženju ne da izničiti, ker so donosnosti med seboj pozitivno povezane. S povečevanjem števila delnic v premoženju se variabilnost le asimptotično približuje neki stopnji tveganja, ki predstavlja tveganje trga (*ang. market risk*). Z učinkovito razpršitvijo naložb je tveganje hitreje oziroma z manjšim številom delnic znižano na raven tržnega tveganja kot pri navni oziroma preprosti razpršitvi.

Slika 11: Standardni odklon učinkovitega premoženja v odvisnosti od števila delnic, vključenih v premoženje v letu 2003



Vir: Lastni izračuni, 2004.

Slika 12: Porazdelitvi donosnosti optimalnega premoženja in premoženja z minimalno varianco v obdobju od 1999 do 2002 v primerjavi z normalno porazdelitvijo



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Optimalno tržno premoženje je bilo sestavljeno le iz 9-ih delnic, zaradi česar porazdelitev donosnosti tega premoženja ne more biti dobro opisana z normalno porazdelitvijo, saj ta pripisuje manjše verjetnosti za večje odklone dejanskih donosnosti od pričakovanih. Tako velika razlika med pričakovano donosnostjo in dejansko donosnostjo je posledica nizke stopnje razpršitve in posledično porazdelitve donosnosti, ki ima debelejša repa kot normalna porazdelitev. S povečevanjem števila delnic v premoženju se porazdelitev donosnosti premoženja približuje normalni porazdelitvi, kot je to prikazano v sliki 12. Porazdelitve donosnosti premoženja z minimalno varianco so bolj podobne normalni

porazdelitvi kot porazdelitve donosnosti posameznih delnic, prikazanih v sliki 1, saj je to premoženje sestavljeno iz večjega števila delnic.

Fisher in Lorie (1970) sta proučevala donosnosti premoženj, sestavljena iz različnega števila navadnih delnic. Izračunala sta porazdelitvene funkcije različnih naključno izbranih premoženj, v katerih se je število delnic v premoženju gibalo med 1 in 128. Porazdelitev donosnosti premoženja z eno delnico zelo odstopa od normalne porazdelitve. V nasprotju pa ima premoženje 128-ih delnic porazdelitev donosnosti dejansko identično normalni porazdelitvi. Normalna porazdelitev je tako dobra predpostavka o porazdelitvi donosnosti zelo razpršenih premoženj.

Premoženja z osmimi delnicami imajo porazdelitve donosnosti med petim in devetdesetim centilom podobne kot premoženja z več delnicami. Repi porazdelitev donosnosti premoženj z osmimi delnicami so debelejši, tako da so večji odkloni od povprečja bolj verjetni kot pri normalni porazdelitvi. S povečevanjem števila delnic v premoženju pa postajajo repi porazdelitve za temi centili krajši (Fisher, 1970, str. 116). Koliko delnic mora vsebovati neko premoženje, je odvisno od porazdelitev donosnosti posameznih delnic. Premoženje mora vsebovati vsaj 32 delnic, da bo porazdelitev enoletne donosnosti premoženja podobna normalni porazdelitvi (Fisher, 1970, str. 115).

Izračun donosnosti še ne zadostuje za primerjavo uspešnosti premoženj. Donosnosti je potrebno prilagoditi za tveganje. Sharpov kazalnik ali Sharpe razmerje (*ang. Sharpe's measure*) meri razmerje med donosnostjo in variabilnostjo in se uporablja kot mera za ocenjevanje premoženj. Sharpe razmerje lahko služi za rangiranje premoženj po uspešnosti, vendar je vrednosti tega razmerja težko interpretirati. Zaradi te pomanjkljivosti se pogosto uporablja tudi M^2 , ki prav tako uporablja celotno volatilnost kot mero tveganja. Mera uspešnosti, ki je prilagojena za tveganje, ima boljšo interpretacijo, saj meri donosnost premoženja v razmerju do nekega indeksa (Bodie, 2002, str. 812-813). Sharpe razmerje se izračuna kot:

$$\text{Sharpe razmerje} = (\bar{r}_p - \bar{r}_f) / \sigma_p \quad (2.44)$$

M^2 primerja donosnost premoženja P z donosnostjo indeksa trga. Samo donosnost premoženja P je potrebno še prej prilagoditi za tveganje. Če se predpostavi, da je v premoženje P dodana netvegana naložba, se lahko volatilnost celotnega ali prilagojenega premoženja izenači z volatilnostjo indeksa, ki služi za primerjavo. Če ima premoženje P manjši standardni odklon donosnosti kot indeks, se z zadolževanjem preko finančnega vzvoda pride do standardnega odklona indeksa. Ko imata indeks in prilagojeno premoženje P^* enako volatilnost, se lahko preprosto primerjata njuni donosnosti.

$$M^2 = r_p^* - r_M \quad (2.45)$$

$$r_p^* = \frac{\sigma_M}{\sigma_P} r_p + \left(1 - \frac{\sigma_M}{\sigma_P}\right) r_f \quad (2.46)$$

Tabela 7: Primerjava premoženj v letu 2003 s Sharpe razmerjem in M^2

Premoženje	Donosnost	Standardni odklon	Sharpe razmerje	M^2	Rang
Enako tehtano	0.1555	0.0896	0.8371	-0.0051	5
Optimalno	0.1355	0.0968	0.5680	-0.0302	11
Min. st. odklon	0.1538	0.0835	0.8772	-0.0014	4
2	0.1469	0.0841	0.7893	-0.0096	6
3	0.1404	0.0851	0.7027	-0.0176	7
4	0.1342	0.0868	0.6178	-0.0256	9
5	0.1328	0.0892	0.5852	-0.0286	10
6	0.1310	0.0921	0.5480	-0.0321	12
7	0.1329	0.0961	0.5445	-0.0324	13
8	0.1510	0.1035	0.6807	-0.0197	8
9	0.2049	0.1154	1.0776	0.0173	2
10	0.2877	0.1444	1.4345	0.0505	1
SBI20	0.1637	0.0932	0.8921	0.0000	3

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Sharpe razmerje in M^2 sta medsebojno povezana. Če je z R označena donosnost nad netvegano donosnostjo in s S Sharpe razmerje, sledi, da je M^2 enak:

$$M^2 = r_p^* - r_M = R_{p^*} - R_M = S_P \sigma_M - S_M \sigma_M = (S_P - S_M) \sigma_M \quad (2.47)$$

V letu 2003 je premoženje 10 doseglo najboljši rezultat, sledi mu premoženje 9, vsa druga premoženja pa so dosegla slabše rezultate kot indeks SBI 20, ki je služil za primerjavo. Premoženje z najmanjšo variabilnostjo je v tem obdobju na 4. mestu, enako tehtano premoženje na 5. in optimalno šele na 11. mestu.

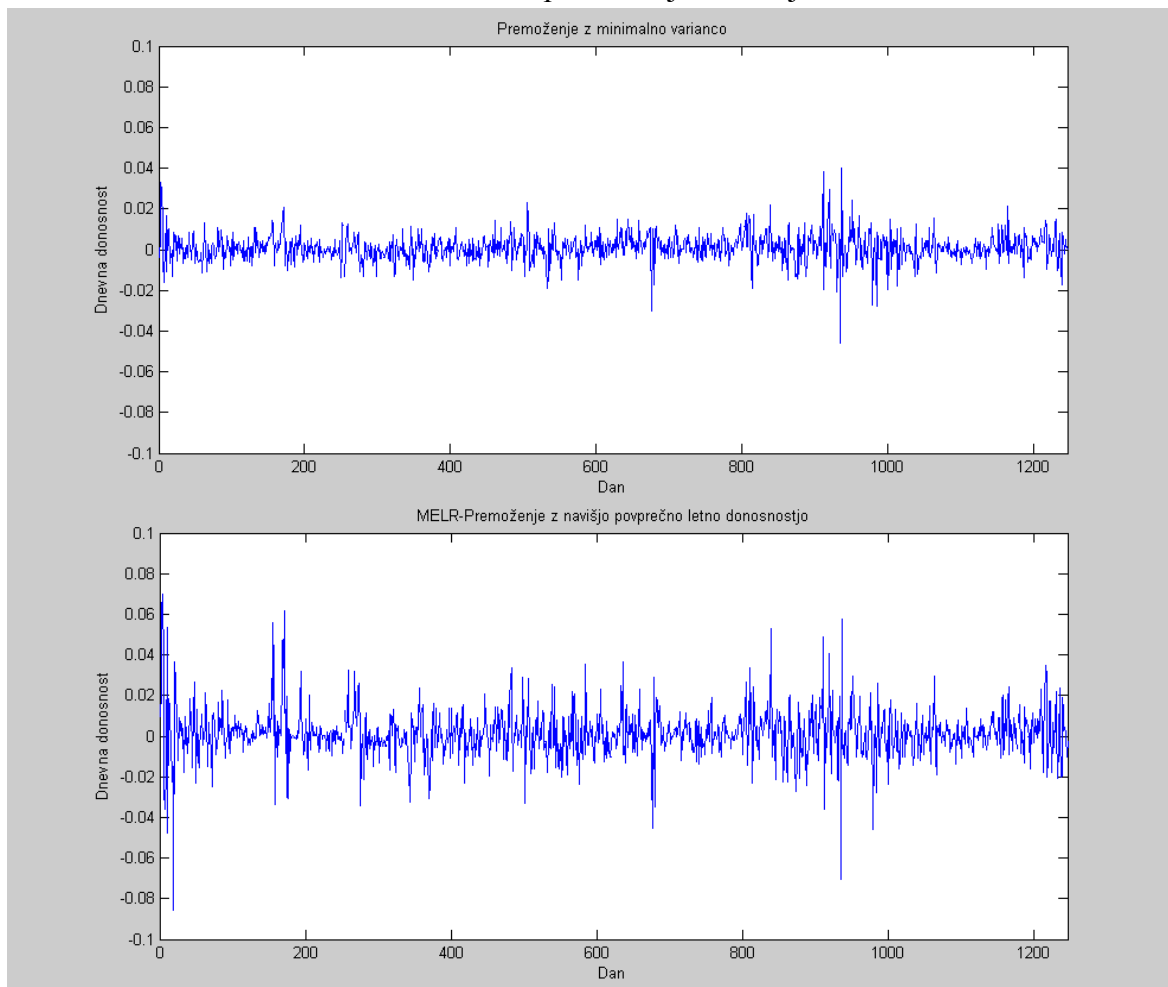
Za ocenjevanje uspešnosti premoženj je potrebno veliko število opazovanj, da so ocene statistično značilne. Veliko število opazovanj je potrebno tudi v primerih, kadar sta povprečna donosnost in varianca konstantni. S tem se izključi verjetnost, da je neko premoženje le po naključju boljše, saj so donosnosti premoženj bolj variabilne.

3. Občutljivost modela

Donosnosti vrednostnih papirjev so zelo variabilne in odvisne od časa. Imajo obdobja z nizko volatiliteto in obdobja, v katerih se volatiliteta poveča in oblikuje skupne volatilitete (*ang. volatility clusters*). Zaradi časovne odvisnosti donosnosti posameznih delnic bi bilo treba strukturo premoženja ves čas prilagajati, da bi ostali na meji učinkovitosti. Slika 13 prikazuje dnevne donosnosti premoženja z minimalno varianco in dnevne donosnosti delnice MELR v proučevanem obdobju. Donosnosti obeh premoženj

imajo časovno odvisno variabilnost, so heteroskedastične, volatilitnost prvega premoženja pa je bistveno manjša kot pri učinkovitem premoženju z najvišjo povprečno donosnostjo.

Slika 13: Dnevne donosnosti učinkovitih premoženj v obdobju od 1999 do 2003

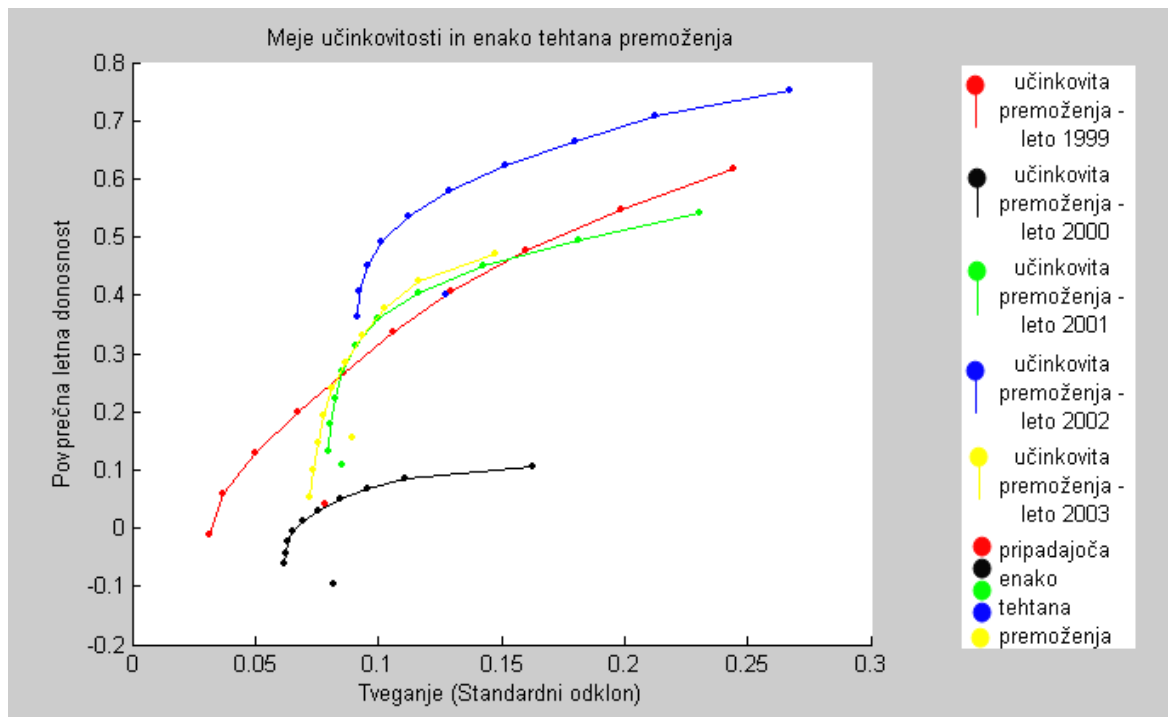


Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Če je proučevano obdobje razdeljeno na 5 podobdobj, ki trajajo eno koledarsko leto, je mogoče analizirati spremembe v strukturi učinkovitih premoženj, njihove donosnosti in variabilnosti donosnosti. Premoženje z enakimi deleži delnic oziroma premoženje, v katerem vsaka delnica predstavlja enak delež vrednosti premoženja – naivna razpršitev – lahko služi kot nadomestek za donosnost in variabilnost kotacije. Letna donosnost se je v vsakem letu spreminjala. Leta 1999 in leta 2000 je bila letna rast tečajev v povprečju enaka 3,98 odstotka in –9,61 odstotka s standardnim odklonom 7,87 odstotka in 8,22 odstotka. Leta 2001 so tečaji rasli v povprečju 10,97 odstotka s standardnim odklonom 8,52 odstotka. Najvišja rast tečajev je bila leta 2002, saj so tečaji zrasli v povprečju za 40,16 odstotka, leta 2003 pa je rast tečajev znašala v povprečju 15,55 odstotka. Standardni odklon donosnosti je v zadnjih dveh letih znašal 12,74 odstotka in 8,96 odstotka.

Različne donosnosti v posameznih letih so vplivale na oblikovanje različnih mej učinkovitosti. Meje se razlikujejo tako po donosnostih in njihovih standardnih odklonih kakor tudi po strukturi ali deležih posameznih delnic, ki sestavljajo posamezna učinkovita premoženja, ki ležijo na meji učinkovitosti. Meje učinkovitosti v različnih letih so prikazane v sliki 14, podrobni izračuni pa so v prilogi E.

Slika 14: Meje učinkovitosti delnic kotacije v posameznem letu v obdobju od 1999 do 2003



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Premoženje 1, premoženje z najnižjo variabilnostjo donosnosti, je leta 1999 sestavljalo 14 delnic kotacije, v katerem je kar 81,66 odstotka predstavljala delnica MER. Tri delnice z največjimi deleži v premoženju 1 so skupaj predstavljale kar 90,42 odstotka celotne vrednosti premoženja. To premoženje je imelo letno donosnost $-1,17$ odstotka in standardni odklon $3,16$ odstotka. Premoženja, ki sestavljajo mejo učinkovitosti, so bila slabo razpršena, saj so bila sestavljena iz relativno majhnega števila delnic. Učinkovito premoženje z najvišjo letno donosnostjo je predstavljala delnica MELR, ki je imela za $62,88$ odstotnih točk višjo donosnost kot premoženje 1. Letna donosnost te delnice je znašala $61,71$ odstotka s standardnim odklonom $24,47$ odstotka. Delnice KRKG, CHZG in TEHG leta 1999 niso sestavljale nobenega učinkovitega premoženja.

Leto 2000 je bilo v znamenju padanja tečajev, saj je tečaj padel kar trinajstim delnicam. Med šestimi, ki so imele pozitivno rast tečajev, je imela najvišjo donosnost delnica IEKG, ki je predstavljala učinkovito premoženje z najvišjo donosnostjo. Ta je znašala $10,45$ odstotka, njen standardni odklon pa je bil $16,26$ odstotka. Letna donosnost premoženja z najnižjim standardnim odklonom je bila enaka $-6,13$ odstotka s standardnim odklonom

6,20 odstotka. Med desetimi učinkovitimi premoženji, katerih donosnost se povečuje po aritmetičnem zaporedju, imajo štiri negativno donosnost. Razlika v donosnosti med najbolj donosnim premoženjem in premoženjem 1 je znašala 16,57 odstotne točke. Premoženje z najnižjo variabilnostjo donosnosti je sestavljalo 15 delnic, med katerimi imajo največji delež LKPG (22,38 %), DRPG (18,07 %) in ETOG (13,29 %). Te delnice so skupaj predstavljale 53,74 odstotka celotnega premoženja. Iz celotne meje učinkovitosti so izključene delnice GPG, TEHG in ZMTG.

Leta 2001 je bila razpršitev znotraj posameznih učinkovitih premoženj višja kot v predhodnih letih, saj je premoženje 1 sestavljalo vseh 19 delnic iz kotacije, ki so kotirale pred začetkom leta 1999. Najvišji delež v tem premoženju je predstavljala delnica GRVG (14,01 %), sledila sta ji DRPG (10,87 %) in KRKG (8,07 %). Te delnice skupaj so predstavljale 32,95 odstotka celotnega premoženja z najnižjo variabilnostjo donosnosti (7,98 %), ki je imel letno donosnost enako 13,32 odstotka. Prvih 5 učinkovitih premoženj je relativno dobro razpršenih, saj jih sestavlja 12 delnic ali več, med katerimi nobena ne zavzema več kot 20 odstotkov vrednosti premoženja. Delnica ITBG z letno donosnostjo 54,03 odstotka in standardnim odklonom 23,08 odstotka je leta 2001 predstavljala učinkovito premoženje z najvišjo letno donosnostjo.

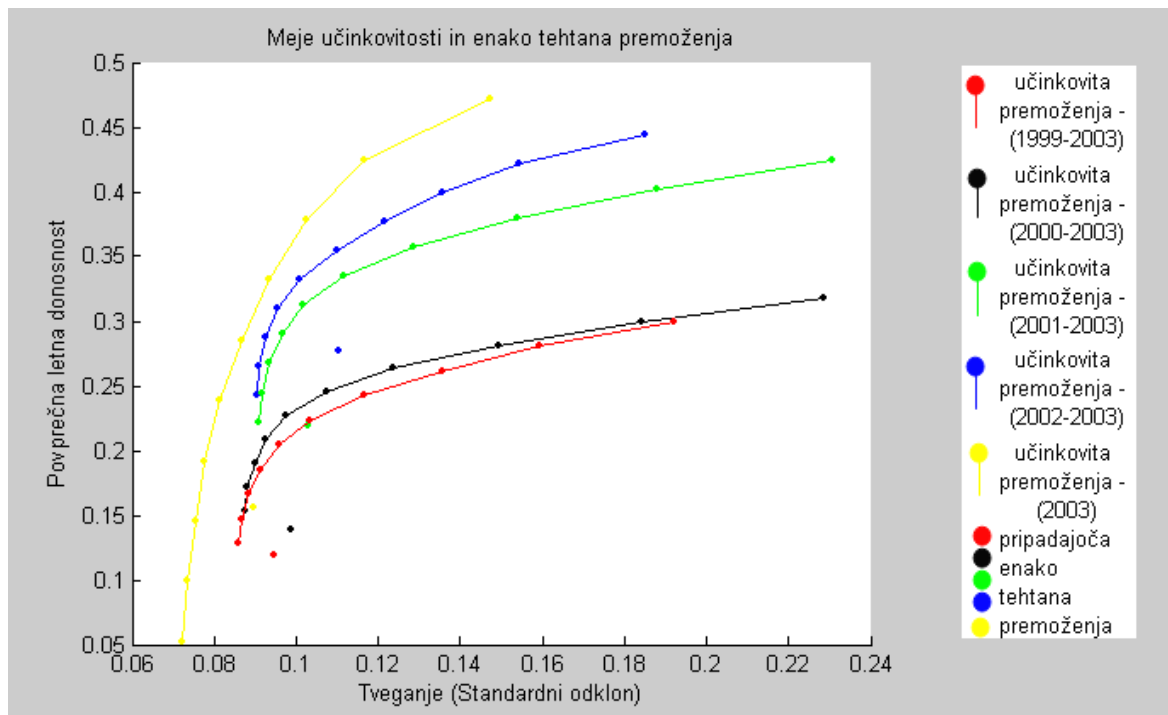
Letu 2002 so skoraj vse delnice dosegle zelo visoke rasti tečajev. Med devetnajstimi delnicami, vključenimi v model oblikovanja meje učinkovitosti, je v tem letu imela le ena negativno rast tečajev. Rast delnice ALEG je bila med preostalimi delnicami najnižja (17,00 %), najvišjo rast tečajev pa je v letu 2002 imela delnica DRPG, ki je predstavljala tudi učinkovito premoženje z najvišjo letno donosnostjo. Znašala je kar 75,14 odstotka, standardni odklon donosnosti pa 26,70 odstotka. Premoženje z najnižjo variabilnostjo donosnosti je sestavljalo le 10 delnic, med katerimi je imela delnica TCRG največji delež (23,53 %), tri delnice z najvišjim deležem skupaj pa so predstavljale 55,27 odstotka vrednosti premoženja 1. Preostala premoženja so bila prav tako slabo razpršena, saj ni bilo v nobenem več kot 10 delnic. Delnice GPG, IEKG, ITBG, KRKG, LKPG, MELR, MER in PETG pa sploh niso oblikovale nobenega učinkovitega premoženja v letu 2002.

Leto 2003 se je nadaljevalo s pozitivnim gibanjem tečajev delnic. Povprečna rast tečajev proučevanih delnic je bila 15,55 odstotka, kar je le 0,75 odstotne točke manj kot je bila letna rast indeksa SBI20. Med proučevanimi delnicami sta imeli le delnici MER in ZMTG negativno letno donosnost. Najvišjo donosnost je imela delnica LKPG, ki je znašala 47,16 odstotka s standardnim odklonom 14,73 odstotka. Premoženje z najnižjo variabilnostjo donosnosti je sestavljalo 12 delnic, zanimivo pa je, da so v tem letu učinkovita premoženja z višjo variabilnostjo vsebovala več delnic kot premoženje 1. Največji delež v premoženju 1 je imela delnica TEHG, ki je predstavljala kar 29,51 odstotka vrednosti premoženja, 3 najpomembnejše delnice pa so skupaj tvorile 46,45 odstotka premoženja. Največje število delnic je bilo v premoženju 4, ki je imelo letno donosnost 19,20 odstotka, premoženje z najvišjo donosnostjo pa je predstavljala delnica LKPG z letno donosnostjo 47,16 odstotka,

kar je za 41,94 odstotnih točk več, kot je v tem letu zanašala donosnost premoženja z najnižjo variabilnostjo. Leta 2003 le delnici GPG in GRVG nista sestavljali nobenega učinkovitega premoženja.

V vsakem od posameznih let se je meja učinkovitosti spremenila. Spremenili so se njena struktura, število delnic v posameznem učinkovitem premoženju pa tudi donosnost in njena variabilnost. Največja razlika med donosnostjo najmanj in najbolj variabilnega učinkovitega premoženja je bila leta 1999, saj je znašala kar 62,88 odstotnih točk. V tem letu je bila med tema premoženjema tudi največja razlika v variabilnosti. V vsakem letu je druga delnica predstavljala najdonosnejše učinkovito premoženje. Najdonosnejše delnice v posameznem letu so bile MELR, IEKG, ITBG, DRPG in LKPG. Prav tako se je spreminjalo število delnic, ki niso oblikovale nobenega učinkovitega premoženja, med katerimi delnica GPG kar v treh letih ni sestavljala meje učinkovitosti, delnici KRKG in TEHG pa te meje nista sestavljali v dveh letih. Zaradi tako velikih sprememb bi bilo potrebno strukturo premoženj neprestano spreminjati, vhodne parametre modela pa bi bilo boljše oceniti s časovno odvisnim modeli, kot so na primer GARCH modeli.

Slika 15: Spreminjanje meje učinkovitosti s podaljševanjem proučevanega obdobja



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Slika 15 prikazuje spreminjanje meje učinkovitosti s podaljševanjem časovnega obdobja. Variabilnost donosnosti učinkovitih premoženj se kljub podaljševanju časovnega horizonta povečuje, kar je posledica dejstva, da so imeli vrednostni papirji na tem razvijajočem se kapitalskem trgu večje kovariance na začetku proučevanega obdobja kot na koncu. Meja učinkovitosti se zato s podaljševanjem časovnega horizonta premika dol in proti desni.

Vlagatelji lahko v nekem časovnem obdobju spreminjajo svoje odločitve glede strukture premoženja. Glavna omejitev so le transakcijski stroški. Obstajajo modeli, ki rešujejo problem optimizacije strukture premoženja v zveznem času, vendar na splošno niso tako splošno uporabljani kakor modeli moderne premoženjske teorije ali CAPM, ki se ukvarjajo s problemom investiranja v določenem časovnem obdobju (Wilmott, 2000, str. 736).

Poleg problema neprestanega spreminjanja optimalnih premoženj (premikanje meje učinkovitosti) so v praksi velike omejitve tudi glede izpostavljenosti do posameznega vlagatelja, kar je potrebno upoštevati pri omejitvah pri postopku optimizacije. Za doseg uporabnih rezultatov je potrebno proučiti razmere na trgu in izračunati parametre, vgraditi lastna pričakovanja za prihodnje obdobje, ki je skladno z naložbenim horizontom vlagatelja, ter pri končni optimizaciji določiti vse relevantne omejitve. Za končen izbor naložb je v zadnji fazi potrebno zgolj še opredeliti stopnjo nenaklonjenosti tveganju.

Sklep

Dejanski donosi večine vrednostnih papirjev se razlikujejo od pričakovanih, zaradi česar so naložbe v vrednostne papirje tvegane. Primerna kvantitativna mera premoženjskega tveganja mora meriti, kolikšna je verjetnost, da se bo dejanski dogodek razlikoval od pričakovanega (Cohen, 2003, str. 82). Standardni odklon je najpogosteje uporabljena mera tveganja premoženja ali drugih naložb. Meri, do katerega obsega obstaja verjetnost, da se bo dejanski donos razlikoval od pričakovanega. Za donosnosti razpršenih premoženj se največkrat uporablja verodostojna predpostavka, da je njihova porazdelitev podobna normalni, kar daje standardnemu odklonu primernost za mero negotovosti (Alexander, 2001, str. 131).

Zaradi standardnega odklona donosnosti se dejanska vrednost naložbe največkrat razlikuje od pričakovane. Z razpršitvijo naložb pa se tveganje lahko znižuje. Markowitz je leta 1952 prvi matematično formuliral idejo razpršitve naložb. Z razpršitvijo se lahko tveganje znižuje, ne da pa se ga izniči, vsaj ne brez spremembe pričakovane donosnosti. Vlagatelj mora maksimirati pričakovano donosnost premoženja $E(r_p)$ ob določenem standardnem odklonu donosnosti σ_p ali minimizirati tveganje ob določeni pričakovani donosnosti. Verjetno je najpomembnejši vidik Markowitzvega dela ugotovitev, da za vlagatelje ni pomembno tveganje posameznega vrednostnega papirja, ampak prispevek tega papirja k tveganju celotnega premoženja. To pa je povezano z vrednostmi kovarianc s preostalimi vrednostnimi papirji v premoženju. Odločitev o naložbi v vrednostne papirje naj zato ne bi temeljila le na primerjavi pričakovanih donosnosti in varianc vrednostnih papirjev, ampak je odvisna tudi od drugih naložb v premoženju. Vrednostni papir ne more biti pravilno ocenjen sam zase, temveč le v odnosu do drugih.

Za uporabo Markowitzevega pristopa pri dejanski izbiri učinkovitega premoženja je treba imeti tudi načine, s katerimi je mogoče priti do razumnih vrednosti $E(r_i)$ in σ_{ij} . Postopki za izračun teh parametrov bi morali temeljiti na kombinaciji ekonometričnih modelov in presoji razumnih ljudi. Z modeli se lahko izračuna okvirne vrednosti $E(r_i)$ in σ_{ij} , ki se jih po presoji in pričakovanjih lahko prilagodi. Eden od načinov za zagotovitev pričakovanih vrednosti $E(r_i)$ in σ_{ij} je opazovanje določenega časovnega obdobja v preteklosti, vendar morajo obstajati tudi boljši načini, ki za izračun teh vrednosti uporabljajo več informacij (Markowitz, 1952, str. 91).

V diplomskem delu je za obdobje od leta 1999 do 2003 prikazan izračun povprečnih letnih donosnosti in kovariance rednih delnic, ki kotirajo na Ljubljanski borzi vrednostnih papirjev. Na podlagi teh parametrov je ocenjena meja učinkovitosti slovenskega trga kapitala. Izračunana je meja učinkovitosti delnic v borzni kotaciji, delnic prostega trga in meja učinkovitosti vseh delnic skupaj. Predvsem za delnice prostega trga je značilna zelo nizka likvidnost in visoka variabilnost donosnosti zaradi česar so ocene povprečnih donosnosti in standardnih odklonov pristranske. Največji poudarek je zato na meji učinkovitosti delnic v borzni kotaciji. Vseh devetnajst delnic, ki so kotirale pred začetkom leta 1999, je uporabljeno za izračun desetih učinkovitih premoženj, med katerimi je imelo premoženje z najnižjo variabilnostjo donosnosti povprečno letno donosnost enako 12,83 odstotka in standardni odklon 8,61 odstotka. Tako premoženje je sestavljalo 17 delnic, med katerimi ni bilo delnice KRKG in GRVG. Premoženje z najvišjo pričakovano donosnostjo je v tem obdobju predstavljala delnica MELR s povprečno letno donosnostjo 29,97 odstotka in standardnim odklonom 12,23 odstotka. Na meji učinkovitosti je izbrano tudi optimalno tržno premoženje, ki ga sestavlja le devet vrednostnih papirjev in ima pričakovano letno donosnost 22,77 odstotka in standardni odklon 10,58 odstotka. Meja učinkovitosti tega obdobja lahko služi za ocenjevanje uspešnosti naložb v obdobju od leta 1999 do 2003 ali pa kot pomoč pri odločitvi glede investiranja in strukturiranja dejanskega premoženja.

Vsak še tako dober teoretičen model je treba testirati na dejanskih razmerah. Zato je meja učinkovitosti ponovno ocenjena za obdobje od leta 1999 do 2002, kjer povprečne vrednosti predstavljajo pričakovane vrednosti za leto 2003. Pričakovane donosnosti premoženj se najmanj razlikujejo od dejanskih pri premoženjih z večjim številom delnic. Optimalno premoženje je sestavljeno le iz devetih delnic, zaradi česar to premoženje nima porazdelitve donosnosti enake ali vsaj podobne normalni porazdelitvi, ampak ima ta porazdelitev večje verjetnosti večjih odstopanj od povprečne vrednosti, kar ima za posledico veliko razliko med pričakovano donosnostjo in dejansko donosnostjo v letu 2003.

Kljub velikim možnostim za uporabo zaradi primernosti in enostavnosti skriva pristop M-V (pristop »pričakovana donosnost – standardni odklon«) donosnosti tudi resne težave.

Učinkovita premoženja velikokrat niso dovolj razpršena in imajo tendenco vključevanja naložb s primerljivimi tveganji, poleg tega pa je potrebna tudi stalna realokacija naložb v premoženju zaradi nestacionarnosti ocen kovariančne matrike (Sornette, 2000, str. 64).

Meja učinkovitosti slovenskega kapitalskega trga je spremenljiva v času (*ang. time variant*), saj obstajajo velike razlike v strukturi učinkovitih premoženj v posameznih letih, sama meja pa s podaljševanjem opazovanega obdobja postaja bolj volatilna, ker so za donosnosti vrednostnih papirjev na začetku proučevanega obdobja značilne večje kovariance. Za razvijajoče kapitalske trge so značilne velike strukturne spremembe in visoka variabilnost donosnosti, zaradi česar teorija predlaga izračunavanje vstopnih parametrov s pomočjo t. i. GARCH modelov. Vendar se pri teh modelih pojavlja druga težava oziroma značilnost, in sicer, da so zaradi kratke zgodovine trgovanja, razpoložljive časovne vrste kratke, pojavlja pa se tudi veliko število dni, ko posamezne delnice niso trgovane. Na slovenskem trgu kapitala je poleg tega zaradi nizke likvidnosti zelo majhno število vrednostnih papirjev sploh primerno za sestavo meje učinkovitosti.

Literatura

1. Alexander C.: Risk Management and Analysis. Volume 1, Measuring and Modeling financial Risk, Financial Engineering. New York : John Wiley and Sons, 1998. 281 str.
2. Alexander G. J., Sharpe W. F., Bailey J. V.: Fundamentals of investments. 3rd ed. New Jersey : Prentice Hall, 1996. 781 str.
3. Aparicio F. M., Estrada J.: Empirical distributions of Stock Returns: European Securities Markets, 1990-1995. European Journal of Finance, B.k., 7(2001), 1, str. 1–21.
4. Beer F. M.: Estimation of risk on the Brussels Stock Exchange: Methodological issues and empirical results. Global Finance Journal, Amsterdam, 8(1997), 1, str. 83–94.
5. Bekaert G., Harvey C. R.: Emerging markets finance. Journal of Empirical Finance, Amsterdam, 10(2003), 1–2, str. 3–55.
6. Benati S.: The optimal portfolio problem with coherent risk. European Journal of Operational Research, Amsterdam, 150(2003), 3, str. 572–584.
7. Benninga S.: Financial modeling. 2nd ed. London : The MIT Press, 2001. 622 str.
8. Bick A., The mathematics of the portfolio frontier: a geometry-based approach, The quarterly review of economics and finance, 2004, 25 str., (članek v tisku).
9. Blattberg R. C., Gonedes N. J.: A comparison of the Stable and Student Distribution as Statistical Models for Stock Prices. Journal of Business, Chicago, 47(1974), 2, str. 244–280.
10. Bodie Z., Kane A., Marcus A. J.: Investments. 5th ed. Boston : McGraw-Hill/Irwin, 2002. 1015 str.
11. Cohen M. H., Natoli V. D.: Risk and utility in portfolio optimization. Physica A, Amsterdam, 324(2003), 1–2, str. 81–88.
12. Dunis C., Laws J., Niam P.: Applied Quantitative Methods for Trading and Investment. Chichester : Wiley, 2003. 405 str.

13. Fisher L., Lorie J. H.: Some studies of variability of returns on investments in common stocks. *Journal of Business*, Chicago, 43(1970), 2, str. 99–134.
14. Grauer R. R., Shen F. C.: Do Constraints Improve Portfolio Performance? *Journal of Banking and Finance*, Amsterdam, 24(2000), 8, str. 1253–1274.
15. Jonderdau E., Rockinger M.: Portfolio Allocation in transition Economies. 2001, [URL: <http://campus.hec.fr/profs/rockinger/emmkt.pdf>], 1. 2. 2004.
16. Lhabitant F. S.: Hedge funds, Myths and Limits. Chichester : John Wiley & Sons, 2002. 288 str.
17. Markowitz H.: Foundations of portfolio theory. *Journal of Finance*, New York, 46(1991), 2, str. 469–477.
18. Markowitz H.: Portfolio selection. *Journal of Finance*, New York, 7(1952), 1, str. 71–99.
19. Nie Z. K., Zhang W. G.: On admissible efficient portfolio selection problem. *Applied Mathematics and Computation*, 2003, 15 str., (članek v tisku).
20. Radcliffe R. C.: Investments, Concepts – Analysis – Strategy. 5th ed. Reading : Addison-Wesley, 1997. 925 str.
21. Rubinstein M.: Markowitz's "Portfolio Selection": A Fifty-Year Retrospective. *The Journal of Finance*, Berkeley, 57(2002), 3, str. 1041–1045.
22. Samuelson P.: The Fundamental Approximation Theorem of Portfolio Analysis in terms of Means, Variances, and Higher Moments. *Review of Economic Studies*, Clevedon, 37(1970), 4, str. 537–542.
23. Sornette D, Simonetti P., Andersen J.V.: Φ^q -field theory for portfolio optimization: "fat tails" and nonlinear correlations. *Physics Reports*, Amsterdam, 335(2000), 2, str. 19–92.
24. Sornette D.: Large deviations and portfolio optimization. *Physica A*, Amsterdam, 256(1998), 1–2, str. 251–283.
25. Tobin J.: Liquidity preference as behavior towards risk. *The Review of Economic Studies*, Clevedon, 25(1958), 67, str. 65–86.

26. Wilmott P.: Paul Wilmott on quantitative finance. Chichester : Wiley, 2000. 1010 str.

Viri

1. Ljubljanska borza vrednostnih papirjev, d. d. [URL: <http://www.ljse.si>], 15.1. 2004.
2. Ljubljanska borza vrednostnih papirjev, d. d.: Pravila borze. 2002, 76 str. [URL: http://www.ljse.si/StrSlo/OBorzi/Zakoni/Pravila_03.pdf], 15. 1. 2004.
3. Ministrstvo za finance. [URL: <http://www.gov.si/mf/>], 3. 3. 2004.
4. SKB banka, d. d. [URL: <http://www.skb.si>], 3. 3. 2004.

Slovar tujih izrazov

- alternative investments** - alternativne naložbe
- blue chip** - najboljša (podjetja)
- capital allocation line** - premica trga kapitala
- capital asset pricing model** - model določanja cen dolgoročnih naložb
- capital market line** - CML
- continuously compounded rates of return** - obrestne stopnje donosnosti
- discretely compounded rates of return** - diskretno obrestovane donosnosti
- efficient frontier** - meja učinkovitosti
- efficient portfolio** - učinkovito premoženje
- fat tails** - debeli repi (porazdelitve)
- generalized autoregressive conditional heteroscedasticity model** – generaliziran avtoregresiven časovno odvisen heteroskedastičen model (GARCH model)
- hedged position** - naložba z zaščito
- market portfolio** - učinkovito tržno premoženje
- market risk** - tveganje trga
- mean absolute deviation** - povprečni absolutni odklon
- mean-variance** - variabilnost donosnosti v povezavi s pričakovanimi donosnostmi
- minimum-variance frontier** - meja z najnižjimi variancami donosnosti
- modern portfolio theory** - moderna premoženjska teorija
- nonsystematic risk** - nesistematsko tveganje
- portfolio risk** - premoženjsko tveganje
- portfolio selection model** - model izbire premoženja
- probability of negative return** - verjetnost negativne donosnosti
- proxy risk** - nadomestek za tveganje
- range** – razlika
- risk premium** - premija za tveganje
- risk-free** - netvegana (naložba)
- risky portfolio** - tvegano premoženje
- semivariance** - semivarianca
- sharpe's measure** - sharpe razmerje
- short sale** - kratka prodaja
- systematic risk** - sistematsko tveganje
- time variant** - spremenljivo v času
- two-fund separation theorem** - teorem dveh ločenih skladov
- unique risk** - tveganje značilno le za posamezen vrednostni papir
- volatility** - volatilitnost donosnosti
- volatility clusters** - skupki volatilitnosti
- world index** - svetovni indeks

Priloge

Kazalo prilog

A. Oznake rednih delnic borzne kotacije Ljubljanske borze vrednostnih papirjev.....	1
B. Oznake rednih delnic prostega trga Ljubljanske borze vrednostnih papirjev.....	2
C. Kovariančna in korelacijska matrika	3
D. Meje učinkovitosti	9
1. Meja učinkovitosti delnic prostega trga na podlagi dnevni donosnosti.....	9
2. Model na podlagi tedenskih donosnosti	10
3. Model na podlagi mesečnih donosnosti	12
E. Občutljivost modela	14

A. Oznake rednih delnic borzne kotacije Ljubljanske borze vrednostnih papirjev

Tabela 1: Oznake delnic borzne kotaciji Ljubljanske borze vrednostnih papirjev

Koda	Izdajatelj	Koda	Izdajatelj
AELG	AERODROM LJUBLJANA, d.d., Brnik-aerodrom	MELR	MERCATOR, d.d., Ljubljana
CHZG	COMET, d.d., Zreče	MER	MERKUR, d.d., Naklo
DELR	DELO, d.d., Ljubljana	MTSG	KOMPAS MTS, d.d., Ljubljana
DPRG	DELO PRODAJA, d.d., Ljubljana	NIKN	NIKA d.d. BREŽICE, Brežice
DRPG	DROGA d.d., Izola	PETG	PETROL, d.d., Ljubljana
EOKG	EMONA OBALA KOPER, d.d., Koper	PILR	PIVOVARNA LAŠKO, d.d., Laško
ETOG	ETOL, d.d., Celje	PULG	PIVOVARNA UNION, d.d., Ljubljana
GPG	GPG, d.d., Ljubljana	RARG	RADENSKA d.d. RADENCI
GRVG	GORENJE, d.d., Velenje	SALR	SALUS, LJUBLJANA, d.d., Ljubljana
GZRG	GEODETSKI ZAVOD SLOVENIJE, d.d., Ljubljana	SAVA	SAVA, d.d., Kranj
IEKG	INTEREUROPA, d.d., Koper	TCRG	TERME ČATEŽ, d.d., Brežice
ITBG	ISTRABENZ, d.d., Koper	TEHG	TEHNOUNION, d.d., Ljubljana
KOLR	KOLINSKA, d.d., Ljubljana	ZKNG	ŽVILA KRANJ, d.d., Naklo
KRKG	KRKA, d.d., Novo mesto	ZMTG	TERME 3000 d.d.
LKPG	LUKA KOPER, d.d., Koper	ZTOG	ŽITO, d.d., Ljubljana
MAJG	MLINOTEST, d.d., Ajdovščina		

Vir: Ljubljanska borza, 2004.

B. Oznake rednih delnic prostega trga Ljubljanske borze vrednostnih papirjev

Tabela 2: Oznake rednih delnic prostega trga Ljubljanske borze vrednostnih papirjev

Koda	Izdajatelj	Koda	Izdajatelj
AAPG	AKTIVA AVANT, d.d., Ljubljana	MAHR	MAKSIMA HOLDING d.d.
AKIR	AKTIVA INVEST d.d.	MAPG	MARINA PORTOROŽ, d.d., Portorož
AKMG	AGROKOMBINAT MARIBOR d.d., Maribor	MEDR	MEDALJON, d.d., Maribor
APAG	ALPETOUR POTOVALNA AGENCIJA, d.d., Kranj	MHLG	FOND INVEST, d.d., Ljubljana
AR1R	ARKADA HOLDING, d.d.	MILG	LESNINA, d.d., Ljubljana
ASVG	AVTOPREVOZNIŠTVO IN SERVISI, d.d., Velenje	MIPG	MIP, d.d. Nova Gorica
ATPG	AKTIVA NALOŽBE, d.d.	MISG	MITOL, d.d., Sežana
AVCG	AVTO CELJE d.d., Celje	MKOG	MELAMIN, d.d., Kočevje
BELG	BELINKA, d.d., Ljubljana	MKTG	MK TISKARNA, d.d., Ljubljana
CAP1	CAPITA d.d. Ljubljana	MLHR	MODRA LINIJA HOLDING, d.d., Koper
CAPG	C2 NALOŽBE, d.d.	MOKG	OLJARICA, KRANJ, d.d., Kranj
CETG	CETIS, d.d., Celje	MPLR	MEDVEŠEK PUŠNIK, d.d., Ljubljana
CICG	CINKARNA CELJE, d.d., Celje	MSMG	SAVINJA MOZIRJE, d.d., Mozirje
COMG	COLOR, d.d., Medvode	NALN	NAMA, d.d. LJUBLJANA, Ljubljana
CRIR	CERTIUS INVEST d.d., Ljubljana	NF2R	NFD HOLDING, d.d.
CRKG	CREINA d.d. KRANJ, Kranj	NKDR	NK NALOŽBE, d.d.
DMRG	DANA, d.d., Mirna	NK2R	NK2 NALOŽBE, d.d.
DZS	DZS, d.d., Ljubljana	NKPG	NIKO d.d., Železniki, ŽELEZNIKI
ETRG	ETRA 33, d.d., Ljubljana	PALG	HOTELI PALACE, d.d.
FIRR	FINIRA, d.d., Ljubljana	PDKR	KD Naložbe d.d.
FRAG	FRUCTAL, d.d., Ajdovščina	PIRG	PINUS TKI d.d., Rače
GEAL	GEA COLLEGE, d.d., Ljubljana	POIR	POM-INVEST d.d., Murska Sobota
GGBG	GOZDNO GOSPODARSTVO BLEDE, d.d., Bled	POPG	PLAMA - PUR, d.d., Podgrad
GHUG	GRAND HOTEL UNION, d.d., Ljubljana	RGS	ZDRAVLJIŠČE ROGAŠKA, d.d., Rogaska Slatina
GKRG	EGOLES, d.d., ŠKOFJA LOKA, Škofja Loka	RKRG	RTC KRVAVEC, d.d., Cerklje na Gorenjskem
GLJG	GRADIS, GP LJUBLJANA, d.d., Ljubljana	SELR	SATURNUS EMBALAŽA, d.d., Ljubljana
GORG	GORIŠKE OPEKARNE, d.d., Renče	SIHG	SIJAJ HRASTNIK, d.d., Hrastnik
GSBG	GEA TOVARNA OLJA, d.d., Slovenska Bistrica	SKAG	SVILANIT KAMNIK, d.d., Kamnik
GTKG	GORENJSKI TISK, d.d., Kranj	SKDR	KD Group d.d., Ljubljana
HDOG	HELIOS, DOMŽALE, d.d., Domžale	SLLG	SLOVENIJALES, d.d., LJUBLJANA, Ljubljana
ICRG	IMP ČRPALKE LJUBLJANA, d.d., Ljubljana	ST1R	HRAM HOLDING, d.d.
IELG	ELMO, d.d., Ljubljana	SVMG	SVILA, d.d., Maribor
IFFR	INFOND HOLDING, d.d., Maribor	TEAG	TEKSTINA, d.d. AJDOVŠČINA, Ajdovščina
IHPG	INLES, d.d., Ribnica	TFDR	TRIGLAV, finančna družba, d.d., Ljubljana
IMTG	ŽITO INTES, d.d., Maribor	TKMG	KOŠAKI TMI, d.d., Maribor
INJG	INTEGRAL JESENICE, d.d., Jesenice	TODG	TOSAMA, d.d., Domžale
INRG	INTERTRADE ITA, d.d., Ljubljana	TRDR	TRDNJAVA HOLDING, d.d.
INTR	INTARA, d.d.	TR1R	TRDNJAVA I HOLDING, d.d.
ITSG	INTERTRADE ITS, d.d., Ljubljana	TRSG	TRIGLAV NALOŽBE, d.d.
JAMR	JATA EMONA, d.d., Ljubljana	TSOR	TOVARNA SLADKORJA ORMOŽ, d.d.
JASG	JADRAN d.d. SEŽANA, Sežana	TUBG	SWATY, d.d., Maribor
JESG	JELEN GOSTINSKO PODJETJE, d.d., Slovenske Konjice	UPGR	UPIMO GROUP, d.d., LJUBLJANA, Ljubljana
JPIG	JAVOR PIVKA, d.d., Pivka	USAR	UNIT-AS Ljubljana, d.d.
JTKG	JUTEKS, d.d., Žalec	USLG	UNITAS, LJUBLJANA, d.d., Ljubljana
K4SG	KS4 NALOŽBE, d.d.	VHDR	VIPA HOLDING, d.d.
KDHR	KD Holding d.d., Ljubljana	VHLG	HIDROTEHNIK, d.d., LJUBLJANA, Ljubljana
KEPG	KEMA PUCONCI, d.d., Puconci	VIHR	VIZIJA HOLDING, d.d.
KHKG	KOMPAS HOTELI, d.d., Kranjska Gora	VLJG	VELANA d.d., Ljubljana
KLAG	KLASJE CELJE, d.d., Celje	VZPG	VIZIJA HOLDING ENA, d.d.
KLLG	IMP KLIMAT, d.d., Ljubljana	ZDDG	TERME DOBRNA, d.d., Dobrna
KRRH	KRONA HOLDING, d.d., Ljubljana	ZM2R	ZLATA MONETA II d.d.
KS2G	KS2 NALOŽBE, d.d.	ZMDG	ŽELEZARNA RAVNE - MONTER DRAVOGRAD, d.d.
LIVG	LIV POSTOJNA, d.d., Postojna	ZRCG	ZRC, d.d., TRBOVLJE, Trbovlje
LIZG	LIZ INŽENIRING, d.d., LJUBLJANA, Ljubljana	ZV2R	ZVON DVA HOLDING, d.d.
LLBG	LIP BLEDE, d.d., Bled	ZVHR	ZVON ENA HOLDING, d.d.
LSBG	LESNINA EMMI, d.d., Slovenska Bistrica		

Vir: Ljubljanska borza, 2004.

C. Kovariančna in korelacijska matrika

Kovariančna matrika dnevni donosnosti vrednostnih papirjev v obdobju od leta 1999 do 2003, v kateri so delnice urejene po številu trgovanih dni v proučevanem obdobju, je prikazana v tabelah 3.1 in 3.2. Kovariančna matrika služi za izračun korelacijske matrike donosnosti, ki je prikazana v tabelah 4.1 in 4.2.

Tabela 3.1: Kovariančna matrika donosnosti delnic v obdobju od 1999 do 2003

	ITBG	KRKG	MELR	GRVG	PETG	IEKG	LKPG	MER	KOLR	CICG	RARG	DRPG	HDOG	AELG	EOKG	ETOG	ZMTG	TCRG	COMG	TODG	FRAG	PALG	SLLG	ITSG	CETG
ITBG	0.045134	0.015020	0.012211	0.013182	0.015207	0.011968	0.011919	0.007172	0.008071	0.003361	0.004874	0.008401	0.003370	0.006519	0.002156	0.002631	0.006156	0.004340	-0.003774	0.002950	-0.004975	0.004330	0.002784	0.004008	0.004721
KRKG	0.015020	0.036293	0.017700	0.019031	0.018308	0.015882	0.014981	0.008092	0.012266	0.001485	0.006602	0.009232	0.004125	0.007965	0.006520	0.005492	0.005307	0.005669	-0.001865	0.005827	-0.001099	0.000967	0.002541	0.005664	-0.001187
MELR	0.012211	0.017700	0.036976	0.015638	0.014394	0.013011	0.012868	0.007620	0.009252	0.001751	0.002917	0.007509	0.003043	0.007384	0.004387	0.003946	0.006150	0.005805	0.000754	0.004818	-0.001295	-0.002251	-0.001667	0.002218	-0.000608
GRVG	0.013182	0.019031	0.015638	0.035798	0.015266	0.014748	0.013019	0.007614	0.010393	0.002987	0.005238	0.008546	0.003599	0.006923	0.005314	0.003370	0.007486	0.006574	-0.001357	0.006145	0.001382	0.002992	0.002769	0.001565	-0.001699
PETG	0.015207	0.018308	0.014394	0.015266	0.028614	0.011672	0.012091	0.007096	0.009645	0.004152	0.005888	0.007362	0.003029	0.006792	0.006093	0.002180	0.006127	0.005344	-0.002015	0.006232	0.003412	0.003520	0.001355	0.004826	0.001723
IEKG	0.011968	0.015882	0.013011	0.014748	0.011672	0.036073	0.013900	0.005925	0.009339	0.001396	0.007401	0.006147	0.004320	0.007600	0.005518	0.002977	0.007012	0.004123	0.000425	0.006616	0.005004	0.001729	-0.001680	0.005247	0.001627
LKPG	0.011919	0.014981	0.012868	0.013019	0.012091	0.013900	0.027450	0.005110	0.008081	0.000734	0.005691	0.005761	0.003573	0.007561	0.006039	0.003217	0.005149	0.004066	-0.001049	0.007596	0.002744	0.003750	0.003193	0.001178	0.003239
MER	0.007172	0.008092	0.007620	0.007614	0.007096	0.005925	0.005110	0.027693	0.004032	0.002439	0.003418	0.004358	0.002431	0.002658	0.003284	0.001843	0.006441	0.003988	0.007919	0.007982	-0.006116	-0.001229	0.005296	-0.002500	0.006318
KOLR	0.008071	0.012266	0.009252	0.010393	0.009645	0.009339	0.008081	0.004032	0.043079	0.003280	0.002520	0.004410	0.001916	0.002968	0.002661	0.006070	0.003520	0.003773	0.001465	0.004808	0.000653	0.001752	0.004068	-0.009495	0.000902
CICG	0.003361	0.001485	0.001751	0.002987	0.004152	0.001396	0.000734	0.002439	0.003280	0.057372	0.002071	0.001429	-0.000153	0.002028	0.000369	0.000661	0.001974	0.004217	0.002653	0.005710	-0.004070	-0.006362	-0.000286	-0.001338	0.008035
RARG	0.004874	0.006602	0.002917	0.005238	0.005888	0.007401	0.005691	0.003418	0.002520	0.002071	0.099287	0.002621	0.007646	0.006316	0.002075	0.002161	0.007337	0.002997	0.010170	0.016140	0.010506	0.005490	-0.004668	0.004071	0.009409
DRPG	0.008401	0.009232	0.007509	0.008546	0.007362	0.006147	0.005761	0.004358	0.004410	0.001429	0.002621	0.003644	0.000270	0.003938	0.003848	0.003860	0.002704	0.003425	0.002400	0.003657	0.004384	0.001638	-0.000501	0.001989	0.002468
HDOG	0.003370	0.004125	0.003043	0.003599	0.003029	0.004320	0.003573	0.002431	0.001916	-0.000153	0.007646	0.000270	0.053038	0.003243	0.003551	-0.000108	-0.000322	-0.001172	0.005590	0.005546	0.002805	0.000258	0.003719	-0.002051	0.007691
AELG	0.006519	0.007965	0.007384	0.006923	0.006792	0.007600	0.007561	0.002658	0.002968	0.002028	0.006316	0.003938	0.003243	0.040255	0.005531	0.002010	0.003682	0.003050	-0.001151	0.007785	0.009942	-0.000655	0.008160	0.001054	0.005466
EOKG	0.002156	0.006520	0.004387	0.005314	0.006093	0.005518	0.006039	0.003284	0.002075	0.000369	0.002075	0.003848	0.003551	0.007193	0.001550	0.001651	0.001212	0.003682	0.000541	-0.004567	0.001139	0.001948	0.000712	0.004220	
ETOG	0.002631	0.005492	0.003946	0.003370	0.002180	0.002977	0.003217	0.001843	0.006070	0.000661	0.002161	0.003860	-0.000108	0.002010	0.001550	0.043012	0.007218	0.001661	0.002990	0.010180	-0.000958	0.010925	0.002688	0.006311	0.003943
ZMTG	0.006156	0.005307	0.006150	0.007486	0.006127	0.007012	0.005149	0.006441	0.003520	0.001974	0.007337	0.002704	-0.000322	0.003682	0.001651	0.007218	0.100240	0.003929	-0.009038	0.014124	0.017016	-0.004125	0.006518	0.002679	0.001894
TCRG	0.004340	0.005669	0.005805	0.006574	0.005344	0.004123	0.004066	0.003988	0.003773	0.000410	0.002997	0.000325	0.001172	0.003050	0.001212	0.001661	0.003929	0.038131	0.001430	0.002909	0.000115	0.000695	0.001268	-0.003317	0.006469
COMG	-0.003774	-0.001865	0.000754	-0.001357	-0.002015	0.000425	-0.001049	0.007919	0.001465	0.002653	0.010170	0.002400	0.005590	-0.001151	0.008795	0.002990	-0.009038	0.001430	0.442130	-0.007977	0.018291	0.006780	0.004499	0.001201	0.032324
TODG	0.002950	0.005827	0.004818	0.006145	0.006232	0.006616	0.007596	0.007982	0.004808	0.005710	0.016140	0.003657	0.005546	0.007785	0.000541	0.010180	0.002909	-0.007977	0.179600	0.012821	0.007414	0.004359	0.001778	-0.002935	
FRAG	-0.004975	-0.001099	-0.001295	0.001382	0.003412	0.005004	0.002744	-0.006116	0.006553	0.004070	0.010506	0.004384	0.002805	0.009942	-0.004567	-0.000958	0.017016	0.000115	0.018291	0.012821	0.010662	0.009402	0.008885	0.001989	0.002468
PALG	0.004330	0.000967	-0.000251	0.002992	0.003520	0.001729	0.003750	-0.001229	0.001752	-0.006362	0.005490	0.001638	0.000258	-0.000655	0.001139	0.010925	-0.004125	0.000695	0.006780	0.007414	-0.010662	0.283290	-0.005560	0.016608	0.002381
SLLG	0.002784	0.002541	-0.001667	0.002769	0.001355	-0.001680	0.003193	0.005296	0.004068	-0.000286	-0.004668	-0.000501	0.003719	0.008160	0.001948	0.002688	0.006518	0.001268	0.004499	0.009402	-0.005560	0.122270	-0.018814	0.001055	
ITSG	0.004008	0.005664	0.002218	0.001565	0.004826	0.005240	0.011178	-0.002500	-0.009495	-0.001338	0.004071	0.001989	-0.002051	0.001054	0.000712	0.006311	0.002679	-0.003317	0.001201	0.001778	0.008885	0.016608	-0.018814	0.248250	0.013436
CETG	0.004721	-0.001187	-0.000608	-0.001699	0.001723	0.001627	0.003239	0.006318	0.000902	0.000835	0.009409	0.002468	0.007691	0.005466	0.004420	0.003943	0.001894	0.006469	0.033234	-0.002935	0.004678	0.002381	0.001055	0.013436	0.274190
CHZG	0.007670	0.004825	0.002582	0.002865	0.004620	0.002732	0.004520	0.006868	0.003057	0.005372	0.004772	-0.000006	0.006879	0.003003	0.004860	0.001818	0.000747	0.004389	0.000593	0.003415	0.009663	0.000202	-0.011165	-0.001078	
GTKG	0.003983	0.002531	0.000934	0.002180	-0.001818	-0.002912	-0.000701	0.002544	0.004284	0.004497	0.007583	0.002333	0.003556	0.000286	-0.004746	0.003580	0.001162	0.001983	0.000100	0.010019	-0.012625	0.005100	0.005817	0.003123	0.008849
TEAG	0.003038	0.002228	0.002556	0.005077	0.002705	0.001396	0.004567	0.004254	0.005105	0.007504	-0.007340	0.006104	-0.002200	-0.002117	-0.002719	0.000463	-0.012023	0.001917	0.002252	0.012366	0.006730	-0.005016	0.013099	0.005303	-0.017046
ICRG	0.000430	-0.011909	0.009256	-0.004774	-0.002137	-0.010473	-0.002408	0.006266	-0.002601	0.009842	-0.004162	-0.001636	0.020889	-0.014298	0.004986	0.008722	-0.017821	0.030358	0.088095	0.010249	-0.012016	-0.008376	0.021062	0.010656	-0.040234
PIRG	0.008013	0.003438	0.000555	0.002848	0.003944	0.005561	0.004344	0.008419	-0.003390	-0.000036	-0.003824	0.003858	0.004844	-0.004603	0.004799	-0.005413	0.001751	-0.003645	0.010980	-0.020379	0.000193	-0.003060	-0.010571	-0.012222	0.029356
SVMG	0.011925	0.006270	0.010405	0.019420	0.013104	0.011037	0.002130	-0.001829	0.020500	-0.004450	0.011763	0.010419	-0.012901	0.016524	0.029775	-0.014622	-0.001116	-0.003254	0.112610	-0.003272	-0.068795	-0.017563	-0.009334	-0.000610	-0.006690
MKOG	0.007585	0.013544	0.012826	0.015637	0.013672	0.010631	0.008086	0.001529	0.004298	0.011556	0.011241	0.005602	0.008157	0.002128	0.005734	0.005088	0.004437	-0.009032	0.026876	-0.015187	-0.026297	0.035448	0.011769	0.042444	0.008528
JASG	-0.001494	-0.011960	-0.002139	-0.002858	-0.008365	0.003968	0.004849	-0.000543	0.004873	-0.004362	0.013054	-0.006444	0.004679	-0.009257	0.005449	-0.003164	-0.013935	0.002926	0.009688	0.053729	-0.019271	0.050872	-0.023270	-0.017611	0.000633
LSBG	0.001881	0.005147	-0.002157	-0.001316	-0																				

Tabela 3.2: Kovariančna matrika donosnosti delnic v obdobju od 1999 do 2003

	CHZG	GTKG	TEAG	ICRG	PIRG	SVMG	MKOG	JASG	LSBG	MISG	GP	CAP1	GSBG	TEHG	SKAG	MAPG	AVCG	KHKG	TUBG	ASVG	KEPG	USLG	TSOR	UPGR	RKRG
ITBG	0.007670	0.003983	0.003038	0.000430	0.008013	0.011925	0.007585	-0.001494	0.001881	0.006208	-0.003408	-0.007057	0.006084	-0.000615	0.012896	-0.011577	-0.000065	0.014823	0.007912	-0.006229	0.009586	0.019860	0.018093	0.231670	-0.094486
KRKG	0.004825	0.002531	0.002228	-0.011909	0.003438	0.006270	0.013544	-0.011960	0.005147	0.005795	0.004153	-0.003957	0.006375	0.000127	-0.014524	0.001919	-0.001037	0.006154	0.006381	0.017057	0.002805	-0.000984	0.022153	0.119370	0.017739
MELR	0.002582	0.000934	0.002556	0.009256	0.000555	0.010405	0.012826	-0.002139	-0.002157	-0.000472	0.005318	-0.003432	0.006795	0.001290	-0.007266	0.005991	0.006641	0.001084	-0.001816	0.019166	0.012838	-0.006254	0.043443	0.136010	0.030924
GRVG	0.002865	0.002180	0.005077	-0.004774	0.002848	0.019420	0.015637	-0.002858	-0.001316	0.002983	0.005889	0.001073	0.003403	0.002787	-0.020916	0.001068	0.005065	-0.000144	0.015512	0.004891	0.005260	0.009688	0.041373	0.105580	0.010171
PETG	0.004620	-0.001818	0.002705	-0.002137	0.003944	0.013104	0.013672	-0.008365	-0.007347	0.002817	0.004268	0.004133	-0.000785	0.001175	-0.005889	0.000131	0.002167	-0.002040	0.003510	0.029581	0.001071	0.011868	0.019264	0.024693	0.093952
IEKG	0.002732	-0.002912	0.001396	-0.010473	0.005561	0.011037	0.010631	0.003968	0.002972	0.002859	0.002007	0.000255	-0.000947	0.000416	0.011915	-0.011242	-0.004642	0.010513	0.017767	0.018274	0.005865	0.003447	0.033701	0.077456	0.039473
LKPG	0.004520	-0.000701	0.004567	-0.002408	0.004344	0.002130	0.008086	0.004849	-0.001038	0.001784	0.003979	-0.002499	0.001081	0.003654	0.010249	-0.005931	0.000200	0.011585	0.005915	0.014359	0.002874	-0.005893	0.043921	-0.068692	0.023937
MER	0.006868	0.002544	0.004254	0.006266	0.008419	-0.001829	0.001529	-0.000543	0.006162	-0.003038	0.013395	-0.000363	0.006234	0.010908	0.006563	0.000437	0.016864	-0.000718	-0.005901	0.021599	0.002989	0.008551	0.005186	0.132740	0.038767
KOLR	0.003057	0.004284	0.005105	-0.002601	-0.003390	0.020500	0.004298	0.004873	-0.001573	0.001548	0.007333	0.003261	0.009338	0.000227	-0.008527	-0.008838	-0.002078	-0.000597	0.011362	-0.015327	-0.006225	-0.001964	0.015814	0.071558	0.054997
CICG	0.005372	0.004497	0.007504	0.009842	-0.000036	-0.004450	0.011556	-0.004362	-0.005095	-0.001012	0.008120	-0.001247	0.006942	-0.000230	0.010938	-0.008631	-0.010710	0.017112	0.000343	-0.048517	-0.009304	-0.042899	-0.042440	-0.038133	-0.050010
RARG	0.004772	0.007583	-0.007340	-0.004162	-0.003824	0.011763	0.011241	0.013054	0.018660	0.007072	-0.006915	-0.001133	-0.002009	0.002034	-0.011187	-0.006993	0.014340	-0.015890	0.003441	0.015501	0.005898	-0.014383	0.002275	-0.237250	-0.058625
DRPG	-0.000006	0.002333	0.006104	-0.001636	0.003858	-0.010419	0.005602	-0.006444	-0.005861	0.004694	0.004095	-0.007335	0.003754	0.003503	-0.004207	-0.010009	0.009385	0.004961	0.022216	0.016118	-0.004386	0.015344	0.060314	0.040275	-0.047141
HDOG	0.006879	0.003556	-0.002200	0.020889	0.004844	-0.012901	0.008157	0.004679	0.008564	0.000216	0.009815	-0.011028	-0.001274	0.006142	0.011070	0.007848	0.039052	0.001703	-0.009463	-0.037152	0.006511	-0.023431	0.036344	-0.225570	-0.065929
AELG	0.003003	0.000286	-0.002117	-0.014298	-0.004603	0.016524	0.002128	-0.009257	-0.004055	0.002441	0.009188	-0.002248	0.005361	0.003127	-0.000275	0.002280	-0.010264	-0.002927	0.001138	-0.001458	-0.002102	0.029277	-0.006957	0.126340	0.038897
EOKG	0.004880	-0.004746	-0.002719	0.004986	0.004799	0.029775	0.005734	-0.005449	0.001944	0.008466	0.012038	0.016525	-0.001397	-0.006647	0.020469	0.024885	0.011336	0.009966	0.008099	-0.034649	0.002882	-0.001907	-0.043703	0.036514	-0.022713
ETOG	0.001818	0.003580	0.000463	0.008722	-0.005413	-0.014622	0.005068	-0.003164	0.014320	0.002487	0.007641	-0.001891	0.003473	0.004479	0.015519	0.006108	0.016889	-0.009898	-0.002732	0.025991	0.005661	-0.002506	-0.048295	0.012806	0.019222
ZMTG	0.000747	0.001162	-0.012023	-0.017821	0.001751	-0.001116	0.004437	-0.013935	0.022546	0.003001	0.004897	0.002454	0.004407	0.002318	-0.041464	0.000753	-0.004524	-0.015639	0.024033	0.014041	0.029491	-0.001740	-0.042762	0.091849	-0.011286
TCRG	0.004389	0.001983	0.001917	0.003058	-0.003645	-0.003254	-0.009032	0.002926	0.004197	0.001904	0.003990	0.011062	0.003668	0.008318	0.007464	0.003950	0.001278	0.018540	0.022924	0.017628	0.002949	-0.000490	0.047153	-0.122160	0.093016
COMG	0.000593	0.000100	0.002252	0.088095	0.010980	0.112610	0.026876	0.009688	0.021616	-0.001062	-0.000822	-0.007734	-0.009674	-0.010628	0.032285	0.011217	0.055974	0.037788	-0.068449	0.023680	0.022679	-0.011728	0.134070	0.016709	0.218340
TODG	0.005364	0.010019	0.012366	0.010249	-0.020379	-0.003272	-0.015187	0.053729	0.027747	-0.003587	0.022869	0.024366	-0.010588	-0.001347	0.000637	-0.003293	0.044255	-0.008346	-0.036774	-0.041088	0.016781	0.088130	0.000314	-0.109820	-0.429370
FRAG	0.003415	-0.012625	0.001937	-0.012016	0.000193	-0.068795	-0.026297	-0.019271	0.014774	0.007702	0.019982	-0.010125	-0.034232	-0.010943	-0.000607	0.033973	-0.027077	-0.053237	0.107900	0.151670	0.023093	0.015396	0.077680	0.145390	-0.272460
PALG	0.009663	0.005100	-0.005016	-0.008376	-0.003060	-0.017563	0.035448	0.050872	-0.008693	0.003971	0.000102	-0.015941	0.011633	0.020961	0.037242	0.009832	0.008682	0.002905	0.025364	0.056624	0.039474	-0.038310	0.006847	0.307650	0.245580
SLLG	0.000202	0.005817	0.013099	0.021082	-0.010571	-0.009334	0.017169	-0.023270	-0.002556	0.001842	0.014609	-0.027779	-0.002501	0.013329	-0.044345	0.001359	0.022585	-0.026070	-0.008563	-0.073529	0.007372	0.074534	-0.026707	-0.011700	-0.036050
ITSG	-0.011165	0.003123	0.005303	0.010656	-0.012222	-0.000610	0.042444	-0.017611	0.027340	-0.001930	-0.022390	0.015351	-0.008541	-0.010839	-0.025979	0.013971	0.029738	-0.014377	-0.026528	0.040442	0.035180	-0.062948	0.032139	0.232760	-0.304100
CETG	-0.001078	0.008849	-0.017046	-0.040234	0.029356	-0.006690	0.008528	0.000633	0.032409	0.028485	0.012032	0.003393	0.012391	0.021196	0.025828	0.011003	0.088630	0.000093	-0.066116	0.023171	-0.087069	-0.037886	-0.153400	0.117520	
CHZG	0.088483	0.008615	-0.008715	-0.013170	-0.009929	-0.034196	0.025925	0.004601	-0.017551	0.002467	-0.002631	0.001056	0.016789	0.003417	0.016789	0.003417	0.015973	0.029878	0.028902	0.030999	0.010300	-0.010132	-0.005145	-0.125150	0.349240
GTKG	0.008615	0.100730	0.000882	0.032023	0.009922	-0.011096	-0.020376	-0.002824	0.032363	0.004425	0.012080	-0.015513	-0.004699	0.012209	0.018036	0.007216	-0.023173	0.031755	-0.002319	-0.046248	0.000178	-0.054284	-0.001211	-0.009898	0.062180
TEAG	-0.008715	0.000882	0.200460	0.028530	0.032690	0.034131	0.028331	0.014640	0.022818	0.003219	-0.061158	-0.029482	-0.006933	-0.005421	0.047803	0.003568	-0.046551	0.023792	-0.035398	0.018577	0.040631	0.037180	0.092084	0.072339	0.069112
ICRG	-0.013170	0.032023	0.028530	1.419700	-0.026368	-0.255810	-0.017653	-0.180410	0.044791	0.034689	0.008800	0.027212	-0.021077	-0.022596	0.220150	-0.008556	-0.127160	-0.074313	0.038239	-0.150600	0.029435	-0.044084	-0.093191	-0.124200	0.571340
PIRG	-0.009929	0.009922	0.032690	-0.026368	0.368680	0.100310	-0.007396	-0.040473	-0.022227	0.014724	0.021974	-0.037833	0.018699	0.033365	-0.077161	0.018462	0.020897	0.109800	0.002311	0.132230	-0.007465	-0.017333	0.014285	0.143470	0.006873
SVMG	-0.034196	-0.011096	0.034131	-0.255810	0.100310	1.394900	0.043281	0.012027	0.061126	0.021746	-0.061158	-0.080724	0.172590	-0.021836	0.417580	-0.050599	-0.019352	-0.177300	0.152340	0.275250	0.058529	0.133820	0.449470	0.868920	-0.084712
MKOG	0.025925	-0.020376	0.028331	-0.017653	-0.007396	0.043281	0.502940	-0.058733	0.031654	0.001217	0.021886	-0.051493	-0.029909	-0.011704	0.013028	-0.022008	-0.036378	0.051812	-0.137830	-0.028281	0.070393	-0.164150	0.056937	-0.484250	0.244030
JASG	0.004801	-0.002824	0.014640	-0.180410	-0.040473	0.012027	-0.058733	0.441450	-0.009689	0.016900	-0.018978	-0.013579	0.033251	-0.005099	-0.019773	0.010074	-0.057756	-0.100570	-0.005215	0.033792	0.065101	-0.117760	-0.310160	-0.340180	-0.052080
LSBG	-0.017551																								

Tabela 4.1: Korelacijska matrika donosnosti delnic v obdobju od 1999 do 2003

	ITBG	KRKG	MELR	GRVG	PETG	IEKG	LKPG	MER	KOLR	CICG	RARG	DRPG	HDOG	AELG	EOKG	ETOG	ZMTG	TCRG	COMG	TODG	FRAG	PALG	SLLG	ITSG	CETG
ITBG	1	0.371120	0.298900	0.327940	0.423160	0.296600	0.338620	0.202870	0.183030	0.066056	0.072811	0.215600	0.068869	0.152940	0.038033	0.059707	0.091515	0.104610	-0.026712	0.032771	-0.037702	0.036290	0.037479	0.037863	0.042437
KRKG	0.371120	1	0.483170	0.527990	0.568130	0.438940	0.474640	0.255230	0.310220	0.032553	0.109980	0.264210	0.094205	0.208380	0.128270	0.139010	0.087988	0.152390	-0.014722	0.072169	-0.009289	0.009534	0.038148	0.059668	-0.011899
MELR	0.298900	0.483170	1	0.429820	0.442520	0.356250	0.403920	0.238120	0.231820	0.038024	0.048134	0.212890	0.068705	0.191400	0.085502	0.098952	0.101010	0.154590	0.005896	0.059125	-0.010840	-0.002450	-0.024789	0.023145	-0.006038
GRVG	0.327940	0.527990	0.429820	1	0.477000	0.410410	0.415320	0.241810	0.264640	0.065907	0.087866	0.246250	0.082591	0.182360	0.105260	0.085872	0.124970	0.177930	-0.010786	0.076638	0.011756	0.029710	0.041861	0.016599	-0.017144
PETG	0.423160	0.568130	0.442520	0.477000	1	0.363280	0.431400	0.252070	0.274710	0.102460	0.110470	0.237270	0.077743	0.200110	0.134990	0.062141	0.114410	0.181780	-0.017917	0.086939	0.032473	0.039096	0.022910	0.057264	0.019452
IEKG	0.296600	0.438940	0.356250	0.410410	0.363280	1	0.441730	0.187450	0.236910	0.030688	0.123670	0.176460	0.098768	0.199430	0.108890	0.075581	0.116610	0.111160	0.003364	0.082202	0.042418	0.017098	-0.025300	0.055449	0.016360
LKPG	0.338620	0.474640	0.403920	0.415320	0.431400	0.441730	1	0.185330	0.234990	0.018494	0.109000	0.189560	0.093642	0.227460	0.136610	0.093632	0.098166	0.125690	-0.009524	0.108180	0.026664	0.042530	0.055123	0.014264	0.037339
MER	0.202870	0.255230	0.238120	0.241810	0.252070	0.187450	0.185330	1	0.116720	0.061196	0.065183	0.142770	0.063424	0.079618	0.073955	0.053394	0.122260	0.122720	0.071563	0.113180	-0.059176	-0.013875	0.091019	-0.030147	0.072511
KOLR	0.183030	0.310220	0.231820	0.264640	0.274710	0.236910	0.234990	0.116720	1	0.065967	0.038525	0.115840	0.040080	0.071262	0.048053	0.141020	0.053561	0.093080	0.010618	0.054663	0.005064	0.015863	0.056051	-0.091813	0.008302
CICG	0.066056	0.032553	0.038024	0.065907	0.102460	0.030688	0.018494	0.061196	0.065967	1	0.027445	0.032514	-0.002773	0.042189	0.005770	0.013315	0.026035	0.090149	0.018655	0.056249	-0.027355	-0.049906	-0.003411	-0.011215	0.064065
RARG	0.072811	0.109980	0.048134	0.087866	0.110470	0.123670	0.109000	0.065183	0.038525	0.027445	1	0.045351	0.105370	0.099903	0.024679	0.033074	0.073540	0.048710	0.048538	0.120870	0.053683	0.032736	-0.042364	0.025932	0.057023
DRPG	0.215600	0.264210	0.212890	0.246250	0.237270	0.176460	0.189560	0.142770	0.115840	0.032514	0.045351	1	0.006399	0.107000	0.107000	0.101480	0.046564	0.095622	0.019681	0.047048	0.038485	0.016775	-0.007811	0.021761	0.025698
HDOG	0.068869	0.094025	0.068705	0.082591	0.077743	0.098768	0.093642	0.063424	0.040080	-0.002773	0.105370	0.006399	1	0.070187	0.057795	-0.002265	-0.004419	-0.026053	0.036506	0.056823	0.019606	0.002105	0.046187	-0.017873	0.063773
AELG	0.152940	0.208380	0.191400	0.182360	0.200110	0.199430	0.227460	0.079618	0.071262	0.042189	0.099903	0.107000	0.070187	1	0.103320	0.048313	0.057967	0.077848	-0.008628	0.091553	0.079783	-0.006133	0.116320	0.010541	0.052024
EOKG	0.038033	0.128270	0.085502	0.105260	0.134990	0.108890	0.136610	0.073955	0.048053	0.005770	0.024679	0.078625	0.057795	0.103320	1	0.028011	0.019541	0.023269	0.049574	0.004788	-0.027557	0.008017	0.020873	0.005357	0.030202
ETOG	0.059707	0.139010	0.098952	0.085872	0.062141	0.075581	0.093632	0.053394	0.141020	0.013315	0.033074	0.101480	-0.002265	0.048313	0.028011	1	0.109920	0.041015	0.021681	0.115830	-0.007440	0.098976	0.037065	0.061074	0.036308
ZMTG	0.091515	0.087988	0.101010	0.124970	0.114410	0.116610	0.098166	0.122260	0.053561	0.026035	0.073540	0.046564	-0.004419	0.057967	0.019541	0.109920	1	0.063556	-0.042930	0.105270	0.086529	-0.024481	0.058878	0.016985	0.011422
TCRG	0.104610	0.152390	0.154590	0.177930	0.161780	0.111160	0.125690	0.122720	0.093080	0.090149	0.048710	0.095622	-0.026053	0.077848	0.023269	0.041015	0.063556	1	0.011011	0.035146	0.000947	0.006692	0.018576	-0.034093	0.063269
COMG	-0.026712	-0.014722	0.005896	-0.010786	-0.017917	0.003364	-0.009524	0.071563	0.010618	0.016655	0.048538	0.019681	0.036506	-0.008628	0.049574	0.021681	-0.042930	0.011011	1	-0.028310	0.044288	0.019157	0.019348	0.003626	0.092837
TODG	0.032771	0.072169	0.059125	0.076638	0.086939	0.082202	0.108180	0.113180	0.054663	0.056249	0.120870	0.047048	0.056823	0.091553	0.004788	0.115830	0.105270	0.035146	-0.028310	1	0.048708	0.032867	0.029416	0.008418	-0.013226
FRAG	-0.037702	-0.009289	-0.010840	0.011756	0.032473	0.042418	0.026664	-0.059176	0.005064	-0.027355	0.053683	0.038485	0.019606	0.079783	-0.027557	-0.007440	0.006529	0.000947	0.044288	0.048708	1	-0.032252	0.043289	0.028710	0.014383
PALG	0.038290	0.009534	-0.002450	0.029710	0.039096	0.017098	0.042530	-0.013875	0.015863	-0.049906	0.032736	0.016775	0.002105	-0.006133	0.008017	0.098976	-0.024481	0.006692	0.019157	0.032867	-0.032252	1	-0.029877	0.062627	0.006544
SLLG	0.037479	0.038148	-0.024789	0.041861	0.022910	-0.025300	0.055123	0.091019	0.056051	-0.003411	-0.042364	-0.007811	0.046187	0.116320	0.020873	0.037065	0.058878	0.018576	0.019348	0.029416	0.043289	-0.029877	1	-0.107990	0.005764
ITSG	0.037863	0.059668	0.023145	0.016599	0.057264	0.055449	0.014264	-0.030147	-0.091813	-0.011215	0.025932	0.021761	-0.017873	0.010541	0.005357	0.061074	0.018985	-0.034093	0.003626	0.008418	0.028710	0.062627	-0.107990	1	0.051497
CETG	0.042437	-0.011899	-0.006038	0.017144	0.019452	0.016360	0.037339	0.072511	0.008302	0.064065	0.057023	0.025698	0.063773	0.052024	0.030202	0.036308	0.011422	0.063269	0.092837	-0.013226	0.014383	0.008544	0.005764	0.051497	1
CHZG	0.124370	0.085136	0.045138	0.050897	0.091808	0.048364	0.091720	0.138740	0.049518	0.075399	0.050909	-0.000115	0.100420	0.050311	0.061479	0.029471	0.007935	0.075564	0.002999	0.042551	0.014863	0.061035	0.001946	-0.053332	-0.006922
GTKG	0.059071	0.041865	0.015296	0.036299	-0.033857	-0.048300	-0.013336	0.048162	0.065034	0.059152	0.075828	0.040078	0.046645	0.004490	-0.056049	0.054389	0.011563	0.031996	0.000475	0.074489	-0.064043	0.030189	0.052419	0.019747	0.053244
TEAG	0.031942	0.026118	0.029688	0.059935	0.035715	0.016418	0.061570	0.057097	0.054937	0.069972	-0.052031	0.074322	-0.021337	-0.023564	-0.022756	0.004982	-0.084817	0.021927	0.007564	0.065175	0.024201	-0.021047	0.083669	0.023773	-0.072708
ICRG	0.001700	-0.052464	0.040398	-0.021175	-0.010605	-0.046278	-0.012200	0.031600	-0.010516	0.034487	-0.011085	-0.007486	0.076126	-0.059811	0.015683	0.035295	-0.047241	0.130480	0.020297	-0.016236	-0.013208	0.050602	0.017950	-0.064487	
PIRG	0.062120	0.029724	0.004755	0.024794	0.038398	0.048219	0.043180	0.083320	-0.026899	-0.000244	-0.019986	0.034636	0.034642	-0.037780	0.029620	-0.042987	0.009106	-0.030742	0.027195	-0.079198	0.000512	-0.009469	-0.049788	-0.040400	0.092331
SVMG	0.045728	0.027867	0.045816	0.086905	0.065589	0.049200	0.010884	-0.009306	0.083628	-0.015729	0.031607	0.048095	-0.047432	0.069733	0.094484	-0.059694	-0.002984	-0.014108	0.143390	-0.006536	-0.093780	-0.027939	-0.022601	-0.001037	-0.010817
MKOG	0.050344	0.100250	0.094054	0.116540	0.113970	0.078925	0.068820	0.012952	0.029197	0.068028	0.050303	0.043067	0.049942	0.014952	0.015683	0.034596	0.019759	0.019590	0.056993	-0.050531	-0.059700	0.093912	0.069235	0.120120	0.022964
JASG	-0.010583	-0.094486	-0.016742	-0.022738	-0.074424	0.031445	0.044048	-0.004909	0.035335	-0.027406	0.062354	-0.052873	0.030581	-0.069439	0.030736	-0.022964	-0.066244	0.022551	0.021929	0.190820	-0.046697	0.143860	-0.100160	-0.053198	0.001819
LSBG	0.014336	0.043752	-0.018163	-0.011263	-0.070336	0.025336	-0.010143	0.059962	-0.012272	-0.034446	0.095902	-0.051744	0.060221	-0.0327											

Tabela 4.2: Korelacijska matrika donosnosti delnic v obdobju od 1999 do 2003

	CHZG	GTKG	TEAG	ICRG	PIRG	SVMG	MKOG	JASG	LSBG	MISG	GP	CAP1	GSBG	TEHG	SKAG	MAPG	AVCG	KHKG	TUBG	ASVG	KEPG	USLG	TSOR	UPGR	RKRG
ITBG	0.121370	0.059071	0.031942	0.001700	0.062120	0.047528	0.050344	-0.010583	0.014336	0.094882	-0.032195	-0.062992	0.062046	-0.007497	0.054458	-0.101030	-0.000306	0.085488	0.039987	-0.015947	0.065309	0.081551	0.056315	0.345030	-0.221640
KRRG	0.085136	0.041865	0.026118	-0.052464	0.029724	0.027867	0.100250	-0.094486	0.043752	0.098779	0.043754	-0.039387	0.072506	0.001726	-0.068395	0.018672	-0.005437	0.039576	0.035962	0.048696	0.021309	-0.004506	0.076897	0.198260	0.046405
MELR	0.045138	0.015296	0.029688	0.040398	0.004755	0.045816	0.094054	-0.016742	-0.018163	-0.007966	0.055518	-0.033848	0.076565	0.017368	-0.033898	0.057763	0.034481	0.006908	-0.010140	0.054210	0.096632	-0.028373	0.149390	0.223790	0.080146
GRVG	0.050897	0.036299	0.059935	-0.021175	0.024794	0.086905	0.116540	-0.022738	-0.011263	0.051193	0.062477	0.010759	0.038965	0.038149	-0.099176	0.010465	0.026725	-0.000932	0.088027	0.014061	0.040237	0.044667	0.144600	0.176560	0.026790
PETG	0.091808	-0.033857	0.035715	-0.010605	0.038398	0.065589	0.113970	-0.074424	-0.070336	0.054080	0.050641	0.046330	-0.010051	0.017989	-0.031232	0.001432	0.012793	-0.014774	0.022280	0.095109	0.009161	0.061207	0.075306	0.046187	0.276790
IEKG	0.048364	-0.048300	0.016418	-0.046278	0.048219	0.049200	0.078925	0.031445	0.025336	0.048880	0.021208	0.002544	-0.010808	0.005669	0.056282	-0.109740	-0.024401	0.067816	0.100440	0.052329	0.044695	0.015832	0.117330	0.129030	0.103570
LKPG	0.091720	-0.013336	0.061570	-0.012200	0.043180	0.010884	0.068820	0.044048	-0.010143	0.034573	0.048211	-0.028600	0.014139	0.057106	0.055499	-0.066372	0.001207	0.085674	0.038332	0.047136	0.025104	-0.031029	0.175300	-0.131180	0.072000
MER	0.138740	0.048162	0.057097	0.031600	0.083320	-0.009306	0.012952	-0.004909	0.059962	-0.059275	0.161580	-0.004136	0.081168	0.169750	0.035380	0.004871	0.101180	-0.005287	-0.038072	0.070591	0.025999	0.044628	0.020606	0.252380	0.116100
KOLR	0.049518	0.065034	0.054937	-0.010516	-0.026899	0.083628	0.029197	0.035335	-0.012272	0.024219	0.070913	0.029791	0.097481	0.002633	-0.036859	-0.078945	-0.009997	-0.003527	0.058773	-0.040163	-0.043413	-0.008253	0.050383	0.109090	0.132050
CICG	0.075399	0.059152	0.069972	0.034487	-0.000244	-0.015729	0.068028	-0.027406	-0.034446	-0.013715	0.068051	-0.009869	0.062797	-0.002484	0.040967	-0.066806	-0.044643	0.087533	0.001538	-0.110170	-0.056223	-0.156240	-0.117170	-0.050372	-0.104050
RARG	0.050909	0.075828	-0.052031	-0.011085	-0.019986	0.031607	0.050303	0.062354	0.095902	0.072874	-0.044052	-0.006820	-0.013812	0.016712	-0.031851	-0.041145	0.045439	-0.061788	0.011725	0.026756	0.027094	-0.039821	0.004774	-0.238230	-0.092721
DRPG	-0.000115	0.040078	0.074322	-0.007486	0.034636	0.048095	-0.043067	-0.052873	-0.051744	0.083101	0.044813	-0.075831	0.044348	0.049454	-0.020576	-0.101170	0.051086	0.033136	0.130040	0.047792	-0.034611	0.072978	0.217440	0.069475	-0.128080
HDOG	0.100420	0.048645	-0.021337	0.076126	0.034642	-0.047432	0.049942	0.030581	0.060221	0.003041	0.085550	-0.090808	-0.011985	0.069064	0.043122	0.063178	0.169300	0.009058	-0.044117	-0.087739	0.040919	-0.088758	0.104360	-0.309910	-0.142670
A+A1:A	0.050311	0.004490	-0.023564	-0.059811	-0.037780	0.069733	0.014952	-0.069439	-0.032726	0.039505	0.091923	-0.021251	0.057890	0.040354	-0.001232	0.021089	-0.051077	-0.017876	0.060687	-0.003953	-0.015168	0.129250	-0.022928	0.199240	0.096616
EOKG	0.061479	-0.056049	-0.022756	0.015683	0.029620	0.094484	0.030301	0.030736	0.011799	0.103020	0.090563	0.117450	-0.011341	-0.064512	0.068822	0.042420	0.045763	0.032591	-0.070628	0.015634	-0.006235	-0.108310	0.043299	-0.042424	
ETOG	0.029471	0.054389	0.004982	0.035295	-0.042987	-0.059694	0.034596	-0.022964	0.111820	0.038942	0.073956	-0.017292	0.036281	0.055931	0.067133	0.054603	0.081305	-0.058473	-0.014141	0.068160	0.039510	-0.010540	-0.153990	0.019232	0.046191
ZMTG	0.007935	0.011563	-0.084817	-0.047241	0.009106	-0.002984	0.019759	-0.066244	0.115320	0.030781	0.031047	0.025478	0.030156	0.018961	-0.117490	0.004407	-0.014266	-0.060520	0.081500	0.024120	0.134830	-0.004793	-0.089314	0.091790	-0.017765
TCRG	0.075564	0.031996	0.021927	0.130480	-0.030742	-0.014108	-0.065221	0.022551	0.034807	0.031657	0.041011	0.107430	0.040695	0.110310	0.034292	-0.037505	-0.006533	0.116330	0.126050	0.049097	0.021858	-0.002191	0.159680	-0.197940	0.237390
COMG	0.002999	0.000475	0.007564	0.111190	0.027195	0.143390	0.056993	0.021929	0.052646	-0.005188	-0.002481	-0.022056	-0.031523	-0.041390	0.043559	0.031275	0.084047	0.089629	-0.110520	0.166600	0.049369	-0.015387	0.133330	0.007951	0.163640
TODG	0.042551	0.074489	0.065175	0.020297	-0.079198	-0.006536	-0.050531	0.190820	0.106300	-0.027480	0.108320	0.109300	-0.054133	-0.008230	0.012780	-0.014406	0.104260	-0.024129	-0.093167	-0.052731	0.057315	0.181420	0.000490	-0.081991	-0.504930
FRAG	0.018483	-0.064043	0.024201	-0.016236	0.000512	-0.093780	-0.049697	0.038519	0.040263	0.064577	-0.030914	-0.119410	-0.045622	0.000877	0.014310	0.034325	-0.105020	0.186510	0.132810	0.053816	0.021625	0.082702	0.074066	-0.218610	
PALG	0.061035	0.030189	-0.021047	-0.013208	-0.009469	-0.027939	0.093912	0.143860	-0.026450	0.024228	0.000385	-0.056799	0.047353	0.101980	0.062775	0.034249	0.016287	0.006688	0.051166	0.057861	0.107350	-0.062791	0.008507	0.182890	0.239940
SLLG	0.001946	0.052419	0.083669	0.050602	-0.049788	-0.022601	0.089235	-0.010180	-0.011837	0.017105	0.083862	-0.150650	-0.015498	0.098712	-0.113780	0.007206	0.064432	-0.091349	-0.020152	-0.114370	0.030518	0.185950	-0.050507	-0.010587	-0.051379
ITSG	-0.075332	0.019747	0.023773	0.017950	-0.040400	-0.001037	0.120120	-0.053198	0.088862	-0.012578	-0.090203	0.058428	-0.037142	-0.056332	0.046777	0.051985	0.059990	-0.035354	-0.057185	0.044145	0.102200	-0.110210	0.042654	0.147810	-0.304170
CETG	-0.006922	0.053244	-0.027708	-0.064487	0.092331	-0.010817	0.022964	0.001819	-0.007401	0.200970	0.109190	0.043576	0.014041	0.061280	0.036314	0.091448	0.020980	0.207380	0.000190	-0.068672	0.064050	-0.145060	-0.047819	-0.092691	0.111850
CHZG	1	0.091256	-0.065437	-0.037159	-0.054973	-0.097337	0.122900	0.023279	-0.059552	0.026934	-0.017751	0.022625	-0.089675	-0.091931	0.050637	0.021297	0.174450	0.123070	0.097103	0.056679	0.050120	-0.029713	-0.011437	-0.133210	0.585110
GTKG	0.091256	1	0.006209	0.084681	0.051484	-0.029603	-0.090527	-0.013391	0.165130	0.045274	0.076399	-0.092690	-0.032081	0.099613	0.050984	0.042153	-0.072898	0.122590	-0.007845	-0.079254	0.007925	-0.149210	-0.002523	-0.009868	0.097637
TEAG	-0.065437	0.006209	1	0.053480	0.120250	0.064546	0.089225	0.049214	0.082531	0.023348	-0.051906	-0.124870	-0.033552	0.031356	0.095787	0.014773	-0.103810	0.065108	-0.084886	0.022566	0.131360	0.072444	0.136000	0.051122	0.076928
ICRG	-0.037159	0.084681	0.053480	1	-0.036446	-0.181780	-0.020891	-0.227890	0.060877	0.049534	0.169950	0.043311	-0.038327	-0.049109	0.165760	-0.013312	-0.106560	-0.076417	0.034457	-0.068742	0.035758	-0.032277	-0.051720	-0.032981	0.236970
PIRG	-0.054973	0.051484	0.120250	-0.036446	1	0.139880	-0.017176	-0.100320	-0.059282	0.078741	0.072644	-0.118160	0.066723	0.142290	-0.114010	0.056373	0.034362	0.221550	0.004086	0.118450	-0.017796	-0.024903	0.015558	0.074760	0.005641
SVMG	-0.097337	-0.029603	0.064546	-0.181780	0.139880	1	0.051673	0.015327	0.038812	0.059787	-0.103940	-0.129620	0.316610	-0.047878	0.317190	-0.079429	-0.016359	-0.183930	0.138490	0.126750	0.071730	0.098841	0.251560	0.232780	-0.035745
MKOG	0.122900	-0.090527	0.089225	-0.020891	-0.017176	0.051673	1	-0.124650	0.072282	0.005573	0.061947	-0.137700	0.091376	-0.042737	0.016481	-0.057534	-0.051215	0.089513	-0.208660	-0.021689	0.143670	-0.201920	0.053090	0.216050	0.171490
JASG	0.023279	-0.013391	0.049214	-0.227890	-0.100320	0.015327	-0.124650	1	-0.023616	0.082593	-0.057334	-0.038757	0.108430	-0.019874	-0.026699	0.028111	-0.086790	-0.185460	-0.008428	0.027661	0.141820	-0.154610	-0.308690	-0.162000	-0.039064
LSBG	-0.095552	0.165130	0.082531	0.060877	-0.059282	0.083812																			

Tabela 5: Povprečne letne donosnosti in standardni odkloni, izračunani na podlagi dnevni, tedenskih in mesečnih donosnosti v obdobju od leta 1999 do 2003

	Dnevni		Tedenski		Mesečni	
	Donosnost	Standardni odklon	Donosnost	Standardni odklon	Donosnost	Standardni odklon
ITBG	0.2475	0.2125	0.2475	0.2251	0.2475	0.2689
KRKG	0.1471	0.1905	0.1471	0.2178	0.1471	0.1993
MELR	0.2997	0.1923	0.2997	0.2383	0.2997	0.2333
GRVG	0.2055	0.1892	0.2055	0.2069	0.2055	0.2325
PETG	0.1493	0.1692	0.1493	0.1749	0.1493	0.1888
IEKG	0.2082	0.1899	0.2082	0.1764	0.2082	0.1872
LKPG	0.1797	0.1657	0.1797	0.1692	0.1797	0.1879
MER	0.0608	0.1664	0.0608	0.1665	0.0608	0.1733
KOLR	0.2050	0.2076	0.2050	0.2001	0.2050	0.1829
CICG	0.2199	0.2395	0.2199	0.1906	0.2199	0.1853
RARG	-0.0649	0.3151	-0.0649	0.3637	-0.0649	0.3554
DRPG	0.2055	0.1834	0.2055	0.1659	0.2055	0.1895
HDOG	0.2894	0.2303	0.2894	0.2289	0.2894	0.2133
ALEG	0.1407	0.2006	0.1407	0.1718	0.1407	0.1662
EOKG	-0.0561	0.2668	-0.0561	0.2292	-0.0561	0.2351
ETOG	0.1767	0.2074	0.1767	0.1892	0.1767	0.1448
ZMTG	0.0918	0.3166	0.0918	0.2608	0.0918	0.2400
TCRG	0.1860	0.1953	0.1860	0.1461	0.1860	0.1511
COMG	-0.1558	0.6649	-0.1558	0.5023	-0.1558	0.3736
TODG	0.1850	0.4238	0.1850	0.3739	0.1850	0.3536
FRAG	-0.0145	0.6211	-0.0145	0.5183	-0.0145	0.4421
PALG	0.0801	0.5323	0.0801	0.4904	0.0801	0.4773
SLLG	0.2278	0.3497	0.2278	0.2954	0.2278	0.2572
ITSG	-0.0777	0.4983	-0.0777	0.3235	-0.0777	0.2889
CETG	0.1613	0.5236	0.1613	0.4417	0.1613	0.2974
CHZG	0.1733	0.2975	0.1733	0.2792	0.1733	0.2644
GTKG	0.1576	0.3174	0.1576	0.3061	0.1576	0.2284
TEAG	0.1565	0.4477	0.1565	0.4371	0.1565	0.4545
ICRG	-0.0384	1.1915	-0.0384	0.8170	-0.0384	0.6816
PIRG	0.1154	0.6072	0.1154	0.3677	0.1154	0.3052
SVMG	-0.2846	1.1811	-0.2846	0.9019	-0.2846	0.5006
MKOG	0.1922	0.7092	0.1922	0.4867	0.1922	0.4366
JASG	0.2485	0.6644	0.2485	0.4826	0.2485	0.4649
LSBG	0.0452	0.6175	0.0452	0.5340	0.0452	0.2835
MISG	0.1205	0.3080	0.1205	0.2482	0.1205	0.2147
GPG	-0.0305	0.4982	-0.0305	0.5383	-0.0305	0.4723
CAP1	-0.0424	0.5273	-0.0424	0.4917	-0.0424	0.2918
GSBG	-0.0716	0.4616	-0.0716	0.3593	-0.0716	0.2866
TEHG	-0.2680	0.3862	-0.2680	0.4162	-0.2680	0.4668
SKAG	0.0637	1.1147	0.0637	0.8918	0.0637	0.7686
MAPG	0.0505	0.5394	0.0505	0.5070	0.0505	0.3506
AVCG	0.1141	1.0016	0.1141	0.8880	0.1141	0.6911
KHKG	0.0463	0.8162	0.0463	0.7052	0.0463	0.5822

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

D. Meje učinkovitosti

1. Meja učinkovitosti delnic prostega trga na podlagi dnevnih donosnosti

V obdobju od začetka leta 1999 do konca 2003 je kotiralo na prostem trgu 24 rednih delnic, s katerimi se je trgovalo vsaj četrtino vseh trgovalnih dni v tem obdobju. Te delnice predstavljajo nabor naložbe za izračun meje učinkovitosti prostega trga. Mejo učinkovitosti delnic prostega trga sestavljajo premoženja s povprečnimi letnimi donosnostmi med 13,58 odstotka in 28,94 odstotka. Premoženje z najnižjo variabilnostjo donosnosti sestavlja dvajset od štiriindvajsetih delnic prostega trga, ki so kotirale pred letom 1999 in so bile trgovane vsaj četrtino vseh trgovalnih dni v proučevanem obdobju. Učinkovita premoženja so sestavljena iz relativno velikega števila delnic, vendar imajo kljub temu ta premoženja višjo variabilnosti donosnosti kot učinkovita premoženja delnic kotacije. Najdonosnejše učinkovito premoženje predstavlja delnica HDOG s povprečno letno donosnostjo 28,94 odstotka in standardnim odklonom 23,03 odstotka.

Tabela 6: Učinkovita premoženja delnic prostega trga in njihova struktura v obdobju od leta 1999 do 2003

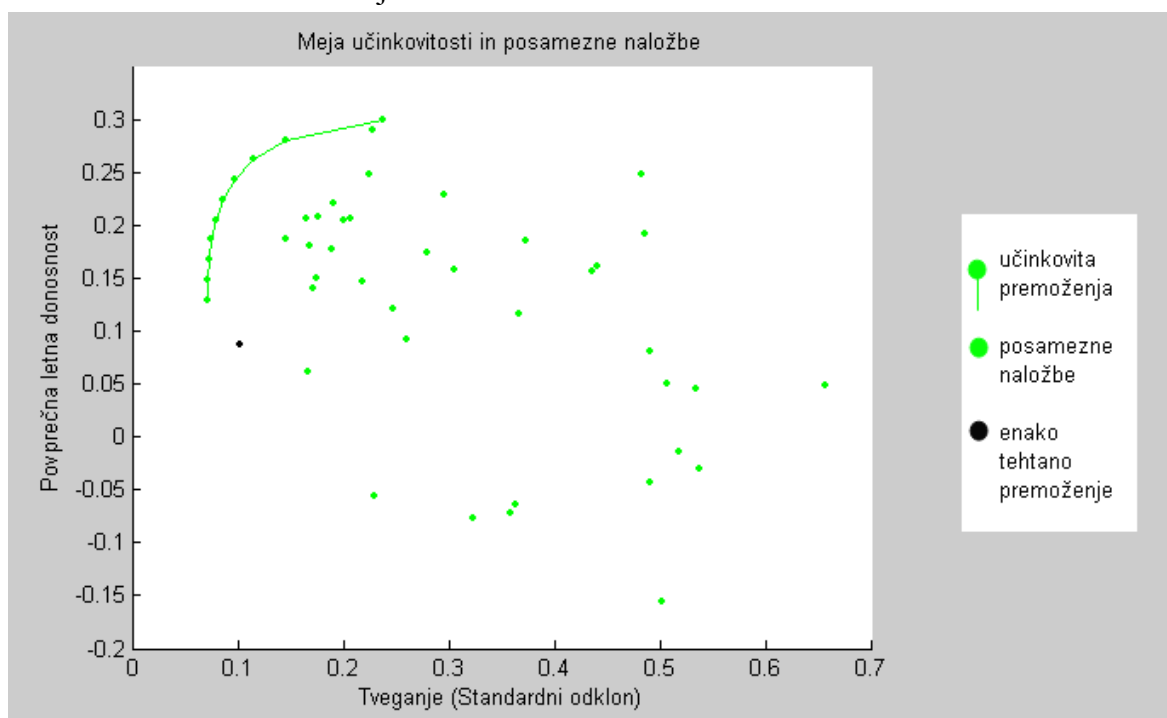
Premoženje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Donosnost	0.1358	0.1528	0.1699	0.1870	0.2041	0.2211	0.2382	0.2553	0.2724	0.2894
Standardni odklon	0.0964	0.0973	0.1000	0.1045	0.1108	0.1193	0.1310	0.1473	0.1773	0.2303
Število delnic v premoženju	20	21	21	19	18	15	11	8	4	1
	Delež delnice v premoženju									
CICG	0.1555	0.1711	0.1861	0.2029	0.2196	0.2374	0.2581	0.2743	0.1464	0.0000
HDOG	0.1666	0.1953	0.2232	0.2557	0.2893	0.3409	0.4001	0.5018	0.7267	1.0000
COMG	0.0132	0.0064	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TODG	0.0208	0.0219	0.0230	0.0246	0.0263	0.0281	0.0278	0.0115	0.0000	0.0000
FRAG	0.0287	0.0237	0.0186	0.0125	0.0064	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PALG	0.0303	0.0283	0.0262	0.0238	0.0210	0.0126	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SLLG	0.0912	0.0959	0.1006	0.1051	0.1097	0.1152	0.1208	0.1313	0.0817	0.0000
ITSG	0.0368	0.0293	0.0217	0.0123	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CETG	0.0000	0.0000	0.0029	0.0052	0.0070	0.0084	0.0082	0.0000	0.0000	0.0000
GTKG	0.0753	0.0754	0.0754	0.0752	0.0743	0.0670	0.0538	0.0155	0.0000	0.0000
TEAG	0.0347	0.0341	0.0337	0.0330	0.0321	0.0288	0.0217	0.0055	0.0000	0.0000
ICRG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PIRG	0.0223	0.0236	0.0251	0.0249	0.0238	0.0188	0.0118	0.0000	0.0000	0.0000
SVMG	0.0045	0.0025	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MKOG	0.0125	0.0144	0.0164	0.0180	0.0193	0.0174	0.0151	0.0095	0.0000	0.0000
JASG	0.0204	0.0239	0.0273	0.0309	0.0347	0.0385	0.0438	0.0506	0.0452	0.0000
LSBG	0.0157	0.0133	0.0111	0.0072	0.0031	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MISG	0.0882	0.0860	0.0829	0.0787	0.0742	0.0607	0.0389	0.0000	0.0000	0.0000
CAP1	0.0779	0.0707	0.0635	0.0543	0.0443	0.0248	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
GSBG	0.0631	0.0491	0.0352	0.0171	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SKAG	0.0000	0.0009	0.0024	0.0026	0.0023	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MAPG	0.0350	0.0292	0.0226	0.0159	0.0098	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
AVCG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
KHKG	0.0074	0.0050	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

2. Model na podlagi tedenskih donosnosti

Vhodni parametri modela na podlagi tedenskih donosnosti oziroma tedenskega modela so izračunani iz podatkov o tedenskih donosnostih posameznih delnic. Tedenske donosnosti so izračunane tako, da so seštete dnevne donosnosti v posameznem tednu. Iz modela so nato izločene vse tiste delnice, ki pred začetkom proučevanega obdobja niso kotirale, nato pa še vse tiste, ki so bile trgovane manj kot polovico vseh tednov v tem obdobju. Tedenski model tako vsebuje 47 rednih delnic. Na podlagi teh podatkov je ponovno izračunanih 10 učinkovitih premoženj, katerih povprečne letne donosnosti in standardne odklone prikazujeta tabela 7 in slika 1.

Slika 1: Meja učinkovitosti in posamezne naložbe, izračunane na podlagi tedenskih donosnosti v obdobju od leta 1999 do 2003



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Premoženje z najnižjo variabilnostjo donosnosti ima povprečno letno donosnost enako 12,95 odstotka s standardnim odklonom 7,14 odstotka. Učinkovito premoženje z najvišjo donosnostjo zopet predstavlja delnica MELR s povprečno letno donosnostjo 29,97 odstotka in standardnim odklonom 23,83 odstotka. Premoženje z enakimi deleži delnic ima povprečno letno donosnost 8,63 odstotka in standardni odklon 10,26 odstotka in ni učinkovito po M-V kriteriju, saj točno nad tem premoženjem leži premoženje z enako variabilnostjo donosnosti in višjo donosnostjo.

Premoženje z najnižjim standardnim odklonom donosnosti sestavlja 32 delnic, med katerimi ima največji delež, 12,50 odstotka, delnica TCRG, sledita ji delnica MISG z 9,99

odstotka in delnica MER z 8,40 odstotka. Razpršenost se z vsakim naslednjim premoženjem zmanjšuje tako, da predzadnje premoženje vključuje le še 7 različnih delnic. Enako število delnic vključujeta le tretje in četrto premoženje.

Premoženje z najnižjo variabilnostjo iz dnevnega modela ima za eno odstotno točko višjo povprečno letno donosnost kot tako premoženje v tedenskem modelu ob skoraj enaki variabilnosti donosnosti, kar je posledica dejstva, da v model niso vključene popolnoma iste delnice, modela pa imata tudi različni kovariančni matriki, saj je v prvem modelu izračunana na podlagi dnevnih donosnosti, v drugem pa na podlagi tedenskih donosnosti.

Tabela 7: Povprečne letne donosnosti in standardni odkloni donosnosti učinkovitih premoženj, izračunanih na podlagi tedenskih donosnosti, ter njihove strukture v obdobju od 1999 do 2003

Premoženje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Donosnost	0.1295	0.1484	0.1673	0.1862	0.2052	0.2241	0.2430	0.2619	0.2808	0.2997
Standardni odklon	0.0714	0.0718	0.0731	0.0758	0.0799	0.0866	0.0981	0.1155	0.1456	0.2383
Število delnic v premoženju	32	29	26	26	21	15	11	8	7	1
	Delež delnice v premoženju									
ALEG	0.0545	0.0542	0.0476	0.0359	0.0208	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
GRVG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
IEKG	0.0106	0.0145	0.0220	0.0337	0.0453	0.0521	0.0346	0.0000	0.0000	0.0000
ITBG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0032	0.0138	0.0280	0.0533	0.0770	0.0448	0.0000
KOLR	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
KRKG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
LKPG	0.0490	0.0473	0.0410	0.0337	0.0104	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MELR	0.0000	0.0014	0.0169	0.0354	0.0626	0.1060	0.1684	0.2611	0.4021	1.0000
MER	0.0840	0.0648	0.0388	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PETG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RARG	0.0138	0.0091	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CICG	0.0819	0.0914	0.1041	0.1190	0.1354	0.1577	0.1768	0.1709	0.0564	0.0000
HDOG	0.0393	0.0526	0.0676	0.0821	0.0975	0.1268	0.1824	0.2557	0.3705	0.0000
DRPG	0.0804	0.1013	0.1207	0.1402	0.1576	0.1662	0.1507	0.0699	0.0000	0.0000
EOKG	0.0085	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ETOG	0.0675	0.0695	0.0661	0.0606	0.0508	0.0285	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ZMTG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
COMG	0.0121	0.0083	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TODG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FRAG	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SLLG	0.0474	0.0535	0.0608	0.0698	0.0817	0.0965	0.1070	0.1060	0.0741	0.0000
PALG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CETG	0.0021	0.0027	0.0035	0.0041	0.0058	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TCRG	0.1250	0.1322	0.1371	0.1414	0.1347	0.1059	0.0469	0.0000	0.0000	0.0000
ITSG	0.0041	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
GTKG	0.0254	0.0247	0.0231	0.0204	0.0166	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TEAG	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CHZG	0.0150	0.0156	0.0168	0.0194	0.0191	0.0135	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ICRG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MKOG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PIRG	0.0125	0.0128	0.0098	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
LSBG	0.0146	0.0137	0.0101	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
AVCG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MISG	0.0999	0.1003	0.0996	0.0979	0.0913	0.0692	0.0254	0.0000	0.0000	0.0000
SVMG	0.0184	0.0178	0.0147	0.0099	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TEHG	0.0128	0.0037	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CAP1	0.0430	0.0420	0.0370	0.0289	0.0153	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MAPG	0.0123	0.0111	0.0080	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
JASG	0.0217	0.0244	0.0257	0.0261	0.0261	0.0305	0.0358	0.0360	0.0297	0.0000
GPG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
KHKG	0.0079	0.0077	0.0069	0.0053	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
GSBG	0.0143	0.0038	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SKAG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
KEPG	0.0038	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TUBG	0.0089	0.0096	0.0098	0.0096	0.0102	0.0126	0.0187	0.0234	0.0225	0.0000
USLG	0.0089	0.0086	0.0065	0.0032	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ASVG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

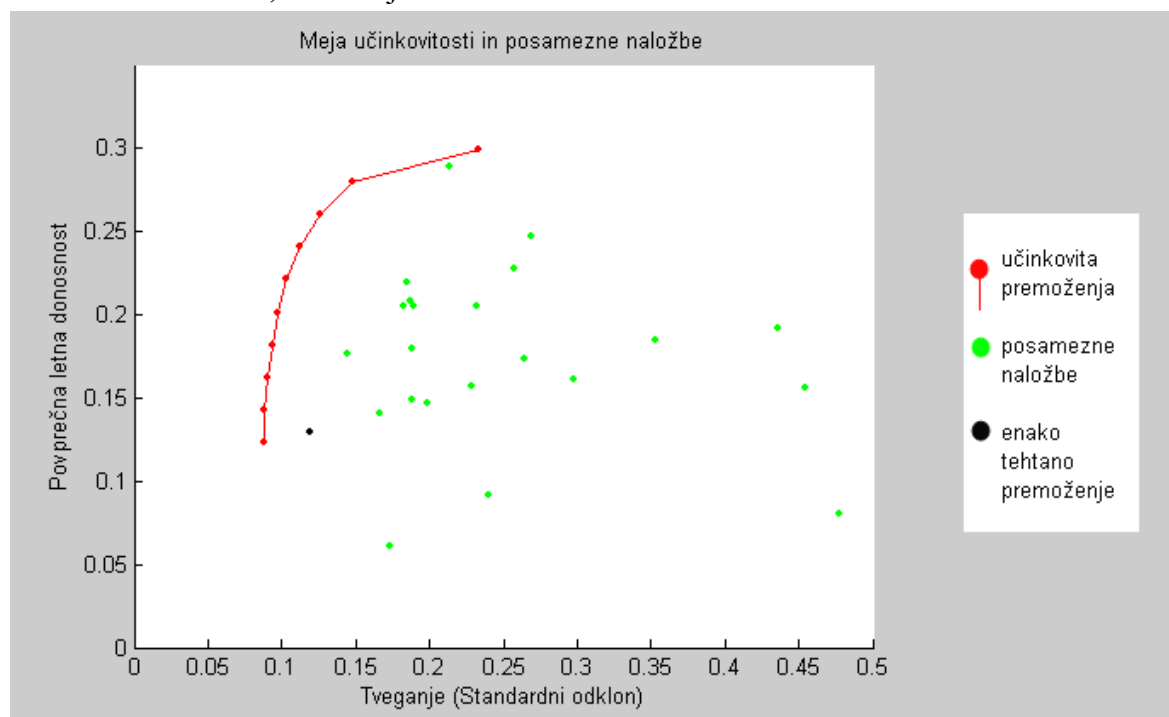
Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

3. Model na podlagi mesečnih donosnosti

V mesečnem modelu je izračunana meja učinkovitosti na podlagi mesečnih donosnosti. V ta model pa so vključene le tiste redne delnice, ki so kotirale pred začetkom leta 1999 in se je z njimi trgovalo vsak mesec. Takšnih delnic pa je bilo v obdobju od začetka leta 1999 do konca leta 2003 le 29.

Premoženje z najnižjim tveganjem je slabo razpršeno, saj vključuje le 15 različnih delnic. Povprečna letna donosnost tega premoženja je 12,13 odstotka, standardni odklon pa 8,79 odstotka. 15 različnih delnic prav tako vključujeta premoženji 2 in 4, premoženje 3 pa jih ima 16. Premoženja z višjimi povprečnimi letnimi donosnostmi imajo še manjše število različnih delnic.

Slika 2: Meja učinkovitosti in posamezne naložbe, izračunane na podlagi mesečnih donosnosti, v obdobju od leta 1999 do 2003



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

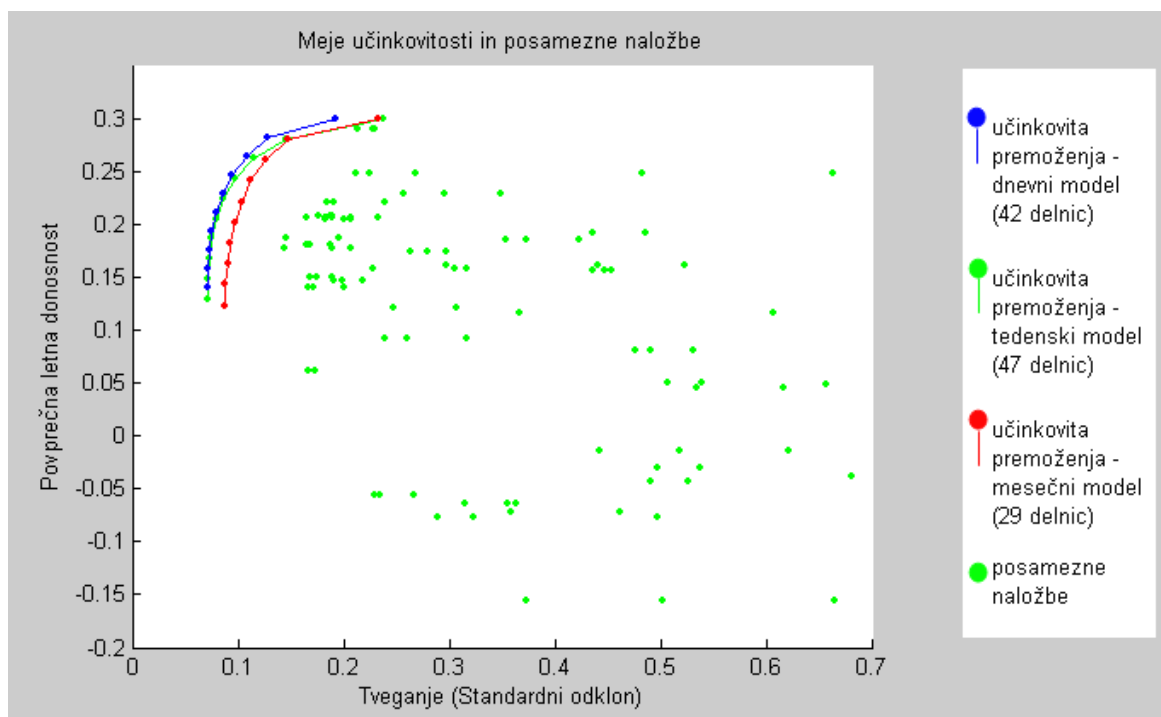
Premoženje z enakimi deleži delnic ima povprečno letno donosnost 12,94 odstotka in standardni odklon 11,95 odstotka.

Tabela 8: Povprečne letne donosnosti in standardni odkloni donosnosti učinkovitih premoženj ter njihove strukture v obdobju od 1999 do 2003

Premoženje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Donosnost	0.1231	0.1428	0.1624	0.1820	0.2016	0.2212	0.2408	0.2604	0.2800	0.2997
Standardni odklon	0.0879	0.0886	0.0905	0.0935	0.0977	0.1035	0.1122	0.1266	0.1483	0.2333
Število delnic v premoženju	15	15	16	15	13	12	6	6	3	1
	Delež delnice v premoženju									
AELG	0.0848	0.0746	0.0557	0.0360	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CHZG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
DRPG	0.0391	0.0346	0.0201	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
EOKG	0.1081	0.0788	0.0481	0.0180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ETOG	0.2929	0.3088	0.3160	0.3226	0.3279	0.3120	0.2262	0.0758	0.0000	0.0000
GRVG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
IEKG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ITBG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
KOLR	0.0090	0.0213	0.0268	0.0313	0.0316	0.0306	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
KRKG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
LKPG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MELR	0.0606	0.0958	0.1216	0.1463	0.1712	0.1935	0.2443	0.3041	0.3885	1.0000
MER	0.0267	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PETG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RARG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ZMTG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CETG	0.0548	0.0578	0.0609	0.0644	0.0692	0.0771	0.0749	0.0643	0.0000	0.0000
CICG	0.0000	0.0049	0.0157	0.0261	0.0368	0.0444	0.0428	0.0052	0.0000	0.0000
COMG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FRAG	0.0056	0.0049	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
GTKG	0.0472	0.0477	0.0423	0.0367	0.0260	0.0052	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
HDOG	0.0000	0.0000	0.0243	0.0523	0.0831	0.1217	0.2002	0.3078	0.3947	0.0000
ICRG	0.0290	0.0266	0.0233	0.0200	0.0152	0.0079	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ITSG	0.0886	0.0785	0.0671	0.0557	0.0371	0.0025	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MKOG	0.0207	0.0206	0.0177	0.0147	0.0125	0.0073	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PALG	0.0448	0.0395	0.0335	0.0276	0.0218	0.0160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SLLG	0.0881	0.1058	0.1248	0.1438	0.1629	0.1817	0.2117	0.2430	0.2168	0.0000
TEAG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TODG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Slika 3: Meje učinkovitosti, izračunane s tremi modeli, in posamezne naložbe v obdobju od 1999 do 2003



Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

E. Občutljivost modela

Tabela 9: Meja učinkovitosti v letu 1999

Premoženje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Delnica	
Donosnost	-0.0117	0.0582	0.1280	0.1979	0.2678	0.3376	0.4075	0.4774	0.5472	0.6171		
Standardni odklon	0.0316	0.0370	0.0503	0.0674	0.0862	0.1058	0.1293	0.1602	0.1987	0.2447		
Število delnic v premoženju	14	11	8	6	7	6	5	3	2	1		
	Delež delnice v premoženju										Povprečna letna donosnost	Standardni odklon
GRVG	0.0213	0.0837	0.1454	0.2085	0.2707	0.3309	0.3652	0.3305	0.2128	0.0000	0.2888	0.1575
ITBG	0.0541	0.0148	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0351	0.1270
KRKG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0305	0.2074
MELR	0.0105	0.0646	0.1200	0.1771	0.2341	0.2959	0.4119	0.5918	0.7872	1.0000	0.6171	0.2447
PETG	0.0071	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0716	0.1516
RARG	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1230	0.1590
MER	0.8166	0.6988	0.5411	0.3629	0.1726	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0287	0.0355
IEKG	0.0000	0.0069	0.0176	0.0270	0.0336	0.0395	0.0311	0.0000	0.0000	0.0000	0.2422	0.2058
KOLR	0.0025	0.0030	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0278	0.2417
LKPG	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0565	0.1600
DRPG	0.0335	0.0585	0.0807	0.0999	0.1186	0.1259	0.0059	0.0000	0.0000	0.0000	0.0546	0.1502
ALEG	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0818	0.1908
EOKG	0.0133	0.0030	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0526	0.2285
ETOG	0.0170	0.0144	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0118	0.2263
ZMTG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0086	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0750	0.2372
TCRG	0.0093	0.0486	0.0871	0.1245	0.1620	0.1956	0.1859	0.0777	0.0000	0.0000	0.2151	0.1758
CHZG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0136	0.3387
TEHG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4588	0.3833
GPG	0.0107	0.0037	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1886	0.5343

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Tabela 10: Meja učinkovitosti v letu 2000

Premoženje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Delnica	
Donosnost	-0.0613	-0.0429	-0.0245	-0.0060	0.0124	0.0308	0.0492	0.0676	0.0860	0.1045		
Standardni odklon	0.0620	0.0624	0.0636	0.0656	0.0696	0.0760	0.0846	0.0956	0.1110	0.1626		
Število delnic v premoženju	15	13	14	13	12	11	9	7	6	1		
	Delež delnice v premoženju										Povprečna letna donosnost	Standardni odklon
ITBG	0.0362	0.0374	0.0380	0.0354	0.0296	0.0216	0.0093	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0198	0.2213
KRKG	0.0000	0.0000	0.0001	0.0120	0.0258	0.0393	0.0523	0.0618	0.0357	0.0000	0.0605	0.1613
MELR	0.0557	0.0669	0.0781	0.0940	0.1253	0.1623	0.2038	0.2585	0.3520	0.0000	0.0949	0.1688
GRVG	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0867	0.2007
IEKG	0.0340	0.0525	0.0714	0.0994	0.1475	0.2033	0.2673	0.3429	0.4559	1.0000	0.1045	0.1626
LKPG	0.2238	0.2200	0.2153	0.2007	0.1624	0.1077	0.0362	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0355	0.1071
PETG	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.2476	0.1596
RARG	0.0487	0.0301	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.6318	0.2949
KOLR	0.0191	0.0221	0.0249	0.0282	0.0339	0.0413	0.0507	0.0433	0.0121	0.0000	0.0325	0.2100
MER	0.0675	0.0598	0.0518	0.0401	0.0178	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0887	0.1876
AELG	0.0586	0.0560	0.0533	0.0481	0.0370	0.0219	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0490	0.1750
DRPG	0.1807	0.1807	0.1803	0.1765	0.1664	0.1514	0.1267	0.0468	0.0000	0.0000	-0.0458	0.1366
ETOG	0.1329	0.1375	0.1422	0.1470	0.1549	0.1638	0.1700	0.1698	0.1088	0.0000	0.0160	0.1657
EOKG	0.0446	0.0367	0.0285	0.0125	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.2095	0.2488
TCRG	0.0612	0.0602	0.0591	0.0527	0.0353	0.0127	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1134	0.2264
ZMTG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1849	0.4116
CHZG	0.0340	0.0401	0.0462	0.0534	0.0641	0.0747	0.0837	0.0769	0.0355	0.0000	0.0203	0.2335
TEHG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.3835	0.4553
GPG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0585	0.3958

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Tabela 11: Meja učinkovitosti v letu 2001

Premoženje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Delnica	
Donosnost	0.1332	0.1785	0.2237	0.2689	0.3141	0.3594	0.4046	0.4498	0.4950	0.5403		
Standardni odklon	0.0798	0.0804	0.0824	0.0856	0.0908	0.0997	0.1164	0.1430	0.1811	0.2308		
Število delnic v premoženju	19	18	17	14	12	9	6	4	3	1		
	Delež delnice v premoženju										Povprečna letna donosnost	Standardni odklon
ITBG	0.0493	0.0635	0.0782	0.1003	0.1329	0.2048	0.3353	0.5208	0.7524	1.0000	0.5403	0.2308
KRKG	0.0807	0.0541	0.0234	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0452	0.1419
MELR	0.0139	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0863	0.1642
PETG	0.0267	0.0345	0.0389	0.0416	0.0289	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1762	0.1577
GRVG	0.1401	0.1225	0.1027	0.0671	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0344	0.1456
IEKG	0.0148	0.0332	0.0507	0.0783	0.1134	0.1470	0.1653	0.1512	0.0808	0.0000	0.3802	0.1969
LKPG	0.0508	0.0399	0.0278	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0549	0.1627
KOLR	0.0681	0.0867	0.1043	0.1237	0.1441	0.1658	0.1930	0.2038	0.1668	0.0000	0.3467	0.2086
MER	0.0649	0.0639	0.0618	0.0509	0.0229	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054	0.2118
ALEG	0.0762	0.0767	0.0767	0.0727	0.0610	0.0154	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0927	0.2411
RARG	0.0147	0.0069	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1455	0.3252
DRPG	0.1087	0.1209	0.1336	0.1448	0.1536	0.1318	0.0365	0.0000	0.0000	0.0000	0.2263	0.1806
TCRG	0.0746	0.1017	0.1278	0.1579	0.1962	0.2199	0.2047	0.1242	0.0000	0.0000	0.3246	0.1731
EOKG	0.0315	0.0283	0.0259	0.0233	0.0198	0.0106	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2376	0.2867
ETOG	0.0724	0.0838	0.0950	0.1027	0.1034	0.0957	0.0652	0.0000	0.0000	0.0000	0.2910	0.2201
ZMTG	0.0147	0.0097	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0647	0.3864
CHZG	0.0400	0.0351	0.0306	0.0256	0.0212	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2624	0.4009
TEHG	0.0395	0.0243	0.0087	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.7884	0.4092
GPG	0.0182	0.0142	0.0096	0.0064	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1506	0.4472

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Tabela 12: Meja učinkovitosti v letu 2002

Premoženju	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Delnica	
Donosnost	0.3637	0.4068	0.4499	0.4929	0.5360	0.5791	0.6222	0.6652	0.7083	0.7514		
Standardni odklon	0.0913	0.0924	0.0957	0.1013	0.1121	0.1291	0.1521	0.1802	0.2125	0.2670		
Število delnic v premoženju	10	10	10	8	9	8	6	5	4	1		
	Delež delnice v premoženju										Povprečna letna donosnost	Standardni odklon
GRVG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0283	0.1054	0.1903	0.2618	0.3275	0.0000	0.6839	0.2618
IEKG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2968	0.2378
ITBG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4775	0.2533
KRKG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3985	0.2737
LKPG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3461	0.2253
MELR	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4168	0.2202
PETG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5729	0.2220
KOLR	0.1266	0.1347	0.1428	0.1509	0.1326	0.0763	0.0099	0.0000	0.0000	0.0000	0.4877	0.2145
MER	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4937	0.1873
ZMTG	0.0254	0.0334	0.0414	0.0529	0.0629	0.0652	0.0620	0.0449	0.0161	0.0000	0.4854	0.2747
DRPG	0.0096	0.0416	0.0735	0.1183	0.1983	0.2797	0.3696	0.4810	0.5957	1.0000	0.7514	0.2670
RARG	0.0263	0.0277	0.0291	0.0309	0.0202	0.0074	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4072	0.4708
EOKG	0.0544	0.0298	0.0051	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.2304	0.3467
ALEG	0.1632	0.1177	0.0721	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1700	0.1774
ETOG	0.1468	0.1320	0.1172	0.0891	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3076	0.2223
TCRG	0.2353	0.2515	0.2678	0.2867	0.2968	0.2695	0.2183	0.1017	0.0000	0.0000	0.4945	0.1635
CHZG	0.1542	0.1738	0.1933	0.2126	0.2036	0.1782	0.1499	0.1106	0.0608	0.0000	0.4764	0.2563
GPG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2231	0.5845
TEHG	0.0581	0.0579	0.0577	0.0587	0.0451	0.0183	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3714	0.4339

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.

Tabela 13: Meja učinkovitosti v letu 2003

Premoženje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Delnica	
Donosnost	0.0522	0.0988	0.1454	0.1920	0.2386	0.2852	0.3318	0.3784	0.4250	0.4716		
Standardni odklon	0.0721	0.0733	0.0754	0.0776	0.0813	0.0866	0.0934	0.1023	0.1165	0.1473		
Število delnic v premoženju	12	14	14	15	14	13	10	7	4	1		
	Delež delnice v premoženju										Povprečna letna donosnost	Standardni odklon
GRVG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1112	0.1526
IEKG	0.1933	0.1648	0.1616	0.1277	0.0913	0.0372	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0368	0.1273
ITBG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0053	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2883	0.2041
KRKG	0.0368	0.0281	0.0240	0.0065	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2083	0.1322
LKPG	0.0000	0.0340	0.1180	0.1697	0.2181	0.2717	0.3278	0.3978	0.6011	1.0000	0.4716	0.1473
PETG	0.0091	0.0637	0.0119	0.0490	0.0968	0.1524	0.2065	0.2604	0.1719	0.0000	0.3406	0.1362
MELR	0.0000	0.0160	0.0000	0.0001	0.0101	0.0109	0.0082	0.0000	0.0000	0.0000	0.2877	0.1444
MER	0.0549	0.0285	0.0743	0.0428	0.0018	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0252	0.1388
KOLR	0.0349	0.0498	0.0728	0.0750	0.0755	0.0697	0.0597	0.0130	0.0000	0.0000	0.1707	0.1498
ZMTG	0.0023	0.0039	0.0413	0.0388	0.0309	0.0156	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0025	0.2276
RARG	0.0423	0.0489	0.0656	0.0636	0.0599	0.0516	0.0417	0.0240	0.0000	0.0000	0.2019	0.2340
DRPG	0.0417	0.0595	0.1413	0.1484	0.1404	0.1252	0.1048	0.0298	0.0000	0.0000	0.0505	0.1477
TCRG	0.0000	0.0000	0.0269	0.0370	0.0289	0.0185	0.0035	0.0000	0.0000	0.0000	0.0089	0.2262
ALEG	0.0000	0.0000	0.0505	0.0685	0.0793	0.0928	0.1073	0.1336	0.1540	0.0000	0.4078	0.2114
ETOG	0.0096	0.0398	0.0828	0.0995	0.1100	0.1213	0.1334	0.1414	0.0730	0.0000	0.2761	0.1934
EOKG	0.1229	0.1058	0.0900	0.0682	0.0515	0.0313	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.1989
GPG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0221	0.5190
CHZG	0.1570	0.1232	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0939	0.2191
TEHG	0.2951	0.2342	0.0392	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0056	0.1638

Vir: Ljubljanska borza; lastni izračuni, 2004.