UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

DEVIZNI TEČAJ, VALUTNO TVEGANJE IN BANKE

Ljubljana, januar 2004

MIHA KRISTL

IZJAVA

Študent______MIHA KRISTL______izjavljam, da sem avtor tega magistrskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom____prof. dr. IVANA RIBNIKARJA___in skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani,___dne 12. januarja 2004____

Podpis: ____________________

KAZALO VSEBINE

1. UVOD

Magistrsko delo, ki je pred vami, nosi naslov: devizni tečaj, valutno tveganje in banke. Kombinacija ekonomskih pojmov, ki so po eni strani tako široki, komleksni in o katerih je bilo že toliko povedanega in napisanega, po drugi strani pa tako raznoliki, da se iz samega naslova ne da oblikovati prave predstave o vsebini dela. Devizni tečaj kot ena najpomembnejših makroekonomskih spremenljivk odprtega gospodarstva, valutno tveganje kot ena izmed oblik tržnih tveganj in banke kot skupina finančnih posrednikov so kategorije, ki vsak zase polnijo kilometre knjižničnega gradiva; pa vendar so iz točno določene ozke perspektive ti na prvi pogled raznoliki ekonomski pojmi neločljivo povezani. Zato je prav, da že na samem začetku točno opredelimo to perspektivo, in videli bomo, da so vsebine, o katerih bo govor v pričujoči nalogi, še kako aktualne.

1.1 Opredelitev problematike in namen magistrskega dela

Banke so v skupini finančnih posrednikov prav gotovo med starejšimi, in njihova tradicionalna aktivnost je obsegala posredovanje finančnih sredstev od suficitarnih k deficitarnim gospodarskim celicam. Prav zaradi svoje posredniške vloge so banke eden pomembnejših gospodarskih subjektov. Toda pomen bank z makroekonomskega pa tudi monetarnega vidika nas v tej nalogi ne bo zanimal. Banke nas bodo bolj zanimale kot subjekti, ki primarno finančno aktivo preoblikujejo v sekundarno aktivo, ki ima za končne vlagatelje vabljivejšo obliko, še posebej z vidika tveganj. Banka je namreč kot posrednik med vlagatelji in kreditojemalci nase prevzela kreditno, obrestno in likvidnostno tveganje, ki sodijo v skupino tistih finančnih tveganj, ki so tipična prav za banke. Tako opravljanje bančnih storitev pogosto ne predstavlja nič drugega kot prevzemanje in transformiranje tveganj; seveda pa prevzemanje tveganj ni zastonj, saj banke za svoje storitve komitentom zaračunavajo določeno ceno, običajno v odvisnosti od prevzetega tveganja (ob upoštevanju ponudbe in povpraševanja po teh proizvodih).

Toda globalizacija, liberalizacija in deregulacija so pripeljale do povečanih pritiskov na vse vrste bančnih institucij, tako zaradi prepletanja finančnih storitev kot zaradi povečane konkurence nebančnih finančnih posrednikov. Ti pritiski so v želji po večji učinkovitosti in ekonomiziranju z resursi pripeljali do vala združevanj, ki je zajel ne samo poslovne banke, temveč tudi druge finančne institucije, ki so morale biti zaradi regulatornih zahtev do včeraj strogo ločene. Po drugi strani pa so vse te spremembe močno vplivale tudi na strukturo poslov, ki jih opravljajo banke – te se zaradi padajočih obrestnih marž vedno bolj širijo v območje trgovanja s finančnimi instrumenti, tujo valuto in blagom. Toda podobno kot pri transformaciji primarne v sekundarno aktivo gre tudi v primeru trgovanja za nič drugega kot prevzemanje in transformiranje tveganj. Toda ne gre več toliko za kreditna, obrestna in likvidnostna tveganja, temveč za tržna tveganja. Valutno tveganje pa je samo ena izmed pojavnih oblik tržnega tveganja.

Do sedaj smo govorili o bankah in njihovi vlogi pri prevzemanju tveganj ter o valutnem tveganju kot eni izmed oblik tržnega tveganja. Ničesar pa ni bilo povedanega o deviznem tečaju. Vsak ekonomist ve, da je devizni tečaj cena. In sicer cena tujega denarja izražena v domačem denarju. Prav tako ve, da gre za ceno, ki ima velikanski vpliv tako na mikro- kot tudi makroekonomskem nivoju ter jo zato nosilci ekonomske politike niso pripravljeni v celoti prepustiti trgu, tako kot to velja za cene večine drugih, tržnih dobrin. Toda kljub pomembnosti, ki jo ima devizni tečaj za celotno narodno gospodarstvo, bo magistrska naloga osvetlila devizni tečaj s popolnoma drugega zornega kota, in sicer kot faktor tveganja. Namreč če bi bili devizni tečaji fiksni, torej nespremenljivi, valutnega tveganja ne bi poznali. V realnosti pa so devizni tečaji faktor tveganja, faktor, ki zaradi svoje volatilnosti povzroča tveganje. Tveganje lahko definiramo kot razpršenost nepričakovanih izidov opazovane kategorije zaradi spreminjanja finančnih spremenljivk. Te finančne spremenljivke imenujemo tudi faktorji tveganja, poleg deviznih tečajev so najbolj tipični faktorji tveganja še tečaji delnic, cene blaga, celotna krivulja donosa po posameznih valutah, premije za kreditno tveganje, nivo volatilnosti itd. In ker so devizni tečaji dejansko pogosto izredno volatilni, so kot taki generator valutnega tveganja pri vseh tistih ekonomskih subjektih, ki se financirajo ali investirajo v finančne instrumente (in blago) denominirane v tuji valuti, oz. instrumente, katerih vrednost je odvisna od smeri in volatilnosti gibanja deviznih tečajev. Ravno zato je razumevanje gibanja in spreminjanja deviznih tečajev izrednega pomena tako za podjetja in še posebej za banke, ki so prevzemanje valutnega tveganja razvile v komercialno dejavnost.

Namen magistrskega dela je tako predvsem osvetliti povezave med teoretičnimi razlagami spreminjanja deviznih tečajev, iz te spremenljivosti izhajajočim valutnim tveganjem in bankami kot tistimi gospodarskimi subjekti, ki so prevzemanje tveganja razvile v komercialno dejavnost. Razumevanje interakcije med omenjenimi kategorijami je namreč nujno za kakršnokoli vsakodnevno obvladovanje valutnega tveganja ne samo v bankah, temveč tudi v mednarodno menjavo usmerjenih podjetjih, kar je za majhno gospodarstvo, kot je Slovenija, izrednega pomena.

1.2 Cilji magistrskega dela

.

Cilj dela je priti do razumevanja gibanja in spreminjanja devizni tečajev in iz tega izhajajočih posledic. To z drugimi besedami pomeni, da bodo v nalogi predstavljena in kritično ovrednotena orodja, s katerimi si udeleženci trga pomagajo pri napovedovanju gibanja deviznih tečajev, skupaj z njihovo teoretično podlago in rezultati uporabe v praksi. Prav tako bi želel pokazati, kako spreminjanje tečajev vodi k valutnemu tveganju, in na kakšen način se banke in podjetja proti temu tveganju zavarujejo. In ne samo to, pokazal bi rad, kako so banke prevzemanje valutnega tveganja, ki je rezultat bančnih poslov z namenom lajšanja mednarodne menjave, varovanja pred valutnim tveganjem ali pridobivanja cenejšega financiranja v tujini razvile v komercialno dejavnost. Toda ključni element za dolgoročno uspešno delovanje banke, ki živi od prevzemanja in transformiranja tveganj, je ustrezna ekspertiza procesov obvladovanja tveganj. Ta »zakulisna« funkcija v okviru banke dandanes pridobiva na pomenu, saj morajo banke, če želijo prevzemanje tveganj tržiti kot komercialno dejavnost na dolgi rok, le-ta znati tudi obvladovati in z njimi upravljati, sicer se bodo prevzeta tveganja prej ali slej realizirala v izgubah. Toda obvladovanje tveganj je kljub velikanskemu matematično-statističnem napredku in zmogljivi računalniški podpori še vedno bolj umetnost kot znanost. In ključni cilj tega magistrskega dela bo na primeru prevzemanja valutnega tveganja kot ene izmed pomembnejših komercialnih dejavnosti banke dokazati, zakaj so procesi notranjih kontrol in obvladovanja tveganj postali konkurenčna prednost vsake banke.

Vsekakor bo precejšni del vsebine naloge temeljil na proučevanju teoretične podlage, ki je vsaj na področju pojasnjevanja gibanja deviznih tečajev zelo obširna, pa v praksi kljub vsemu ne daje zadovoljivih rezultatov. Na področju prevzemanja in obvladovanja valutnega tveganj pa bi o neki splošno sprejeti teoriji celo težko govorili; še najbližji izraz za splošno uveljavljene standarde bančnega poslovanja na tem področju bi bil »zdrava bančna praksa«. Kljub vsemu želim v nalogi predstaviti tako teorijo kot njeno praktično implementacijo skupaj z razlogi za odstopanja. Kjer bo mogoče, bo teorija zaradi preglednosti zapisana v matematični obliki, in z namenom njene čim bolj objektivne in natančne predstavitve bom snov črpal iz dosedanje domače in predvsem tuje literature. Na drugi strani pa so pojmi kot so trgovanje s tujo valuto, varovanje pred tveganji, obvladovanje tveganj procesi, ki variirajo od banke do banke, od države do države; ker gre za področje, kjer se banke zelo razlikujejo med seboj in ki lahko predstavlja veliko prednost pred konkurenti, niti ne preseneča, da je ta *know-how* povzet zgolj v določenih splošno sprejetih standardih (ki bi ji težko rekli teorija), sama izvedba in praktične rešitve pa ne obstajajo v enotni obliki. Zato se nameravam pri podajanju teh vsebin, ki se nanašajo na bolj kvalitativne elemente, opreti ne samo na vire in prispevke iz področja trgovanja s tujo valuto in obvladovanja tveganj, temveč tudi na izkušnje in priporočila svojih stanovskih kolegov, t.j. bančnih nadzornikov in regulatorjev iz drugih evropskih držav. Odveč je poudariti, da želim v nalogo vnesti tudi opažanja in ugotovitve, s katerimi se srečujem pri svojem vsakodnevnem delu.

Nalogo sestavljajo trije glavni sklopi. Prvi sklop pokriva evolucijo analize gibanja promptnega deviznega tečaja. Predstavitev modelov temeljne in tehnične analize gibanja deviznega tečaja nam bo pomagala pri razumevanju povezav (i) med deviznim tečajem in glavnimi makroekonomskimi spremenljivkami in tudi (ii) med današnjim deviznim tečajem in deviznim tečajem v preteklosti. Z izpeljavo vsakega od teh modelov in predstavitvijo rezultatov empiričnih testiranj bodo bralcu predstavljene številne dimenzije gibanja te pomembne stohastične spremenljivke. Nalogo bomo nadaljevali z drugim sklopom, katerega glavna nit bo trg tuje valute in njegovi instrumenti. Ne samo, da bo na kratko predstavljen zgodovinski razvoj trga tuje valute, bralec bo predvsem seznanjen s karakteristikami trgovanja s tujo valuto, vrstami instrumentov na tujo valuto, prav tako pa bomo v analizo vključili banke kot enega pomembnejših udeležencev tega globalnega trga, ki so prevzemanje valutnega tveganja razvile v eno svojih pomembnejših dejavnosti. Čeprav bo v drugem sklopu valutno tveganje opredeljeno bolj kot rezidual komercialne usmerjenosti bank, pa bo nasprotno merjenje valutnega tveganja skupaj s predstavitvijo potrebnih matematično-statističnih osnov osrednja tema tretjega večjega sklopa magistrske naloge. Sklep povzema glavne ugotovitve in bralcu podaja možne iztočnice za uporabo te naloge pri vsakodnevnem opravljanju funkcije zakladnika, trgovca, analitika ali *risk managerja* v banki.

2. MODELI DEVIZNEGA TEČAJA

Kot smo že omenili, bomo v pričujočem delu govorili o deviznem tečaju kot faktorju tveganja. Toda preden preidemo na samo definicijo faktorja tveganja in preden se poglobimo v modeliranje tveganj, bomo v začetnem poglavju poskušali osvetliti zgodovinski razvoj modelov deviznega tečaja, s katerim so ekonomisti že od nekdaj poskušali razložiti in napovedati njihovo gibanje. To, da gre pri deviznem tečaju za eno najbolj raziskovanih ekonomskih spremenljivk, niti ne preseneča glede na pomen, ki ga ima; in to tako na mikro- kot tudi na makroekonomskem nivoju. In prav je, da na tem mestu pogledamo, kakšne razlage nam ponujajo različni modeli deviznih tečajev, prav tako pa moramo preveriti, kako te modele potrjujejo empirični rezultati. Na ta način bomo lahko osvetlili glavne determinante gibanja deviznih tečajev (v kolikor te obstajajo). Pregled in razvoj modelov deviznih tečajev v glavnem povzemam po sledeči literaturi: Isard (1995), Taylor (1995, str. 13-47) ter De Grauwe *et al.* (1997), pri podrobnostih pa se bom skliceval na objavljene prispevke posameznih vplivnih avtorjev.

2.1 Pariteta kupne moči

Dejstvo, da je nominalni[1] devizni tečaj močno povezan z s splošno ravnjo cen v gospodarstvu, je znano že iz obdobja zlate inflacije iz 16. in 17. stoletja. V najbolj osnovni obliki lahko hipotezo o pariteti kupnih moči (*purchasing power parity*, v nadaljevanju PPP) zapišemo kot (Isard, 1995, str. 58):

$$S = P / P^* \qquad (1)$$

kjer je S (nominalni) devizni tečaj merjen v enotah valute domače valute za enoto tuje valute[2], P je splošna raven cen v domači državi in P^* splošna raven cen v tuji državi. To je tudi zapis absolutne PPP, po kateri bi moral biti devizni tečaj enak razmerju med ravnmi cen obeh držav. V nasprotju z absolutno PPP pa relativna PPP zagovarja, pa bi morala biti relativna

[1] Izraz »devizni tečaj« ali zgolj »tečaj« bo v nalogi pomenil nominalni promptni devizni tečaj, razen tam, kjer bo navedeno drugače.

[2] Običajno je devizni tečaj izražen v domači valuti. To pomeni, da izraža ceno, ki jo je potrebno plačati za enoto tuje valute v domači valuti (Ribnikar, 1998, str. 76). Temu se drugače reče tudi direktna kotacija. Za pregled konvencij na področju kotacij deviznih tečajev glej (Eiteman, Stonehill in Moffett, 1997, str. 94 – 103).

sprememba deviznega tečaja premosorazmerna spremembi relativnih ravni cen obeh držav. Relativno PPP lahko zapišemo kot:

$$S = k \times P / P^* \tag{2}$$

k pa je konstanta. Zapis PPP je tudi pogosto preoblikovan v enačbo realnega deviznega tečaja (Q), in sicer:

$$Q = S \times P^* / P \tag{3}$$

ki v povezavi z (1) in (2) implicira, da je realni devizni tečaj časovno nespremenljiv[3]. Toda empirično so lahko testirali zgolj (2), saj bi za potrebe testiranja (1) potrebovali podatke o absolutni ravni cen, ki pa (razen izjemoma) ne obstajajo; splošna raven cen v posamezni državi se namreč običajno izraža relativno, in sicer v obliki indeksov, kot je npr. indeks življenjskih potrebščin (*consumer price index*, v nadaljevanju CPI). PPP so tako empirično testirali na regresijski enačbi oblike:

$$s_t = \beta_0 + \beta_1 p_t - \beta_2 p_t^* + \varepsilon_t \tag{4}$$

(4) je samo logaritmirana[4] verzija (2) (in tudi (1)). Veljavnost PPP se je testirala s hipotezo, da je $\beta_1 = \beta_2 = 1$, s to razliko, da bi pri veljavnosti absolutne PPP (1) morala biti $\beta_0 = 0$, relativna PPP pa glede β_0 ne zahteva nobenih omejitev. Rezultati testiranja (4) veljavnosti PPP (in konstantnosti realnega deviznega tečaja) niso potrjevali, vsaj ne na kratki in srednji rok. PPP bi namreč veljala samo ob naslednjih pogojih:

i. če bi cena vsaka trgovane dobrine (dobrine, ki vstopa v mednarodno menjavo) sledila zakonu ene cene; kar pomeni, da bi imela takšna dobrina po pretvorbi v domačo valuto identično ceno v vsaki državi;
ii. če bi izenačenje cen produkcijskih faktorjev in identične produkcijske funkcije izenačile tudi cene netrgovanih dobrin;
iii. če bi imela vsaka dobrina v agregatnem cenovnem indeksu vsake države enako utež.

---

[3] Relativno PPP lahko zapišemo kot: $$\frac{S_t}{S_0} = \frac{\frac{P_t}{P_0}}{\frac{P_t^*}{P_0^*}} \rightarrow S_t = k \times \frac{P_t}{P_t^*}; k = \frac{S_0 P_0^*}{P_0}$$

[4] Pri ekonometrični analizi deviznega tečaja se večinoma uporabljajo logaritmirane vrednosti, ki jih bomo v nalogi označevali z »*s*« in ne bomo posebej izpostavljali, da gre za logaritem. Eden izmed razlogov za logaritmiranje deviznih tečajev je t.i. Sieglov paradoks (*Siegel paradox*), ki označuje pojav, ko ne moremo imeti istočasno nepristranske ocene tečaja EUR/USD in tečaja USD/EUR, saj zaradi konveksnosti funkcije $1/x$ slučajne spremenljivke x $E(1/x) \neq 1/E(x)$. Ta problem se reši z uporabo logaritmiranih vrednosti tečajev, saj je v tem primeru $E(-x) = -E(x)$ (Taylor, 1995, str. 15; Meese in Rogoff, 1983, str. 11). Več o prednostih logaritmiranja v 4. poglavju naloge.

Vendar očitna kratkoročna odstopanja cen določenih trgovanih dobrin od zakona ene cene po spremembi deviznih tečajev pomenijo jasno kršitev (i), prav tako pa omejitve v mednarodni menjavi (carine, kvote…), transportni stroški in različne davčne stopnje zmanjšujejo elastičnost povpraševanja in stopnjo mednarodne konkurence. Dodatno zakon ene cene izničujeta lepljivost plač in cen, ki tako preko proizvodnih stroškov onemogočata izenačitev cen istovrstnih dobrin v mednarodni menjavi. Različna razpoložljivost produkcijskih faktorjev in zelo različne produkcijske funkcije dokazujejo nasprotno od (ii), kar pa ima skupaj z različnimi potrošnimi preferencami med državami za posledico tudi neveljavnost (iii).

Več kot očitna neveljavnost PPP (spremenljivost realnega deviznega tečaja) na kratki in srednji rok je ekonomiste vodila k testiranju hipoteze, ali ni morda realni devizni tečaj spremenljivka[5], ki sledi slučajnemu gibanju (*random walk*)[6]. Tako so testirali gibanje realnega deviznega tečaja po sledeči regresijski enačbi (Floyd, 2002, str. 6):

$$q_t = (1-\rho)\overline{q}_t + \rho q_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (5)$$

kjer je q_t naravni logaritem realnega deviznega tečaja, $\overline{q}_t$ je vrednost trenda realnega deviznega tečaja, ε_t je slučajni odklon belega šuma (*white noise error term*), za katerega velja $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$, indeks t pa predstavlja realizacijo stohastičnega procesa v času t. Ali je časovna vrsta slučajno gibanje ali pa sledi trendu je glede na (5) odvisno od parametra ρ. Če je $\rho = 1$, potem se (5) skrajša v:

$$q_t = q_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (6)$$

in realni devizni tečaj sledi slučajnemu gibanju; če je Če je $\rho = 0$, potem imamo:

$$q_t = \overline{q}_t + \varepsilon_t \qquad (7)$$

kar predstavlja gibanje realnega deviznega tečaja s slučajnim odstopanjem od trendne vrednosti. Kot vidimo, parameter ρ določa vztrajnost sprememb q_t v časovni vrsti: bolj ko je ρ blizu 1, bolj vztrajna je vsaka sprememba realnega deviznega tečaja, kljub vsemu pa se devizni tečaj na dolgi rok vrača k svoji trendni vrednosti $\overline{q}_t$. Če pa je $\rho = 1$, potem je časovna

[5] Na podatke iz časovnih vrst lahko gledamo kot na stohastični ali slučajni proces. Konkretnim podatkom, ki jih analiziramo, pravimo realizacija stohastičnega procesa. Razmerje med stohastičnim procesom in realizacijo je analogno razlikovanju med populacijo in vzorcem pri presečnih podatkih (Gujarati, 1998, str. 710).

[6] Časovni vrsti slučajnega gibanja bomo nekaj pozornosti namenili tudi v 4. poglavju, kjer bo govora o modeliranju gibanja deviznih tečajev; na tem mestu samo opomba, da je slučajno gibanje primer nestacionarne časovne vrste.

vrsta slučajno gibanje, in devizni tečaj se tako giblje brez kakršnegakoli limita. Pravimo, da je časovna vrsta nestacionarna[7].

Rezultati testiranja so pokazali, da je ρ običajno pod, a zelo blizu 1. Dejansko leži problem v tem, da ničelne hipoteze H_0: $\rho = 1$ skoraj ni moč zavrniti na kratkoročnih vzorcih. Recimo, da za namene testiranja, ali realni devizni tečaj sledi slučajnemu gibanju, enačbo (6) preoblikujemo v:

$$\begin{aligned} q_t &= a q_{t-1} + \varepsilon_t \\ q_t - q_{t-1} &= -(1-a) q_{t-1} + \varepsilon_t \\ \Delta q_t &= \delta q_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \tag{8}$$

In testiramo, ali je $\delta < 0$ (kar je identično kot testirati ali je $a < 1$) z znanim Dickey-Fullerjevim testom. Problem pri tej proceduri leži v dejstvu, da je težko odkriti stacionarnost časovne vrste v primerih, ko je δ negativna in blizu 0 (a je blizu 1). Ko računamo interval zaupanja s pomočjo τ (*tau*) statistike in standardne napake $se(\hat{\delta})$, izračunamo kritično vrednost $\hat{\delta}_1$, pod katero obstaja zelo majhna verjetnost (recimo α = 0,05), da se tam nahaja ocenjeni $\hat{\delta}$, če je pravi (a nepoznani) δ res 0. To pomeni, da bomo ničelno hipotezo, da je δ = 0 (a = 1, časovna vrsta je nestacionarna) zavrnili le v 5% primerov, v ostalih 95% primerov pa bomo zaključili, da je q_t dejansko nestacionarna časovna vrsta. Če sedaj predpostavljamo, da je a = 0,999 (torej je časovna vrsta *de facto* stacionarna), in posledično δ = – 0 ,001, potem nas bo uporaba tega testa v 95% primerov še vedno pripeljala do istega zaključka, to je, da je časovna vrsta nestacionarna, ker bo ocenjeni $\hat{\delta}$ padel v interval pod $\hat{\delta}_1$ le za spoznanje pogosteje kot v 5% primerov. Tako v primerih, ko je a blizu 1, zelo veliko tvegamo ob zaključku, da je časovna vrsta nestacionarna, ker se lahko zgodi, da je dejansko stacionarna, pa statistični testi tega ne bodo pokazali (Enders, 1995, str. 251).

Zaradi teh razlogov dolgo časa ni bilo mogoče zavrniti hipoteze o slučajnem gibanju (nestacionarnosti) realnih deviznih tečajev. Šele z apliciranjem ekonometričnih tehnik na dolgoročne časovne serije in/ali z uporabo bolj naprednih pristopov je bilo ugotovljeno, da se realni devizni tečaji kljub vsemu na dolgi rok vračajo k svoji povprečni vrednosti (*mean*

---

7 Stacionarnost časovne vrste je zagotovljena, kadar veljajo naslednji pogoji (Gujarati, 1998, str. 713):

Aritmetična sredina: $E(Y_t) = \mu$

Varianca: $\mathrm{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$

Kovarianca: $E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] = \gamma_k$

Časovna vrsta je stacionarna, kadar sta njeni aritmetična sredina in varianca v času konstantni in če je vrednost kovariance med dvema časovnima obdobjema odvisna od samo od odloga med dvema časovnima obdobjema in ne od časovne enote, za katero je kovarianca izračunana. Kot vidimo iz zapisa zgoraj, potem pri stacionarni časovni vrsti velja, da so njeno povprečje, varianca in kovarianca enaki ne glede na to, v katerem obdobju jih merimo.

reversion) (Isard, 1995, str 65)[8]. Toda če se za trenutek ustavimo pri slučajnem gibanju realnih deviznih tečajev na kratki rok, sicer ugotovimo, da je ugotovljeno slučajno gibanje v (5) konsistentno z rezultati testiranja (4) in neveljavnostjo PPP, kljub vsemu pa se je ekonomistom začelo postavljati vprašanje, kje je vzrok te kratkoročne dinamike realnih deviznih tečajev. Namreč težko bi verjeli, da je slučajno gibanje realnih deviznih tečajev posledica tako pogostih realnih šokov; pač pa se realni devizni tečaji slučajno gibajo zato, ker so (kot bomo videli v nadaljevanju) slučajno gibajo predvsem nominalni devizni tečaji. Toda slučajno gibanje nominalnih deviznih tečajev še ni zadostni pogoj za slučajno gibanje realnih deviznih tečajev (PPP bi lahko veljala kljub slučajnemu gibanju nominalnih deviznih tečajev). Potrebni pogoj je lepljivost cen. Namreč rezultati analiz so pokazali, da je veliko kratkoročne variabilnosti realnih deviznih tečajev mogoče pripisati ravno lepljivosti cen in plač v gospodarstvu, ki se počasi odzivajo na nominalne makroekonomske šoke. Npr. nominalna depreciacija deviznega tečaja bo zaradi lepljivih cen rezultirala v depreciaciji realnega deviznega tečaja in s tem v povečani konkurenčnosti gospodarstva. Na ta način sicer pride do kratkoročnega odstopanja od PPP, vendar se bo po prilagoditvi nominalnih cen in plač (kar pa lahko traja zelo dolgo) realni devizni tečaj vrnil v svoj ravnotežni položaj.

Vse te ugotovitve so pripeljale do danes sprejetega stališča, da razen v nekaterih primerih[9] PPP vsaj na dolgi rok načeloma velja; ne pa tudi na kratki in srednji rok. Vendar iz neveljavnosti PPP na kratki rok ne smemo direktno sklepati, da je gibanje realnega deviznega tečaja slučajno gibanje, ki je popolnoma neodvisno od splošne ravni cen, čeprav je le-temu izredno podobno. Večina ekonomistov je kljub dokazani neveljavnosti PPP na kratki in srednji rok še vedno mnenja, da je povezava med deviznim tečajem in splošno ravnijo cen v posameznih državah vseeno močna. Toda problem je v tem, da kljub močni povezavi med temi spremenljivkami PPP žal ne ponuja nobene smeri kavzalnosti. Dejansko gre za obojestransko kavzalnost; to pomeni, da se bodo devizni tečaji sproti prilagajali spremembam v splošnih ravneh cen, istočasno pa se bo spreminjanje deviznega tečaja odrazilo v inflacijskih stopnjah. V tem primeru so tako devizni tečaj kot tudi splošna raven cen endogene spremenljivke, in posledično PPP sama po sebi ni popoln model ne deviznega tečaja ne splošne ravni cen. Vendar pa bomo videli v nadaljevanju, da zaradi svoje pojasnjevalne moči večina strukturnih modelov deviznega tečaja uporablja splošno raven cen (ali katerega od njenih približkov) kot pojasnjevalne spremenljivke.

8 Na tem mestu samo komentar: PPP zahteva, da je časovna vrsta realnega deviznega tečaja stacionarna (Enders, 1995, str. 234). To pomeni, da tudi če nam na dolgoročnem vzorcu uspe zavreči ničelno hipotezo H_0: $\rho = 1$ v (5), mora dodatno veljati, da je $\overline{q}_t = \overline{q}$.

9 Tak primer so npr. države, katerih realni dohodek relativno na ostali svet dolgoročno narašča, kar bi lahko potrjevalo Balassa-Samuelsonov učinek, to je konstantno dvigovanje realnega deviznega tečaja v tistih državah, ki imajo relativno na ostali svet hitrejšo rast produktivnosti.

2.2 Krita in nekrita pariteta obrestnih mer

Kot smo videli, ima na determiniranje deviznega tečaja pomemben vpliv splošna raven cen v gospodarstvu. Res je sicer, da so zgodovinsko gledano ta dejavnik sprva gledali kot edini relevantni, toda že v 19. stoletju so monetarne oblasti ugotovile, da se da na vrednost enote domače valute izražene v tuji valuti vplivati s spreminjanjem splošne ravni obrestnih mer. Višina obrestne mere je bila namreč glavni dejavnik, ki je vplival na »priljubljenost« držanja finančnih instrumentov v posameznem finančnem centru (denominiranih v lokalni valuti), in s tem na višino povpraševanja po posamezni valuti ter posledično na višino deviznega tečaja. Poleg tega je s širjenjem mednarodne menjave in zlomom Bretton-Woodskega sistema fiksnih tečajev prišlo do razcveta terminskega trga tuje valute, saj se je povečalo povpraševanje po instrumentih, s katerimi je bilo možno zavarovati znane prihodnje denarne tokove v tuji valuti pred neugodnim gibanjem deviznih tečajev[10]. Od tu je le še korak do krite paritete obrestnih mer.

Če je S_t promptni devizni tečaj (v svoji absolutni vrednosti) in F_t terminski devizni tečaj (direktna kotacija, število enot domače valute za enoto tuje valute), r_t in r_t* pa domača oz. tuja diskretna[11] (*discrete*) obrestna mera, potem mora veljati (Isard, 1995, str. 76):

$$F_t\,(1 + r_t^*) = S_t\,(1 + r_t) \qquad (9)$$

Zgornji zapis je zapis krite obrestne paritete (*covered interest parity*, v nadaljevanju: CIP), in sicer pomeni, da ima investitor dve možnosti: (a) začetni znesek tuje valute zamenja v domačo valuto po S_t deviznem tečaju in jo investira po domači obrestni meri r_t; skupni znesek naložbe v času (t + 1) znaša (izražen v domači valuti) znaša S_t (1 + r_t). Donos celotne transakcije mora biti identičen možnosti (b) direktnega investiranja začetnega zneska tuje valute z donosom (1 + r_t*), ki ga investitor v času (t + 1) zamenja v domačo valuto po terminskem deviznem tečaju F_t, ki je bil sklenjen že v času t. V kolikor bi imeli obe alternativi (ki morata za namene primerjave biti identični v vseh elementih, razlikujeta se zgolj v valuti in obrestni meri) različne donose, obstaja možnost arbitraže (netveganega dobička, saj je investitor krit pred valutnim tveganjem s terminsko prodajo tuje valute; zato tudi krita pariteta).

Investitor pa ima tudi možnost (c) investiranja začetnega zneska tuje valute po obrestni meri (1 + r_t*), vendar končnega zneska ne proda terminsko že v času t, temveč ga zamenja v domačo valuto po promptnem tečaju, ki bo veljal v času (t + 1) (S_{t+1}). V tem primeru pa investitor ne ve z zagotovostjo, po kakšnem deviznem tečaju bo opravil menjavo tuje valute v domačo valuto v času (t + 1). Investitor bo razmislil o možnosti (c) le v primeru, da velja:

---

[10] Opis trga tuje valute – obseg, instrumenti in udeleženci – je predstavljena v 3. poglavju naloge.

[11] Diskretna obrestna mera označuje obrestovanje v diskretnem času, ki velja v obdobju med t in (t + 1). V tem primeru se obresti pripišejo na koncu obdobja.

$$S_{t+1}^{e}(1+r_t^*) = S_t(1+r_t) \qquad (10)$$

(10) je zapis nekrite obrestne paritete (*uncovered interest parity*, v nadaljevanju: UIP), kjer *e* označuje pričakovanja v času *t*. V skladu z UIP bo investitor pripravljen investirati v tujo valuto le v primeru, ko mu bo pričakovana apreciacija/depreciacija tuje valute kompenzirala negativno/pozitivno razliko med tujo in domačo obrestno mero.

2.2.1 Empirični rezultati testiranja CIP

Kot prvo je potrebno omeniti, da CIP ni veljavna hipoteza v primerih, če se investicijske možnosti med seboj razlikujejo še v drugih lastnostih kot zgolj v valuti in obrestnih merah. To se predvsem nanaša na stopnje kreditnega in deželnega tveganja, kapitalske kontrole in transakcijske stroške. Zato so CIP testirali na visokofrekvenčni časovni vrsti podatkov, prilagojenimi za obrestno maržo in nakupno-prodajni razmik pri deviznih tečajih, pridobljenimi direktno od londonskih brokerjev euro denarnega trga[12] in trga tuje valute[13], in sicer (glej Taylor, 1987, str. 431):

$$\frac{S^{\mathrm{B}}_{\$/\mathrm{GBP}}}{F^{\mathrm{O}}_{\$/\mathrm{GBP}}}\left(1+r^{\mathrm{B}}_{\$}\,\frac{D}{360}\right)-\left(1+r^{\mathrm{O}}_{\mathrm{GBP}}\,\frac{D}{365}\right)\le 0 \qquad (11)$$

pri čemer je D število dni terminskega posla, pri izračunu obresti pa se upošteva konvencija »$\frac{actual}{360}$«, ki velja za posle denarnega trga (razen za funte, kjer velja konvencija »$\frac{actual}{365}$«). Arbitraža v smeri funt-dolar poteka sledeče: (a) Investitor si izposodi funte po aktivni obrestni meri (*offer*) za D dni, (b) jih proda za dolarje po nakupnem (*bid*) tečaju, (c) znesek dolarjev investira po pasivni obrestni meri (*bid*) prav tako za D dni in istočasno (d) terminsko kupi funte po prodajnem (*offer*) tečaju. Če CIP velja, potem omenjena arbitraža ne sme biti dobičkonosna, kar pomeni, da mora biti vrednost dolarskega depozita izražena v funtih (naložba) manjša od vrednosti izposojenih funtov (obveznost).

V raziskavi je bilo ugotovljeno, da dobičkonosne arbitraže ne obstajajo. Taylor je šele v njegovi drugi študiji, ki je obsegala tudi obdobje večje volatilnosti deviznih tečajev, ugotovil, da potencialne priložnosti za dobičkonosno arbitražo občasno obstajajo le v določenih

---

[12] Npr. dolarski depoziti pri britanski banki se drugače imenujejo tudi eurodolarji; glej (Eiteman, Stonehill in Moffett, 1997, str. 42 – 45), in se glede na depozite v funtih pri isti banki dejansko razlikujejo samo v valuti in obrestni meri.

[13] Podatki o deviznih tečajih, ki jih skoraj v realnem času posredujejo komercialni ponudniki (npr. Reuters, Telerate, Datastream) so zgolj informativne narave; dejanske tečaje za sklenitev posla kotirajo trgovci (oz. v njihovem imenu brokerji). Prednost tečajev, ki jih kotirajo brokerji, je v tem, da predstavlja trenutni najboljši tečaj na trgu (najvišji nakupni – *bid* in najnižji prodajni – *ask*), pri čemer je brokerjeva provizija v času analize znašala 1/50%.

obdobjih turbulence. Ne glede na občasna odstopanja od CIP pa je danes splošno sprejeto stališče, da na trgu tuje valute, ki je najbolj likviden, tehnološko dovršen trg na svetu, ki operira 24 ur na dan, priložnosti za dobičkonosno arbitražo ne obstajajo.

2.2.2 Empirični rezultati testiranja UIP

Testiranje UIP je problematično že zaradi tega, ker je zanesljive podatki o pričakovanjih skoraj nemogoče zbrati. Zato testiranje UIP samo po sebi niti ni tako zanimivo. Kar pa je v zvezi z UIP zelo pomembno, pa je povezava med s^e_{t+1} in f_t, ki jo UIP implicira. Enačbo (10) namreč lahko v logaritemski obliki zapišemo tudi kot:

$$s^e_{t+1} - s_t = r_t - r_t* + \varepsilon_{t+1} \qquad \text{oz.} \qquad s^e_{t+1} = f_t + \varepsilon_{t+1} \qquad (11)\ (12)$$

kjer sta r_t in r_t* domača in tuja zvezna sestavljena obrestna mera (*continuously compounded*)[14]. Glede na (11) in (12) sta se pojavili dve vprašanji: (a) kakšna je velikost napake napovedi (ε_{t+1}), če prihodnji promptni tečaj napovedujemo z današnjim terminskim tečajem (enačba (12)) in kakšna je napaka napovedi, če spremembo promptnega deviznega tečaja napovedujemo z obrestnim diferencialom (enačba(11)); (b) drugo vprašanje pa se je nanašalo na sistematično pristranskost napake napovedi. V zvezi s prvim vprašanjem je bilo ugotovljeno, da terminski tečaj relativno dobro napove prihodnjo vrednost prihodnjega pomptnega tečaja, česar pa ne bi mogli reči tudi za obrestni diferencial (in njegovo sposobnost napovedati spremembo promptnega deviznega tečaja). Namreč obrestni diferencial pojasnjuje zgolj majhen delež kasnejše spremembe promptnega deviznega tečaja, to pa zato, ker se promptni in terminski devizni tečaj (časovno gledano) gibljeta skoraj kot dve identični časovni vrsti slučajnega gibanja (kar potrjuje CIP) kjer lahko obrestni diferencial (terminski diskont/premija) pojasni zgolj majhen del te volatilnosti. To naj bi kazalo na dejstvo, da je večji del kasnejše spremembe deviznega tečaja posledica nepričakovanih informacij o makroekonomskih kategorijah, politiki in drugih relevantnih dogajanjih, ali pa posledica delovanja drugih neopazovanih dejavnikov (glej tudi *2.4 Modeli novih informacij* in *2.6 Modeli kaosa*).

Drugo vprašanje pa se je hitro razvilo v testiranje hipoteze o učinkovitosti trga (*efficient market hypothesis*), po kateri naj bi cene odsevale že vse znane informacije in bi tako onemogočale kakršnekoli špekulativne dobičke. Hipotezo o učinkovitosti trga se lahko razdeli

---

[14] Zvezna sestavljena obrestna mera r_t, ki označuje obrestovanje v zveznem času (obresti se pripisujejo zvezno), je definirana kot naravni logaritem vsote 1 + domača diskretna obrestna mera, t.j. ln $(1+r^d_t)$, in r_t* je po analogiji ln $(1+ r^d_t *)$. Če bi v (11) uporabili diskretne obrestne mere namesto zveznih sestavljenih, potem gre za aproksimacijo, saj bi (11) veljala samo v primeru zelo nizkih obrestnih mer, saj je

$$s^e_{t+1} - s_t = \ln(S^e_{t+1}) - \ln(S_t) = \ln\left(\frac{S^e_{t+1}}{S_t}\right) \approx \frac{S^e_{t+1} - S_t}{S_t} = r^d_t - r^d_t *$$

na dve hkratni hipotezi: (a) da imajo tržni udeleženci racionalna pričakovanja (glede na nabor takrat znanih informacij) in (b) da so nevtralni do tveganja (*risk-neutral*). Hipotezo o učinkovitosti trga so sprva testirali na enačbi (12):

$$s_{t+1} = \alpha + \beta f_t + \varepsilon_{t+1} \qquad (13)$$

in testirali, ali je β enaka ena. Testirali so, ali današnji terminski tečaj nepristransko napoveduje prihodnji promptni tečaj. Rezultati so to potrdili, toda kmalu je bilo ugotovljeno, da test v obliki regresijske enačbe (13) ni statistično pravilen. Ne samo, da sta obe časovni vrsti (s_{t+1} in f_t) skoraj identični slučajnemu gibanju (podobno kot smo ugotovili za realne devizne tečaje) in je bilo posledično težko zavreči ničelno hipotezo o njuni nestacionarnosti[15], temveč bo tudi metoda navadnih najmanjših kvadratov (*ordinary least squares*, v nadaljevanju *OLS*), aplicirana na (13), potisnila β blizu ena ne glede na pravo vrednost β, in sicer iz sledečega razloga: če primerjamo (13) s pravilnejšo obliko (15) (glej spodaj), potem vidimo, da sta oba zapisa enaka le v primeru, ko je $\beta = 1$. Predpostavimo, da (15) velja tudi, ko $\beta \neq 1$. Potem lahko (15) preoblikujemo v:

$$s^e_{t+1} = \alpha + \beta f_t + \left[(1-\beta)s_t + \varepsilon_{t+1}\right] \qquad (14)$$

in vidimo, da je v primeru, ko $\beta \neq 1$, ε_{t+1} v (13) enako $[(1 - \beta)s_t + \varepsilon_{t+1}]$ v (14). To pomeni, da bo v (13) metoda *OLS*, ki minimizira kvadrate slučajnih odklonov (v našem primeru člen $[(1 - \beta)s_t + \varepsilon_{t+1}]$), β potiskala v bližino 1 ne glede na pravo vrednost β.

Hipotezo o učinkovitosti trga so zato testirali sledeče: če predpostavimo racionalna pričakovanja, potem se mora pričakovana sprememba promptnega deviznega tečaja od dejanske realizirane spremembe razlikovati zgolj za napako napovedi (ε_{t+1}), ki jo generirajo racionalna pričakovanja[16]; po UIP (11) pričakovano spremembo predstavlja obrestni diferencial, prav tako velja, da je obrestni diferencial (po CIP) ravno enak terminski premiji/diskontu. Hipotezo o učinkovitosti trga so torej testirali v obliki UIP, v kateri so pod predpostavko racionalnih pričakovanj in nevtralnosti do tveganja s^e_{t+1} zamenjali z s_{t+1}, in zapisali v regresijski obliki enačbe UIP (11), in sicer (Taylor, 1995, str. 15):

---

15 Standardno regresijsko analizo lahko apliciramo zgolj na stacionarne časovne vrste. Če niso stacionarne, potem o vzorčnih dolgoročnih povezavah med njimi lahko sklepamo le, če so te časovne vrste kointegrirane (istega reda). Če tudi to niso, imamo opravka z nesmiselno regresijo (*spurious regression*), pri kateri nam standardna *OLS* procedura sicer izračuna visok determinacijski koeficient, čeprav med časovnima vrstama ni pomembne vzročne povezave (do visokega determinacijskega koeficienta pa pride, ker imata obe časovni vrsti močan trend).

16 Formalna lastnost napake napovedi na podlagi racionalnih pričakovanj (ki se formirajo na podlagi informacij znanih v času *t*), je to, da je pričakovana napaka $E\left[\varepsilon_{t+1} \middle| \Omega_t\right]=0$, kjer je $E\left[\cdot \middle| \Omega_t\right]$ matematično pričakovanje pogojeno z vektorjem informacij Ω_t znanih v času *t*. Prav tako morajo biti napake ε_{t+1} serijsko nekorelirane.

$$s_{t+1} - s_t = \alpha + \beta(f_t - s_t) + \varepsilon_{t+1} \tag{15}$$

kjer je v skladu s CIP $r_t - r_t*$ nadomestil člen $f_t - s_t$. Veljavnost hipoteze o učinkovitosti trga torej testiramo tako, da preverimo, če terminska premija/diskont nepristransko napoveduje dejansko spremembo promptnega deviznega tečaja. Če so investitorji nevtralni do tveganja in imajo racionalna pričakovanja, potem je trg učinkovit v primeru, ko so v (15) β = 1 in napake napovedi na podlagi racionalnih pričakovanj serijsko nekorelirane s povprečno vrednostjo 0. Rezultati testov pa so v nasprotju s (13) pokazali ne samo, da $\beta \neq 1$, temveč je za veliko večino parov valut celo blizu –1. Ti rezultati so v celoti zavrnili nepristranskost terminskih premij/diskontov kot napoved za prihodnje dejanske spremembe promptnih tečajev (to je tudi odgovor na vprašanje (b) zgoraj) in prav tako zavrnili hipotezo o učinkovitosti trga. Ti rezultati (negativnost regresijskega koeficienta β) kažejo na to, da bolj ko se na terminskem trgu tuja valuta trguje s premijo (domače obrestne mere so višje kot tuje), manj bo domača valuta v tem obdobju depreciirala[17]. To z drugimi besedami pomeni, da višje domače obrestne mere (kot tuje obrestne mere) bolj kažejo na apreciacijo domače valute kot pa na njeno depreciacijo, s katero bi se kompenziral pozitivni obrestni diferencial v korist domače valute.

Kot smo ugotavljali že v predhodnem delu, časovne vrste deviznega tečaja (promptnega, terminskega, realnega) pogosto skorajda ni mogoče ločiti od procesa slučajnega gibanja. Toda če bi gibanje deviznega tečaja dejansko sledilo slučajnemu gibanju, potem bi morala biti β = 0, ne glede na (ne)učinkovitost trga. Še več, v primeru pravega slučajnega gibanja bi skupaj s hipotezo o učinkovitosti trga (racionalnih pričakovanjih in nevtralnosti do tveganja) prišli do zaključka, da je $f_t = s^e_{t+1} = s_t$, in posledično bi morala biti β v (15) nedefinirana, saj bi bil člen $f_t - s_t$ zelo blizu nič. Zato so testi učinkovitosti trga v obliki enačb (13) in (15) že vnaprej obsojeni na neuspeh ravno zaradi skoraj slučajnega gibanja deviznih tečajev.

Zato je bila morda bolj primerna metoda testiranja hipoteze o učinkovitosti trga uporaba testa ortogonalnosti (neodvisnosti), in sicer so testirali ortogonalnost napak napovedi terminskega tečaja (*forward rate forecast error*, $s_{t+1} - f_t$) glede na dan vektor informacij I_t v času t z omejitvijo, da je β v (15) *a priori* 1. V tovrstnih testih je vektor informacij I_t pomembna spremenljivka, saj hipoteza o učinkovitosti trga oblike $f_t = E(s_{t+1} | \Omega_t)$ implicira, da morajo biti napake napovedi terminskega tečaja nekorelirane z vektorjem informacij v času t. Če β v (15) omejimo na 1, lahko (15) preoblikujemo, dodamo vektor informacij I_t in testiramo, ali je Ψ v regresijski enačbi oblike:

[17] Negativna vrednost β v (15) sicer lahko implicira apreciacijo domače valute, vendar ker je konstanta α v (15) pogosto visoka, do apreciacije ne pride.

$$s_{t+1} - f_t = \Psi I_t + \varepsilon_{t+1} \tag{16}$$

enaka 0. Člen $s_{t+1} - f_t$ lahko imenujemo tudi donos špekuliranja na terminskem trgu, in ničelna hipoteza, da je $\Psi = 0$, je skladna s hipotezo, da je trg učinkovit le v primeru, ko so vse cene prilagojene za znane informacije in je posledično tudi pričakovani donos špekuliranja na terminskem trgu enak 0 (kar je ekvivalentno nekoreliranosti napak napovedi terminskega tečaja z informacijami v času *t*)[18]. Hansen in Hodrick sta v enem od svojih testirov kot pojasnjevalne spremenljivke v I_t uporabila odložene vrednosti donosov špekuliranja v isti valuti, in sicer sta testirala regresijsko enačbo (Hansen in Hodrick, 1980, str. 838):

$$s^i_{t+13} - f^i_t = \alpha_i + \beta_{i1}(s^i_t - f^i_{t-13}) + \beta_{i2}(s^i_{t-1} - f^i_{t-14}) + \varepsilon^i_t \tag{17}$$

v drugih testih pa odložene vrednosti donosov v tej isti valuti in drugih valutah. Vendar so tako rezultati testiranja regresijske enačbe (17) kot tudi sledeče enačbe

$$s^i_{t+13} - f^i_t = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n} \beta_{ij}(s^j_t - f^j_{t-13}) + \varepsilon^i_t \tag{18}$$

v večini primerov zavrnile ničelno hipotezo, da je $\Psi = 0$, saj je bil marsikateri parcialni regresijski koeficient statistično značilno različen od 0. Toda kot sta ugotavljala Hansen in Hodrick (1980, str. 831), zavrnitev hipoteze o učinkovitosti trga še ne pomeni direktno zavrnitev predpostavke, da so pričakovanja investitorjev racionalna. Prav mogoče je, da ne velja predpostavka o nevtralnosti investitorjev do tveganja, zato je bolj verjetna alternativna razlaga, da so investitorji tveganju nenaklonjeni. Toda kot bomo videli kasneje, je še najbolj verjetno to, da v realnosti ne velja nobena od obeh predpostavk.

2.2.3 Možni vzroki za neveljavnost hipoteze o učinkovitosti trga

Če ne velja predpostavka o nevtralnosti do tveganja, in so investitorji dejansko tveganju nenaklonjeni, potem je potrebno zapis UIP (11) spremeniti, in sicer vključiti dodatno spremenljivko, t.i. premijo za tveganje (Isard, 1995, str. 84):

$$s^e_{t+1} - s_t = r_t - r_t* - \zeta_t + \varepsilon_{t+1} \tag{19}$$

---

[18] Če so terminski tečaji pričakovani prihodnji tečaji, ki vsebujejo že vse danes znane informacije, potem odstopanja od teh pričakovanj v primeru učinkovitega trga ne smejo biti sistematično povezana z informacijami, na podlagi katerih se ta pričakovanja oblikujejo. V nasprotnem primeru (primer neučinkovitega trga) imamo možnost špekulativnih dobičkov, saj današnje informacije nakazujejo smer odstopanja med pričakovanimi in prihodnjimi dejanskimi tečaji.

kjer je ξ_t premija za tveganje, ki bo domačemu investitorju skozi pričakovano depreciacijo deviznga tečaja (zmanjšanje vrednosti domače valute) nudila dodaten donos, ker investira v tuji valuti in prevzema valutno tveganje. Naj tu samo opozorimo, da premija za tveganje ni konstantna, temveč se spreminja s časom (če bi bila konstantna, bi bila v (15) zajeta že v α). Časovno spremenljiva ξ_t, ki ima v skladu z (19) negativni predznak, bi lahko bila eden izmed vzrokov za negativnost β v (15).

Poleg predpostavke o nevtralnosti investitorjev do tveganja je bilo prav tako potrebno ponovno ovrednotiti predpostavko o racionalnih pričakovanjih. Tu bi samo omenili, da obstoj premije za tveganje še zdaleč ne predstavlja neveljavnosti predpostavke o racionalnih pričakovanjih. Pač pa obstajajo v zvezi s to predpostavko primeri, ki bi lahko pojasnjevali negativnost β v (15) in hkrati ne zavračali predpostavke o racionalnih pričakovanjih (Taylor, 1995, str. 18):

i. »peso problem«[19] se nanaša na situacijo, v kateri udeleženci trga pripisujejo majhno verjetnost veliki spremembi določene pomembne makroekonomske spremenljivke, ki pa se v vzorcu dejansko nikoli ne zgodi. Posledično bodo napake napovedi pristranske in več kot očitno potrjevale neničelne donose pri špekulaciji na terminskem trgu.
ii. učenje o spremembah režima[20] oz. neučinkovito procesiranje informacij; ker investitorji potrebujejo nekaj časa, da se seznanijo z novo situacijo, ne bodo sposobni v celoti izkoristiti vseh arbitražnih priložnosti, ki so razvidne iz podatkov v vzorcu *ex post*.

Čeprav sta oba primera, (i) in (ii) konsistentna s predpostavko o racionalnih pričakovanjih in je ne zavračata, bi vseeno lahko bila vzrok za negativnost β v (15) in posledično zavrnitev hipoteze o učinkovitosti trga. Toda problem s to razlago je v tem, da potem ne v primeru (i) ne v primeru (ii) β v (15) ne bi smel biti konstantno negativen: »peso problem« je dejansko problem (pre)majhnega vzorca, kar pomeni, da do njega lahko prihaja v določenih situacijah, ne more pa pojasnjevati dejstva, da je β v (15) na primeru večine testiranih parov valut konstantno negativen, tudi v primeru dolgoročnih vzorcev. Podobno velja za (ii): četudi investitorji potrebujejo čas, da se po spremembi režima navadijo na nove pogoje, gre v tem primeru za enkratne dogodke, ki tudi ne morejo pojasnjevati konstantne negativnosti β – če se udeleženci vedejo racionalno, potem se o spremembah režima ne morejo učiti večno.

---

[19] Primer izhaja iz 70-ih let 20. stoletja, ko je tečaj mehiškega pesa kljub svoji fiksni vrednosti v razmerju do USD na terminskem trgu dolga leta kotiral z visokim diskontom proti USD, saj so udeleženci trga pričakovali devalvacijo pesa, ki pa se je dejansko zgodila šele mnogo let kasneje. Če bi tako opazovali promptni in terminski tečaj pesa v obdobju pred njegovo devalvacijo, bi izgledalo, kot da so udeleženci trga vsa ta leta napačno napovedovali bodočo promptno ceno pesa, in da se vedejo skrajno iracionalno, ker se v vseh teh letih niso naučili izkoristiti arbitražnih zaslužkov (kupi pese z diskontom na terminskem trgu, in jih po poravnavi terminskega posla prodaj na promptnem trgu po višji ceni).

[20] Predvsem se to nanaša na ekspanzivnost/restriktivnost monetarne politike in na intervencije centralne banke na deviznem trgu.

Te ugotovitve v zvezi s CIP in UIP so ekonomiste vodile k novim modelom gibanja deviznih tečajev. Medtem ko je testiranje CIP dejansko samo testiranje delovanja arbitraže (saj mora CIP veljati ne glede na stopnjo naklonjenosti investitorjev tveganju in ne glede na način oblikovanja pričakovanj[21]), so UIP v svoji osnovni obliki (11) uporabili pri monetarnih modelih plačilne bilance. Ko so nova spoznanja v zvezi s premijo za tveganje vodila k zavrnitvi UIP, so se posledično razvili portfeljski modeli plačilne bilance, katerih osnovni gradnik je postala enačba (19), ki vključuje premijo za tveganje. Izgleda, da je predpostavka o nevtralnosti investitorjev do tveganja z razvojem portfeljskih modelov plačilne bilance postopoma izgubila svoje zagovornike, česar pa ne bi mogli reči tudi za predpostavko o racionalnosti pričakovanj. Zato nalogo nadaljujemo s predstavitvijo modelov plačilne bilance, problematike odstopanja od racionalnih pričakovanj pa se bomo ponovno lotili v poglavju *2.6 Modeli kaosa.*

2.3 Devizni tečaji in plačilna bilanca

Poleg splošne ravni cen in višine obrestnih mer so ekonomisti že od nekdaj priznavali medsebojno odvisnost deviznih tečajev in plačilne bilance. Isard (1995, str. 90) ločuje med tremi vrstami teh modelov. Prvi so zgodnji modeli tekočega računa plačilne bilance, ki predvsem poudarjajo pristop elastičnosti in njegovo integracijo z analizo narodnega dohodka v statičnem keynesianskem okviru. Drugi so modeli stabilizacijske politike za odprto gospodarstvo, od katerih je predvsem znan model Mundell-Fleming, ki analizira pogoje za zunanje in notranje ravnotežje na podlagi modela tokov kapitalskega računa. Tretji pa so premoženski modeli plačilne bilance (*asset equilibrium models of the balance of payments*), ki jih v grobem razdelimo na monetarne (*monetary*) modele, ki predpostavljajo popolno zamenljivost domačih in tujih naložbenih oblik (UIP velja), in portfeljske (*portfolio-balance*) modele, ki tuje in domače naložbene oblike ne obravnavajo več kot popolne substitute (osnovna oblika UIP ne velja). Premoženjski modeli plačilne bilance so se razvili kot kritika Mundell-Flemingovega modela, ki saldo kapitalskega računa plačilne bilance obravnava kot neprestani tok, ki bo takoj izničil vsak neničelni obrestni diferencial med dvema državama. Nasprotno naj bi premoženjski modeli saldo kapitalskega računa razlagali kot rezidual prilagoditve stoga naložb v različnih državah želenemu stanju. Ti modeli, ki jih povzemamo v nadaljevanju, so postali tudi osnova za kasnejše modeliranje gibanja fleksibilnih deviznih tečajev po zlomu bretton-woodskega sistema.

2.3.1 Monetarni model s fleksibilnimi cenami

Ta model, ki temelji na definiciji deviznega tečaja kot relativne cene dveh valut, poskuša višino te relativne cene modelirati s ponudbo in povpraševanjem na denarnem trgu vsake od teh valut. Klasično ravnotežje na denarnem trgu se zapiše kot (Taylor, 1995, 21):

---

[21] (Ne)naklonjenost tveganju v CIP ni relevantna, saj se investitor s terminskim poslom zavaruje pred neugodnim gibanjem deviznih tečajev. Ker so parametri terminske transakcije znani, tudi način oblikovanja pričakovanj za CIP ni relevanten.

$$m_t = p_t + \phi y_t - \lambda r_t \qquad (20)$$

kjer so m, p in y definirani kot logaritem domače ponudbe denarja, logaritem splošne ravni cen in logaritem domačega proizvoda (*output*), r pa je domača zvezna sestavljena nominalna obrestna mera. Podobna enačba za ravnotežje na denarnem trgu velja v tujini (označeno z *). Če predpostavimo, da velja $\phi^* = \phi$ in $\lambda^* = \lambda$ (povpraševanje po denarju identično v obeh državah), dobimo:

$$m_t - m_t^* = p_t - p_t^* + \phi(y_t - y_t^*) - \lambda(r_t - r_t^*) \qquad (21)$$

Model predpostavlja, da pariteta kupne moči vedno velja ($\beta_1 = \beta_2 = 1$ v (4), cenovne indekse pa normaliziramo tako, da je tudi $\beta_0 = 0$):

$$s_t = p_t - p_t^* \qquad (4a)$$

Če (21) in (4a) združimo, saj domača ponudba denarja determinira domače cene, le-te pa preko PPP devizni tečaj, dobimo model, pri katerem se devizni tečaj oblikuje preko relativne ponudbe denarja v dveh državah:

$$s_t = m_t - m_t^* - \phi(y_t - y_t^*) + \lambda(r_t - r_t^*) \qquad (22)$$

Zapis (22) je zapis monetarnega modela s fleksibilnimi cenami, v katerem bo relativno povečanje domače ponudbe denarja povzročilo depreciacijo domače valute (oz. porast deviznega tečaja – ker gre za direktno kotacijo, bomo v primeru relativnega povečanja domače ponudbe denarja za enoto tuje valute plačali več enot domače valute)[22]. Podobno relativno povečanje domačega proizvoda poveča povpraševanje po denarnih blagajnah, kar ob dani ponudbi denarja zniža cene. Padajoče domače cene glede na tuje povzročijo apreciacijo domače valute. Podobno pride do depreciacije valute ob povišanju domačih nominalnih obrestnih mer, saj le-te zmanjšajo povpraševanje po denarnih blagajnah. To pa zato, ker povišanje nominalnih obrestnih mer ob dani ponudbi denarja kaže na povečana inflacijska pričakovanja, ta pa posledično znižujejo povpraševanje po denarnih blagajnah, povečajo izdatke za dobrine in tako dvigujejo domače cene, kar vodi v depreciacijo domače valute.

Kot smo videli, se v monetarnem modelu s fleksibilnimi cenami (22) devizni tečaj oblikuje preko relativne ponudbe denarja v obeh državah. In tudi v prejšnjem odstavku smo videli, da se model osredotoča zgolj na ravnotežne pogoje enega izmed šestih agregatnih trgov odprtega gospodarstva, konkretno denarnega trga (ostalih pet trgov je še: trg dobrin, trg dela, trg tuje

[22] Ker so cene popolnoma fleksibilne, se bo vsaka monetarna ekspanzija takoj odrazila v povišanju domačih cen in preko PPP v depreciaciji domače valute.

valute, trg domačih obveznic in trg tujih obveznic). Toda model še vedno deluje kljub temu, da se osredotoča zgolj na ravnotežje enega izmed šestih trgov, in to iz sledečega razloga: ker se predpostavlja popolna zamenljivost domačih in tujih obveznic – UIP velja (po tem se monetarni modeli plačilne bilance ločujejo od portfeljskih modelov) – sta oba trga obveznic dejansko en sam trg. Ker je devizni tečaj prosto spremenljiv in kontinuirano vzpostavlja ravnotežje na trgu tuje valute, in ker imamo preko popolnoma fleksibilnih cen dobrin in plač ravnotežje tudi na trgu dobrin in trgu dela, imamo v ravnotežju tri od skupaj dejansko štirih preostalih trgov. Tako se bo po Walrasovem[23] zakonu ravnotežje celotnega gospodarstva oblikovalo ravno na denarnem trgu (Taylor, 1995, str. 22).

Zelo visoka volatilnost realnih deviznih tečajev kmalu po zlomu Bretton-Woodskega sistema je zavrnila predpostavko o PPP (vsaj kratkoročno, torej bistvena predpostavka modela (3a) ne velja več) in s tem omajala veljavnost modela s fleksibilnimi cenami. Posledično so kasneje razvili monetarni model z lepljivimi cenami.

2.3.2 Monetarni model z lepljivimi cenami

Levji delež k razvoju teh modelov je prispeval Dornbusch s svojim modelom prekomerne reakcije (*overshooting*), po katerem se nominalni in realni devizni tečaji kratkoročno lahko dvignejo nad svojo dolgoročno ravnotežno raven zaradi lepljivosti cen (in plač). Na ta način kratkoročno variabilne spremenljivke modela (obrestne mere in devizni tečaji) kompenzirajo lepljivost cen. Če npr. pride do zmanjšanja domače ponudbe denarja, potem ob lepljivih domačih cenah pride tudi do znižanja realne ponudbe denarja, kar posledično vodi v dvig domače ravni obrestnih mer. Ta povzroči kapitalske prilive in vodi k apreciaciji domače valute. Seveda se investitorji zavedajo, da gre za umeten dvig deviznega tečaja, in so pripravljeni investirati v domače obveznice samo toliko časa, dokler bo pričakovana depreciacija deviznega tečaja nižja od znane (pozitivne) razlike med domačimi in tujimi obrestnimi merami. Kratkoročno ravnotežje se vzpostavi, ko je pričakovana depreciacija deviznega tečaja ravno enaka obrestnemu diferencialu (UIP velja). Ker je za vsak ne-ničelni obrestni diferencial ne-ničelna tudi pričakovana depreciacija, je moral devizni tečaj prekomerno reagirati in se dvigniti nad svoje dolgoročno ravnotežje, ki ga determinira PPP (PPP velja zgolj na dolgi rok, in ne na kratki rok kot pri modelu s fleksibilnimi cenami). Čez nekaj časa pa začnejo cene padati kot odgovor na restriktivnost monetarne politike, s čimer se povečuje realna ponudba denarja. Domače obrestne mere začno padati, in tudi devizni tečaj počasi depreciira k dolgoročni PPP.

Znotraj modelov z lepljivimi cenami posebno mesto pripada tudi Franklovemu (Frankel, 1979, str. 610 – 622) modelu razlike realnih obrestnih mer. Model temelji na dveh bistvenih predpostavkah. Prva izhaja iz UIP (11) ter implicira, da so obveznice dveh različnih držav za investitorje popolni substituti:

---

[23] Walrasov zakon je princip, po katerem ravnotežje na (n – 1) trgih sistema s skupaj n trgi implicira ravnotežje na n-tem trgu.

$$\Delta s_{t+1}^{e} = r_t - r_t* \tag{11a}$$

kjer je Δs_{t+1}^{e} pričakovana sprememba deviznega tečaja, r_t in r_t* pa sta zvezni sestavljeni nominalni obrestni meri denarnega trga (kratkoročni obrestni meri). Druga osnovna predpostavka pa definira pričakovano spremembo deviznega tečaja kot funkcijo razmika med trenutnim tečajem in ravnovesnim dolgoročnim deviznim tečajem ter pričakovanim dolgoročnim inflacijskim diferencialom med domačo in tujo državo:

$$\Delta s_{t+1}^{e} = -\theta\left(s_t - \bar{s}\right) + \pi - \pi* \tag{23}$$

kjer sta π in $\pi*$ pričakovani dolgoročni inflacijski stopnji doma in na tujem, nadčrtaj nad s pa označuje dolgoročnost. Enačba (23) ne pomeni nič drugega kot to, da se bo kratkoročno devizni tečaj vrnil na svojo ravnotežno vrednost po stopnji, ki je premosorazmerna trenutnemu razmiku; in da se bo na dolgi rok, ko je $s_t = \bar{s}$ devizni tečaj spreminjal s stopnjo $\pi - \pi*$. θ je konstanta, za katero bi bil najboljši približek hitrost prilagajanja na trgu dobrin.

Če združimo (11a) in (23) dobimo enačbo:

$$s_t - \bar{s} = -\frac{1}{\theta}\left[\left(r_t - \pi\right) - \left(r_t * - \pi *\right)\right] \tag{24}$$

kjer lahko izraz v oklepaju označimo kot diferencial realnih obrestnih mer. Seveda je potrebno izpostaviti, da na dolgi rok, ko velja $s_t = \bar{s}$, velja tudi $\bar{r} - \bar{r}* = \pi - \pi*$, kjer sta $\bar{r}$ in $\bar{r}*$ dolgoročni obrestni meri denarnega trga obeh držav. To sledi iz razlage, da bodo kapitalski tokovi na dolgi rok zagotovili izenačitev dolgoročnih realnih donos denarnega trga med državama ($\bar{r} - \pi = \bar{r}* - \pi*$).

Naslednja je predpostavka o veljavnosti paritete kupne moči na dolgi rok, tako da velja:

$$\bar{s} = \bar{p} - \bar{p}* \tag{3b}$$

Dolgoročno povpraševanje po denarnih blagajnah doma in v tujini lahko zapišemo podobno kot v (21), upoštevamo da na dolgi rok velja $\bar{r} - \bar{r}* = \pi - \pi*$, združimo s (3b) in dobimo:

$$\begin{aligned} \bar{s} &= \bar{p} - \bar{p}* \\ &= \bar{m} - \bar{m}* - \phi\left(\bar{y} - \bar{y}*\right) + \lambda\left(\pi - \pi*\right) \end{aligned} \tag{25}$$

Če (25) združimo s (24) in predpostavimo, da dolgoročno ravnotežno ponudbo denarja $\overline{m}$ in raven dohodka $\overline{y}$ predstavlja kar njuna trenutna raven, potem dobimo zapis monetarnega modela razlike realnih obrestnih mer (Frankel, 1979, str. 613):

$$s_t = m_t - m_t * -\phi(y_t - y_t *) - \frac{1}{\theta}(r_t - r_t *) + \left(\frac{1}{\theta} + \lambda\right)(\pi - \pi *) \tag{26}$$

Kot vidimo iz zapisa, je razmerje med devizni tečajem in obrestnim diferencialom negativno, kar pomeni, da bo povečanje obrestnega diferenciala v domačo korist kratkoročno vodilo k znižanju deviznega tečaja (v njegovo apreciacijo), kar je skladno z modelom lepljivih cen. Nasprotno je razmerje med deviznim tečajem in dolgoročnim inflacijskim diferencialom pozitivno, kar pomeni, da bo višja domača dolgoročna inflacija dolgoročno vodila k depreciaciji domače valute. Kot smo videli iz izpeljave, je v (26) skrit realni obrestni diferencial (24), ki kaže na odstopanje (*overshooting*) trenutnega tečaja od njegove ravnotežne vrednosti. (24) ima zelo pomembne posledice za razlago gibanja deviznih tečajev: če je obrestni diferencial kratkoročno pozitiven zgolj zaradi restriktivnosti domače monetarne politike, je posledično tudi devizni tečaj kratkoročno apreciiral in leži pod[24] svojo ravnotežno ravnijo. Če pa je nasprotno obrestni diferencial pozitiven zgolj zaradi višje pričakovane dolgoročne domače inflacije, potem bo trenutni devizni tečaj v svojem dolgoročnem ravnotežju, in bo postopoma depreciiral po stopnji dolgoročnega inflacijskega diferenciala[25].

2.3.3 Portfeljski model

Zadnji v skupini premoženjskih modelov plačilne bilance, ki poudarjajo pomen analiziranja deviznih tečajev z vidika ravnotežja na trgu naložb (zato tudi *asset equilibrium models*) se od svojih predhodnikov razlikujejo v pomembni predpostavki, in sicer domačih in tujih naložbenih oblik ne obravnavajo več kot popolne substitute. To pomeni, da v primeru nepopolne zamenljivosti domačih in tujih obveznic UIP ne velja več, in posledično tudi obrestna mera[26] domačih obveznic ne more biti več preprosto enaka obrestni meri tujih obveznic plus pričakovana sprememba deviznega tečaja, saj je zaradi različnega tveganja obveznic v analizi potrebno upoštevati še premijo za tveganje (*ø*)[27]. Tako je v nasprotju z monetarnimi modeli, ki trg domačih in tujih obveznic obravnavajo kot en trg, potrebno vsaj

---

[24] Ker gre za direktno kotacijo, apreciacija domače valute pomeni zmanjšanje števila enot domače valute za enoto tuje.

[25] To se vidi tudi iz koeficienta pri inflacijskem diferencialu, ki ima nasprotni predznak in je absolutno večji od koeficienta pri obrestnem diferencialu – inflacijski diferencial bo ne samo izničil nasprotni vpliv obrestnega diferenciala, temveč bo celo znižal/zvišal vrednost domače valute.

[26] V tem primeru bi bil bolj pravilen izraz donos, ki poleg kuponskih obresti vključuje še kapitalske dobičke, toda zaradi konsistentnosti bomo obdržali izraz »obrestna mera«.

na enem od obeh trgov obveznic eksplicitno določiti ravnotežne pogoje. To naj bi dosegli ravno preko povezave med deviznim tečajem in plačilno bilanco, saj naj bi neravnotežja v mednarodnih plačilih preko višine premije za tveganje, pri kateri bi se pri ravnotežnih pogojih izpraznila trg domačih in tujih obveznic (in posledično vsi ostali finančni trgi), vplivala na raven deviznega tečaja.

Predpostavimo preprost portfeljski model, v katerem je celotno finančno premoženje privatnega sektorja (*W*) razdeljeno v tri skupine: denar (*M*), domače obveznice (*B*) in tuje obveznice (*SF*), kjer je *S* trenutni devizni tečaj. Podobno so M^* tuj denar, B^* domače obveznice v lastništvu tujcev in F^* tuje obveznice v lastništvu tujcev. Veljajo naslednji pogoji (Isard, 1998, str. 110):

$$W = M + B + SF \qquad \text{in} \qquad W^* = M^* + B^*/S + F^* \qquad (27)\ (28)$$

kjer sta (27) in (28) zapis domačega in tujega finančnega premoženja. Nadalje veljajo naslednji ravnotežni pogoji na finančnih trgih:

$$M = \overline{M} \qquad \text{in} \qquad M^* = \overline{M}^* \qquad (29)\ (30)$$

$$B + B^* = \overline{B} \qquad \text{in} \qquad F + F^* = \overline{F} \qquad (31)\ (32)$$

$$\frac{M}{W} = m(r, r^* + \Delta s^e) \quad m_1 < 0, m_2 < 0 \qquad (33)$$

$$\frac{B}{W} = b(r, r^* + \Delta s^e) \quad b_1 > 0, b_2 < 0 \qquad (34)$$

$$\frac{SF}{W} = f(r, r^* + \Delta s^e) \quad f_1 < 0, f_2 > 0 \qquad (35)$$

Enačbe (33) – (35) so standardne enačbe domačega povpraševanja po različnih naložbenih oblikah. x_k so parcialni odvodi $x(.)$ po *k*-ti spremenljivki, kjer je $x = m$, b, f in t (v (36)). Podobne enačbe veljajo tudi za tujino. Pri analizi modela se lahko opremo na predpostavko, da so stogi naložbenih oblik (*M*, *B*, *SF* in M^*, B^*/S, F^*) določeni eksogeno s politiko monetarnih oblasti, medtem ko so obrestne mere, trenutni devizni tečaj in pričakovana sprememba deviznega tečaja določeni endogeno, in se v modelu prilagajajo tako, da so vsi finančni trgi v ravnovesju. Problem v tej zvezi pa je sledeč: Enačbe domačega ((33) - (35)) in tujega (ni eksplicitno zapisano) povpraševanja lahko združimo s štirimi ravnotežnimi pogoji na finančnih trgih ((29) – (32)). Ob zgolj dveh omejitvah (27) in (28) pridemo do zaključka, da lahko rešimo sistem samo za tri od štirih neodvisnih spremenljivk (r, r^*, S in Δs^e). Da lahko rešimo sistem za vse štiri spremenljivke, je potrebno vpeljati dodatni pogoj. Ustrezna

[27] ξ_t v (19) je premija za tveganje, ki jo tveganju nenaklonjeni investitor zahteva, ker nosi valutno tveganje. Premija za tveganje *ø*, o kateri govorimo v portfeljskih modelih, pa se od ξ_t razlikuje v tem, da gre za premijo zaradi izpostavljanja valutnemu in drugačnemu kreditnemu tveganju finančne naložbe.

razširitev modela naj bi tako zahtevala določitev razmerja med deviznim tečajem in plačilno bilanco, in sicer naj bi saldo trgovinske bilance vplival na spremembo deviznega tečaja ravno preko višine premije za tveganje ($\Delta s^e = r - r^* + \phi$), pri kateri bi se spraznila domači in tuj trg obveznic in bi bili posledično vsi finančni trgi v ravnovesju.

Za samo grobo razlago portfeljskega modela ne potrebujemo eksplicitnega modeliranja premije za tveganje[28], pač pa skupku ravnotežnih pogojev na finančnih trgih (29) – (32) dodamo še enačbo salda kapitalskega in finančnega računa (*capital account*), in sicer:

$$\dot{F} = t\left(\frac{S}{P}\right) + r^* F \qquad (36)$$

kjer je $\dot{F}$ zapis stopnje rasti stoga tujih obveznic pri domačih investitorjih oz. zapis salda kapitalskega in finančnega računa, ki je tudi enak vsoti salda trgovinske bilance in neto pritoka obresti od tujih obveznic. V primeru prosto spremenljivih deviznih tečajev mora biti plačilna bilanca vedno v ravnovesju, kar pomeni, da mora biti saldo kapitalskega in finančnega računa (leva stran enačbe) enak saldu tekočega računa plačilne bilance (vsoti trgovinske bilance in neto prihodkov od kapitala, desna stran enačbe). S tako zapisanim portfeljski modelom lahko razložimo, kako se bodo endogene spremenljivke odzvale na politiko denarnih oblasti.

Predpostavimo, da začne centralna banka s posredovanjem na odprtem trgu kupovati domače obveznice s tiskanjem denarja (monetarna ekspanzija). Povečano povpraševanje po obveznicah le-tem dvigne ceno, kar zniža obvezniške donose in obrestne mere (s tem se investitorje stimulira k držanju več M in manj B). Spremenjena struktura donosnosti portfelja (več M in manj B) bo domače investitorje prisililo k njegovemu prestrukturiranju[29], in sicer bodo začeli kupovati tuje obveznice, kar bo vodilo k depreciaciji domače valute (porast tečaja do S_1). Če je bil model sprva v ravnotežju (z ničelnim saldom trgovinske bilance in ničelnim neto portfeljem tujih obveznic), bo rezultat operacij na odprtem trgu (ki vodijo k znižanju obrestnih mer in zvišanju deviznega tečaja):

- izboljšanje konkurenčnosti gospodarstva (in dvigu salda trgovinske bilance, ki je funkcija realnega deviznega tečaja), ki pa mora biti kompenzirano z neto povečanjem lastništva

[28] Premija za tveganje kot funkcija relativnega stoga domačih obveznic pri tujcih (približek stoga domačega dolga pri tujcih pa naj bi predstavljal kumulativni saldo trgovinske bilance).

[29] Portfeljski model implementira moderno (Markowitz – Tobinovo) teorijo portfelja v mednarodno okolje, po kateri so investitorji racionalni subjekti, ki pri oblikovanju svojega portfelja zasledujejo optimizacijo razmerja tveganje/donos; kapitalski tokovi in njihov (preko premije za tveganje) vpliv na devizni tečaj pa so zgolj posledica takšnega racionalnega obnašanja. Ker investitorji tujih naložb ne vidijo kot substitut za domače naložbe, zaradi drugačnega percepcije tveganja zahtevajo tudi drugačne donose. Vendar bodo za investitorje zanimive zgolj tiste obveznice, ki jim bodo v skladu s principom diverzifikacije stabilizirale donose in zniževale tveganje celotnega portfelja. (Dunn in Mutti; 2000, str. 319 - 322).

tujih obveznic. Preveč tujih obveznic v portfelju pa bo investitorje čez čas prisililo k odprodaji dela tujih obveznic, in gibanje tečaja se bo postopoma obrnilo (v apreciacijo).
- postopni dvig domačih cen do P_1 (kot posledica monetarne ekspanzije), ki pa bo imel na saldo trgovinske bilance negativni učinek.

Oba učinka (hitra depreciacija domače valute od $S_0 \rightarrow S_1$ in njena kasnejša apreciacija k S_2 na eni strani ter postopno dvigovanje domačih cen k P_1) bosta realni[30] devizni tečaj in saldo trgovinske bilance vrnila v izhodiščni položaj[31]. Toda čeprav bo saldo trgovinske bilance enak 0, pa ne bo 0 saldo tekočega računa plačilne bilance – namreč v vmesnem obdobju so domači investitorji pridobili dodatno premoženje v obliki tujih obveznic, od katerih prejemajo konstanten priliv obresti (r^*F v (36)), kar še vedno vodi k pridobivanju tujih obveznic in apreciaciji domače valute. Da bo tudi tekoči račun plačilne bilance enak 0 (in posledično kapitalski račun enak 0), bo morala biti trgovinska bilanca za znesek r^*F v deficitu (tako da velja $-t(S_2 / P_1) = r^* F$), kar pa bo možno le, če bo devizni tečaj apreciiral do svoje nove dolgoročne vrednosti. Neto učinek operacij na odprtem trgu na devizni tečaj je njegov dolgoročni porast (depreciacija domače valute) od S_0 k S_2 s kratkoročno prekomerno reakcijo ($S_2 - S_1$).

2.4 Modeli novih informacij

Ti modeli zagovarjajo stališče, da je v primeru učinkovitega trga (kjer tečaji vsebujejo že vse znane informacije in kjer so investitorji racionalni) nepričakovana sprememba deviznega tečaja ($s_{t+1} - s_{t+1}^e$) lahko zgolj posledica novih relevantnih informacij o glavnih makroekonomskih spremenljivkah[32], ki se pojavijo v obdobju med časom t, ko so bila pričakovanja oblikovana, in časom (t + 1). Ti modeli torej še vedno temeljijo na predpostavki, da so pričakovanja investitorjev racionalna, in če je trg učinkovit, bodo odstopanja od pričakovanj zgolj posledica novih informacij. Če bi te nove informacije lahko merili, bi morale biti značilno korelirane z nepričakovano spremembo deviznega tečaja. Tako bi se dalo izbrati vektor makroekonomskih spremenljivk, ki vplivajo na devizni tečaj (z_t), z anketo oceniti pričakovanja investitorjev glede prihodnjih vrednosti teh spremenljivk na podlagi današnjih informacij (z_{t+1}^e) in končno izmeriti novice kot razliko med ($z_{t+1} - z_{t+1}^e$). Do ocene statistično značilnega koeficienta med odvisno spremenljivko ($s_{t+1} - s_{t+1}^e$) in neodvisno ($z_{t+1} - z_{t+1}^e$) bi prišli z regresijsko analizo. Prednost tega modela je v tem, da lahko ocenimo vpliv makroekonomskih spremenljivk na devizni tečaj brez modeliranja zapletenih funkcijskih oblik enačbe deviznega tečaja. Rezultati teh modelov so potrdili značilen vpliv

30 Tu implicitno predpostavimo, da se tuje cene niso spremenile.

31 Kljub naknadni apreciaciji še vedno velja $S_2 > S_0$, prav tako je $P_1 > P_0$, tako da je $\frac{S_2}{P_1} = \frac{S_0}{P_0}$.

novih informacij, kar kaže na povezanost omenjenih makroekonomskih spremenljivk z gibanjem deviznih tečajev. Kljub značilni povezanosti novih informacij z gibanjem deviznih tečajev pa je sama velikost vpliva informacij na gibanje deviznega tečaja običajno šibka in časovno spremenljiva, prav tako pa vpliv posamezne nove informacije po objavi hitro splahni (Galati in Ho, 2001, str. 3).

2.5 Empirični rezultati testiranja strukturnih modelov deviznega tečaja

Tri strukturne pristope k modeliranju gibanja deviznega tečaja, ki so se široko uporabljali v 70- in zgodnjih 80-ih letih 20. stoletja, predvsem po zlomu Bretton-Woodskega sistema fiksnih tečajev[33], imenujemo tudi monetarni model s fleksibilnimi cenami, monetarni model z lepljivimi cenami in premoženjski model, ki so vsi modeli ene enačbe (*single-equation models*). Čeprav so se omenjeni modeli iz statističnega vidika sprva izkazali za zelo zanesljive (relativno dobra napovedna moč pojasnjevalnih spremenljivk znotraj opazovanega vzorca – statistično značilne in pravilno predznačene ocene parametrov, visok R^2…), pa se je navdušenje nad njimi končalo, ko so novi pristopi pokazali, da nobeden od teh modelov izven vzorca ni sposoben napovedati prihodnjega gibanja deviznih tečajev bolje od modela slučajnega gibanja.

Strukturne modele deviznega tečaja[34] lahko zapišemo v enotni obliki (kot regresijski model ene enačbe) na sledeči način (Meese in Rogoff, 1983, str. 5):

$$s_t = \alpha_0 + \alpha_1(m_t - m_t^*) + \alpha_2(y_t - y_t^*) + \alpha_3(r_t - r_t^*) + \alpha_4(\pi - \pi^*) + \\ + \alpha_5 \int TB + \alpha_6 \int TB^* + \varepsilon_t \qquad (37)$$

---

[32] Informacije o spremenljivkah, s katerimi smo do sedaj največ operirali, predvsem se to nanaša na m, y, r, π in – kot bomo videli v nadaljevanju – $\int TB$, ter njihove tuje ekvivalente.

[33] Monetarni model s fleksibilnimi cenami je bil testiran na primeru nemške hiperinflacije v 20-ih letih 20. stoletja in dal zadovoljive rezultate. To tudi ne preseneča, saj je šlo za primer hiperinflacije, kjer so inflacija in inflacijska pričakovanja dominirala vpliv na gibanje deviznega tečaja in izničila vpliv realnih obrestnih mer. Nasprotno se je model z lepljivimi cenami dobro obnesel na primeru tečaja USD/CAD, kjer so ob nizkem inflacijskem diferencialu prišle bolj do izraza realne obrestne mere. Portfeljski model je bil zaradi problemov, kako oceniti spremenljivko stog tujih obveznic pri domačih investitorjih, nekoliko redkeje testiran; testi modelov, v katerih so za približek omenjenega stoga vzeli $\int TB$, so običajno pripeljali do slabih rezultatov. Boljše rezultate so dobili pri modeliranju premije za tveganje v skladu s portfeljskim modelom deviznega tečaja in komplementirano z dodatno predpostavko, da investitorji optimizirajo razmerje tveganje/donos svojega portfelja. Ti rezultati so potrjevali zadnje ugotovitve na področju modeliranja deviznih tečajev, in sicer obstoj precejšnje premije za tveganje in neracionalnost pričakovanj (Taylor, 1995, str. 31).

[34] Dejansko gre za tri (najpogosteje testirane) oblike premoženjskih modelov plačilne bilance, in sicer monetarni model s fleksibilnimi cenami (Frenkel-Bilson model), monetarni model z lepljivimi cenami (Dornbusch-Frankel model) in portfeljski model z lepljivimi cenami (Hooper-Morton model) (Meese in Rogoff, 1983, str. 5).

in potem glede na zahteve posameznega modela določimo potrebne omejitve. $\int TB$ in $\int TB^*$ sta domača in tuja kumulativna trgovinska bilanca (ki naj bi predstavljala približek stoga tujih obveznic pri domačih investitorjih in obratno)[35], in predstavljata modifikacijo modela z lepljivimi cenami, ki implicitno vključuje premijo za tveganje. V (37) sta po pričakovanjih $\alpha_1 > 0$ (povečanje domače ponudbe denarja bo povzročilo depreciacijo tečaja) in $\alpha_2 < 0$ (povečanje domačega proizvoda vodi k apreciaciji tečaja), medtem ko so pričakovanja/omejitve glede α_3, α_4, α_5 in α_6 različna glede na model. Monetarni model s fleksibilnimi cenami predpostavlja pozitivno α_3, medtem ko α_4, α_5 in α_6 omeji na 0. Nasprotno monetarni model z lepljivimi cenami (model razlike realnih obrestnih mer) predpostavlja negativno α_3 in pozitivno α_4 (ter $|\alpha_3| < |\alpha_4|$), prav tako pa zahteva omejitev $\alpha_5 = \alpha_6 = 0$; portfeljski model z lepljivimi cenami nasprotno ne zahteva nobene omejitve glede $\alpha_{1,\ldots,6}$.

Meese in Rogoff sta v svoji analizi primerjala uspešnost napovedovanja prihodnjih deviznih tečajev s pomočjo različnih strukturnih modelov[36], pri čemer sta kot kriterij za merjenje uspešnosti napovedovanja[37] posameznega modela uporabila ME – povprečna napaka (*mean error*), MAE – povprečna absolutna napaka (*mean absolute error*) in RMSE – koren povprečne vrednosti kvadratov napak (*root mean square error*)[38]. Kljub temu, da so napovedi strukturnih modelov temeljile na *ex post* dejanskih vrednostih pojasnjevalnih spremenljivk, so rezultati analize pokazali, da je model slučajnega gibanja, ki napoveduje prihodnjo vrednost deviznega tečaja na podlagi njegove današnje vrednosti, dal boljše rezultate kot katerikoli drug testiran model. S to analizo sta avtorja demonstrirala, da čeprav strukturni modeli relativno dobro pojasnjujejo relacije med deviznim tečajem in ostalimi pojasnjevalnimi

---

35 Ker se ostalim spremenljivkam pomen ni spremenil, na tem mestu navajamo samo najpogostejše vire podatkov za posamezno spremenljivko: ponudba denarja (*M*): monetarni agregati, največkrat M1; domači proizvod (*Y*): indeks industrijske proizvodnje; kratkoročne obrestne mere (*r*): obrestne mere denarnega trga, največkrat donosi 3- oz. 6-mesečnih zakladnih menic; dolgoročna pričakovana inflacija (π): donos dolgoročnih (10-letnih) državnih obveznic oz. indeks cen življenjskih potrebščin (CPI); stog tujih obveznic pri domačih investitorjih ($\int TB$): kumulativni saldo trgovinske bilance oz. kumulativni saldo tekočega računa.

36 Dejansko sta v svoji analizi primerjala tudi uspešnost napovedovanja deviznih tečajev s pomočjo modela slučajnega gibanja, tržnih terminskeh tečajev, univariatnih in vektorskih avtoregresijskih modelov.

37 Meese in Rogoff (1983, str. 10) sta napovedi modelov generirala na sledeči način: najprej sta ocenila parametre vsakega modela s pomočjo mesečnih podatkov od Marca 1973 do vključno Novembra 1976. Z novembrom 1976 sta na podlagi ocenjenih parametrov in dejanskih vrednosti pojasnjevalnih spremenljivk izračunala napovedi deviznega tečaja za 1-, 3-, 6- in 12-mesečni horizont (kar ustreza standardnim zapadlostim terminskih tečajev). Nato sta v regresijsko analizo dodala podatke za december 1976 in ponovno ocenila parametre vsakega modela, in ponovila izračun napovedi za vse štiri horizonte. In tako naprej, vse dokler sta imela na voljo dejanske podatke (do junija 1981), na podlagi katerih sta ocenila odstopanje med dejansko realizirano in napovedano višino deviznega tečaja.

38 $$\text{RMSE} = \left\{ \sum_{s=0}^{N_k - 1} \left[F(t+s+k) - A(t+s+k)^2 / N_k \right] \right\}^{\frac{1}{2}}$$

kjer je k = 1, 3, 6 in 12 in predstavlja napovedni horizont, N_k je skupna vsota vseh napovedi v napovednem obdobju, za katere je (prihodnja) dejanska vrednost deviznega tečaja $A(t)$ znana, $F(t)$ pa je njegova z modelom napovedana vrednost. Napovedovanje se začne v obdobju t.

spremenljivkami na podlagi vzorčnih podatkov, pa se pri napovedovanju prihodnjih deviznih tečajev izkažejo celo slabše kot model slučajnega gibanja.

Rezultati te in mnogih drugih analiz (ki so sledile zgornjim za marsikoga šokantnim ugotovitvam) so pripeljali do različnih zaključkov in interpretacij. Še posebej nezmožnost strukturnih modelov zanesljivo napovedati kratkoročna gibanja deviznih tečajev kljub novim ekonometričnim tehnikam (uporaba modelov dinamičnih enačb, ocenjevanje časovno pogojene vrednosti parametrov, uporaba dinamičnih modelov korekcije napak) je pripeljala do zaključka, da na trgu tuje valute kratkoročno delujejo močne špekulativne sile, katerih delovanje klasični nabor makroekonomskih spremenljivk ni sposoben pojasniti[39] (Taylor, 1995, str. 30).

2.6 Modeli kaosa

Čeprav so rezultati analize Meese in Rogoffa dejansko pokopali uporabo premoženjskih modelov plačilne bilance za namene razlage kratkoročnega gibanja deviznih tečajev, kaj šele za njihovo napovedovanje, je model novih informacij ostal trdnjava zagovornikov racionalnih pričakovanj. Kljub močni želji mnogih teoretikov, da bi razvili zanesljiv model, po katerem bi bilo možno napovedati devizne tečaje brez razrahlanja te ključne predpostavke, pa je rastoč obseg novejših analiz dokazoval ravno nasprotno. Namreč vedno pogostejša izrazita nihanja deviznih tečajev – in sicer tudi zelo kratkoročna (meddnevna) – ter njihova hitra razširitev na druge trge so tem teoretikom predstavljala nerazrešljiv problem, saj je bilo na podlagi racionalnosti in homogenosti (v pričakovanjih) investitorjev težko razložiti, kako lahko nove informacije o glavnih makroekonomskih spremenljivkah (*fundamentals*)[40] tako drastično spremenijo bodisi pričakovanja bodisi višino premije za tveganje (Isard, 1995, str. 180).

Odmik od racionalnih (in homogenih) pričakovanj so utemeljevali z dejstvom (katerega pomena so se začeli zavedati relativno pozno), da na trgu tuje valute poleg temeljne analize, to je analize gibanja deviznih tečajev s pomočjo glavnih makroekonomskih spremenljivk (*fundamental analysis*), že dolgo vrsto let obstaja tudi analiza gibanja tečajev s še daljšo tradicijo, ki bazira zgolj na preteklih tečajih in se na ostale spremenljivke, ki bi utegnile vplivati na tečaj, ne ozira. Tej analizi pravimo tudi tehnična analiza (*technical analysis*)[41].

---

[39] Namreč številne študije so pokazale več kot očitno dejstvo, da je bila nestanovitnost pri nominalnih deviznih tečajih (v obdobju sistema fleksibilnih tečajev) mnogo višja kot npr. pri drugih pomembnih makroekonomskih spremenljivkah, kot so ponudba denarja, domači proizvod in splošna raven cen, kar je lahko eden izmed razlogov ne samo za zavrnitev premoženjskih modelov plačilna bilance, temveč tudi modela novih informacij.

[40] Spomnimo se, da je v skladu z modelom novih informacij nepričakovana sprememba deviznega tečaja posledica novih informacij.

[41] Analiza grafov kot ena izmed metod tehnične analize se je široko uporabljala že pred stoletji, in sicer na Japonskem na trgu riža, in prav tako na Nizozemskem, na trgu tulipanovih čebulic.

Bistvena značilnost tehnične analize je v tem, da vidi v ceni (in zgolj ceni) poosebitev vseh vidikov, ki jih ima trg v določenem trenutku o določeni naložbi (v našem primeru tuji valuti). V ceni so tako združeni ekonomski, neekoomski, racionalni, neracionalni vidiki o tej naložbi, tudi vidik združevanja ponudbe in povpraševanja. Če je trg učinkovit, se bodo v ceni tuje valute (deviznem tečaju) takoj odrazile vse znane informacije, in s tem tudi informacije o glavnih makroekonomskih spremenljivkah[42]. Pomen tehnične analize sta odkrila Allen in Taylor (1992, str. 49-59) v raziskavi uporabe metod napovedovanja deviznih tečajev na londonskem trgu tuje valute. Z anketo sta ugotovila, da na najkrajšem koncu časovnega horizonta (znotraj dneva do enega tedna) 90% trgovcev uporablja neko obliko tehnične analize, kar 60% pa jo obravnava kot vsaj tako pomembno kot je temeljna analiza. Z daljšanjem časovnega horizonta (1 – 12 mesecev) se uporaba slednje močno poveča, in na daljšem koncu časovnega horizonta (nad eno leto) kar 30% trgovcev uporablja zgolj temeljno analizo. Na dolgi rok ji 85% vprašanih tudi pripisuje večji pomen kot tehnični analizi. Sicer pa velika večina trgovcev (92%) obe analizi vidi kot komplementarni.

V isti raziskavi sta avtorja odkrila sledeče zakonitosti, ki naj bi veljale[43] za trgovce, ki uporabljajo tehnično analizo, kot skupino: (i) trgovci, ki uporabljajo tehnično analizo, običajno zgrešijo točko, pri kateri se smer gibanja deviznega tečaja obrne; (ii) napovedi deviznega tečaja se običajno zožajo v primeru, ko devizni tečaj sledi trendu; (iii) skladno s pričakovanji so 1-tedenske napovedi bolj natančne kot 4-tedenske; (iv) vsi trgovci (ki uporabljajo tehnično analizo) kot skupina v primeru naraščajočega gibanja napovejo premajhen dvig tečaja in obratno v primeru padajočega gibanja (premajhen padec), kar nakazuje povprečno vrednost »elastičnosti pričakovanj« pod 1; (v) trgovci, ki uporabljajo tehnično analizo, skupaj pravilno napovejo smer gibanja tečaja zgolj v 50% primerov (kar je ekvivalentno primeru, v katerem bi svoja pričakovanja oblikovali popolnoma slučajno). Omenjena avtorja sta razkrila tudi izrazito heterogenost napovedi prihodnjega deviznega tečaja, kljub vsemu pa nakazala na možnost, da so v smislu natančnosti napovedovanja določeni trgovci, ki uporabljajo tehnično analizo za kratkoročno napovedovanje, konsistentno boljši od večine drugih trgovcev, boljši od vseh trgovcev skupaj (merjeno skozi mediano napovedi) in včasih celo boljši od modela slučajnega gibanja (vendar avtorjema zaradi relativne majhnosti vzorca in relativne kratkoročnosti opazovanja omenjene ugotovitve ni uspelo v celoti potrditi).

Toda preden nadaljujemo razmišljanje o možnosti heterogenih pričakovanj na trgu tuje valute (kot posledica uporabe različnih metod napovedovanja oz. različnih informacij), je prav, da si

---

[42] Tu gre za paradoks: če trg v ceno dejansko takoj vključi vse nove informacije in eliminira kakršnekoli dobičke, potem trgovci nimajo nikakršne motivacije, da bi zbirali drage informacije; posledično tudi informacije pri oblikovanju cene sploh niso relevantne, saj si trgovci z njimi ne morejo pomagati. Rešitev paradoksa leži v besedi »takoj« – trg očitno potrebuje čas, da se cene prilagodijo, in v vmesnem obdobju informirani trgovci z dobičkom od trgovanja več kot pokrijejo stroške zbiranja informacij.

[43] Omenjene rezultate sta avtorja pridobila na podlagi ankete med trgovci, vendar je bil vzorec anketiranih relativno majhen (zgolj 5% populacije trgovcev).

glede na izredni pomen, ki ga ima tehnična analiza pri kratkoročnem napovedovanju gibanja deviznih tečajev, na tem mestu pogledamo, kaj (katere metode) tehnična analiza sploh obsega.

2.6.1 Tehnična analiza

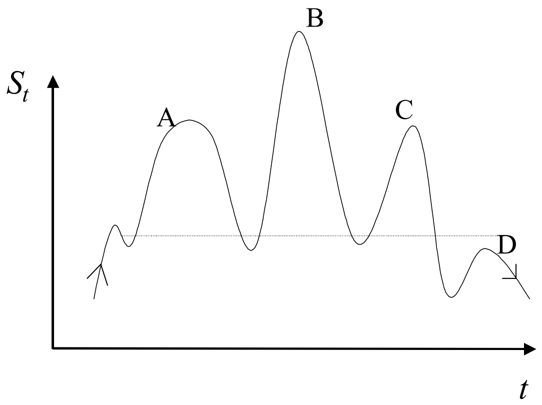
S tehnično analizo označujemo številne metode, katerih skupna lastnost je analiziranje preteklega gibanja cene (najpogosteje deviznega tečaja ali cene delnic) z namenom čim bolj natančno napovedati gibanje te cene tudi v prihodnosti. Namreč trg sestavlja množica trgovcev, profesionalcev, pozornih na nove informacije. Ti trgovci dnevno od jutra do večera trgujejo drug z drugim; rezultat tega početja pa je visokofekvenčna časovna vrsta deviznih tečajev, ki vsak trenutek vsebuje vse do takrat znane informacije, tako iz zunanjega sveta (vključujoč makroekonomske faktorje), kot tudi iz trga samega (kot so informacije o pričakovanjih trgovcev, tržni sentiment…). Lastnost, da vsebuje vse znane informacije, pa naredi to visokofrekvenčno časovno vrsto deviznih tečajev primerno za analizo. Predvsem naj bi analiza pomagala odkriti ponavljajoče se vzorce tako gibanja tečajev kot tudi obnašanja tržnih udeležencev. Ti vzorci pa imajo seveda precejšnjo napovedno moč (Feeny, 1989, str. 100).

V okviru številnih metod tehnične analize je najstarejša in najbolj poznana metoda analiza grafov, katere uporabniki (*chartists*) verjamejo, da je možno na podlagi visokofrekvenčnih podatkov grafično izolirati vzorce gibanja cen in jih kasneje uporabiti v svojih trgovalnih strategijah. V to skupino sodijo analiza linijskih (*line charts*) in začetno-končno-intervalnih grafikonov (*bar charts*, *candlesticks*). V skupino negrafičnih metod tehnične analize pa štejemo pravila filtrov (*filter rules*), drseče sredine (*moving averages*) in indekse zagona (*momentum indices*):

1. Analiza grafov

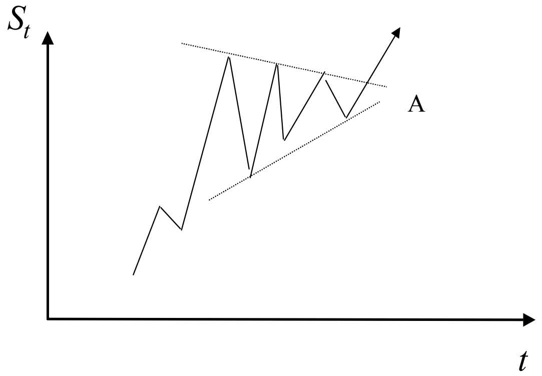
V skupino »klasičnih« vzorcev gibanja deviznih tečajev sodita vzorec glava-rame-obrat (*head and shoulders reversal pattern*) (*Slika 1*) in simetrični trikotnik (*symmetric triangle*) (*Slika 2*). V primeru vzorca glava-rame-obrat trgovec v točki D (vrh po zadnji »rami«) proda tujo valuto v upanju, da bo devizni tečaj padel, da jo bo kasneje lahko z dobičkom kupil nazaj. Nasprotno pri simetričnem trikotniku trgovec opazuje nihanja, ki konvergirajo k točki A. Večini trgovcev tako gibanje nakazuje možnost prihodnjega dviga, saj bo časovna vrsta deviznih tečajev ušla iz ožajočega trikotnika. Seveda pa je interpretacija tovrstnih vzorcev izredno subjektivna in variira od trgovca do trgovca.

Slika 1: Vzorec glava-rame-obrat



Vir: Feeny (1989, str. 144)

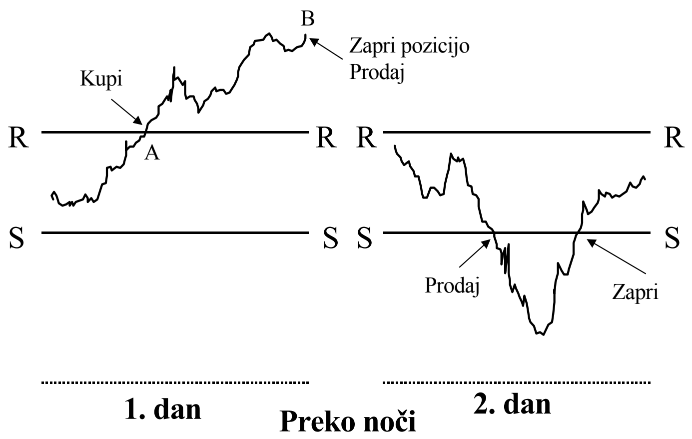
Slika 2: Simetrični trikotnik



Vir: Feeny (1989, str. 144)

Prav tako k analizi grafov sodi določanje podporne (*support level*) in odporne ravni (*resistance level*) (*Slika 3*). Prva predstavlja spodnjo mejo pasu gibanja deviznega tečaja, slednja pa zgornjo (kar pomeni, da je tečaj v zadnjem obdobju ni nikoli presegel, čeprav se ji je približal). Vloga teh ravni je predvsem pri napovedovanju obrata trenda – če se devizni tečaj trendno približuje odporni ravni (od spodaj, točka A) ali podporni ravni (od zgoraj), se pričakuje, da se bo devizni tečaj »odbil« in prekinil trend. V primeru, da pa devizni tečaj katero od obeh ravni »prebije«, potem se pričakuje njegova hitra nadaljnja rast (padec). Zato bi trgovalna strategija narekovala nakup tuje valute v primeru preboja odporne ravni oz. prodajo v primeru preboja podporne ravni.

Slika 3: Podporne in odporne ravni

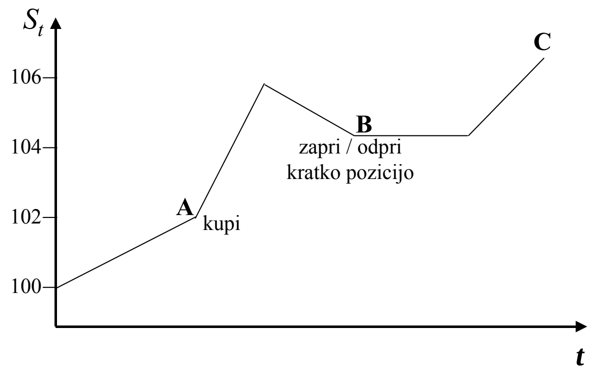


Vir: Cuthbertson in Nitzche (2001a, str. 528)

2. Negrafične metode tehnične analize

Pravila filtrov (*Slika 4*) predstavljajo trgovalno strategijo, pri kateri so nakupno-prodajne odločitve determinirane z gibanjem tečajev za določen odstotek nad svojo zadnjo najnižjo raven oz. pod svojo zadnjo najvišjo raven. Npr. če je predeterminirana potrebna spremembe deviznega tečaja enaka 2%, potem bo v točki A (S_1 = 102) devizni trgovec kupil tujo valuto, in jo v točki B (S_2 = 104) prodal (oz. zaprl začetno pozicijo). V točki B bo trgovec nadalje prodal valuto, in v prav tako v točki C ne bi samo zapiral pozicije (tokrat z izgubo), temveč bi si jo ponovno daljšal.

Slika 4: Pravila filtrov, x = 2%



Vir: Cuthbertson in Nitzche (2001a, str. 531)

Metoda drsečih sredin v okviru tehnične analize bazira na odnosu med »kratko« in »dolgo« drsečo sredino deviznih tečajev. Drseča sredina je tehtano povprečje preteklih vrednosti deviznega tečaja *S*, pri čemer so uteži lahko identične (in imamo navadne drseče sredine):

$$MA_t = \frac{1}{n}(S_t + S_{t-1} + \ldots + S_{t-n+1}) \tag{38}$$

ali padajoče (najbližje pretekle vrednosti tečaja dobijo najvišjo utež), kar dosežemo z eksponentnim tehtanjem:

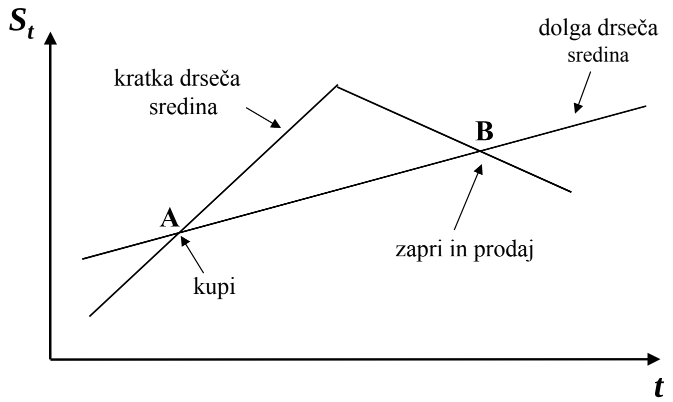
$$EWMA_t = \frac{S_t + \alpha S_{t-1} + \alpha^2 S_{t-2} ... + \alpha^{n-1} S_{t-n+1}}{1 + \alpha + \alpha^2 + ... + \alpha^{n-1}} = \frac{(1-\alpha)}{(1-\alpha^n)} \sum_{i=0}^{n-1} \alpha^i S_{t-i} \tag{39}$$

V primeru, da je $n = \infty$ in utež $\alpha < 0$, geometrijsko zaporedje v imenovalcu poenostavi (39) v:

$$EWMA_t = (1-\alpha) \sum_{i=0}^{\infty} \alpha^i S_{t-i} \tag{40}$$

Kot smo omenili, se pri metodi drsečih sredin za namene trgovanja gleda na odnos med »kratkimi« in »dolgimi« drsečimi sredinami. Tako bo trgovec najprej izračunal »kratko« drsečo sredino na podlagi zadnjih n_1 deviznih tečajev (npr. $n_1 = 5$), nato pa še »dolgo« drsečo sredino na podlagi n_2 ($n_2 = 15$) deviznih tečajev. Omenjene drseče sredine lahko izračuna z uporabo (38) ali (39), in jih pri nakupno-prodajnih odločitvah uporabi na sledeč način: Kupi tujo valuto, če »kratka« drseča sredina križa »dolgo« drsečo sredino od spodaj oz. prodaj tujo valuto, če »kratka« drseča sredina križa »dolgo« drsečo sredino od zgoraj (*Slika 5*).

Slika 5: Drseče sredine



Vir: Cuthbertson in Nitzche (2001a, str. 533)

Modeli zagona ponujajo merilo relativne sile oz. zagona gibanj deviznega tečaja »gor« ali »dol«. Z zagonom se meri relativna sprememba smeri deviznega tečaja, in sicer:

$$M_{t+1} = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} u_{it}}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_{it}} \quad \text{kjer je} \quad \begin{matrix} u_{it} = S_{t-i+1} - S_{t-i} & \text{če} \;\; S_{t-i+1} > S_{t-i} \\ d_{it} = \left| S_{t-i+1} - S_{t-i} \right| & \text{če} \;\; S_{t-i+1} < S_{t-i} \end{matrix}, \tag{41}$$

Enačba (41) ni nič drugega kot razmerje med povprečnim premikom »gor« in povprečnim absolutnim premikom »dol«. To razmerje se normalizira tako, da leži med 0 in 100, s sledečo enačbo:

$$RSI_t = 100 - \frac{100}{1 + M_t} \tag{42}$$

(42) imenujemo tudi indeks relativne moči (*relative strength index*, *RSI*), ki pa se pri strategijah trgovanja uporablja na sledeči način: npr. *RSI* = 70 predstavlja nedaven precejšen zagon gibanja tečaja navzgor, ki pa ne more trajati v nedogled, zato strategija narekuje krajšanje (odprodajo) pozicije. *RSI* tako implicira obrat deviznega tečaja – hitremu porastu tečaja bo v bližnji prihodnosti sledil padec.

3. Druge metode tehnične analize

Poznamo seveda še številne druge metode tehnične analize, ki so se razvile mnogo kasneje in doživele svoj razcvet z razvojem računalnikov – v to skupino sodi prepoznavanje trendov s preprosto linearno regresijo, prepoznavanje ciklov s pomočjo *Fourierjeve* analize ter *Box-Jenkins*-ovega avtoregresivnega modela napovedovanja, v okviru tehnične analize sta našli svoje mesto celo teorija kaosa in fraktalna geometrija (*fractal geometry*). Poleg različnih grafičnih in negrafičnih metod napovedovanja prihodnjega gibanja deviznih tečajev uporabniki tehnične analize le-te komplementirajo tudi z drugimi bolj kvalitativnimi indikatorji, ki niso osnovani na cenah. Npr. pred dokončno odločitvijo o nakupu/prodaji tuje valute trgovci ocenijo stanje t.i. sentimenta na trgu (ali trg ocenjuje stanje evropskega gospodarstva kot dobro in je posledično prihodnja apreciacija eura bolj verjetna). Prav tako ocenijo, ali je bila pretekla reakcija trga na določeno novo informacijo prekomerna (v smislu špekulativna), in je posledično stanje na trgu takšno, da imajo nekateri vzdrževalci trga v posamezni valuti predolge (*overbought*) oz. prekratke (*oversold*) pozicije, namesto da bi bili zaprti (*square*). Običajno trgovci vzporedno s tehnično analizo deviznih tečajev opravljajo tudi grafično analizo gibanja obrestnih mer, ali pa za namene napovedovanja cene določenega vrednostnega papirja (predvsem se ta metoda uporablja pri tehnični analizi delnic) uporabljajo tudi analizo delniških indeksov.

2.6.2 Neveljavnost racionalnosti pričakovanj za vse investitorje

Sedaj, ko smo naredili kratek pregled različnih metod tehnične analize, pa se vrnimo nazaj k obnašanju trgovcev na trgu tuje valute. Namreč to, kar sta Allen in Taylor ugotovila glede strukture uporabe različnih tehnik napovedovanja deviznih tečajev, je vodilo k zaključkom, da na trgu istočasno obstajata dve skupini trgovcev – prva skupina, ki uporablja temeljno analizo in prihodnje gibanje deviznih tečajev povezuje z racionalnimi pričakovanji glede gibanja makroekonomskih spremenljivk (t.i. *fundamentalists*), in druga skupina, ki uporablja tehnično analizo in prihodnje gibanje tečajev povezuje zgolj s preteklim gibanjem tečajev (*chartists*).

Prva skupina dominira vpliv na gibanje tečajev na dolgi rok in implicira vrnitev tečajev k svojemu dolgoročnemu ravnotežju, medtem ko kratkoročno (verjetno zaradi pomanjkanja novih informacij o pričakovanjih glede makroekonomskih spremenljivk in nenaklonjenosti tveganjem) na trgu dominira vpliv druge skupine, ki zaradi »črednega nagona« (*bandwagon expectations*) pri ekstrapoliranju preteklih gibanj deviznih tečajev na trg vnaša presežno volatilnost. Konsistentno s to analitično razlago je tudi regresijska analiza na podlagi ankete o pričakovanjih z različnim časovnim horizontom pokazala, da pričakovanja s horizontom do nekaj tednov običajno zgolj ekstrapolirajo preteklo gibanje tečajev, medtem ko pričakovanja s horizontom več mesecev kažejo na obrat obstoječega trenda.

Frankel in Froot (1990, str. 181 - 185) sta v svojem članku predstavila rezultate analize pričakovanj glede prihodnjih deviznih tečajev, in sicer sta ugotovila, da se kratkoročne napovedi gibanja deviznih tečajev oblikujejo na podlagi ekstrapolacije preteklih gibanj, medtem ko napovedi za daljše obdobje kažejo na vrnitev tečajev k svojemu dolgoročnemu ravnotežju, kot je npr. PPP (Frankel in Froot, 1990, str. 183). Zgornjo trditev sta dokazovala z rezultati regresijske analize[44], ki jih prikazujemo v *Tabeli 1*:

Tabela 1: Ocene parametrov ekstrapolacije

Časovni horizont	Ocena parametra ekstrapolacije	*t*- vrednost
1 teden	0,13	4,32*
4 tedni	0,08	1,60
3 meseci	– 0,08	– 2,98*
6 mesecev	– 0,17	– 4,98*
12 mesecev	– 0,33	– 5,59*

Opomba:
Parametri pričakovane spremembe glede na zadnjo dejansko spremembo ocenjeni z metodo OLS
** – značilno pri 99% stopnji zaupanja*

Vir: MMS International; okt. 1984 – jan. 1988
Economist; jun. 1981 – avg. 1988

Kot vidimo iz *Tabele 1*, so vsi regresijski koeficienti (ocene parametrov ekstrapolacije) – razen za obdobje štirih tednov – statistično značilni pri 99% stopnji zaupanja. Koeficiente lahko interpretiramo kot odgovor na vprašanje: »Kolikšna je mediana napovedi odstotne spremembe za vsak odstotek apreciacije dolarja v zadnjem tednu?«. Koeficient 0,13 za obdobje enega tedna pomeni dodatno 0,13 odstotno spremembo v isto smer. Pozitivni predznak regresijskega koeficienta za obdobji enega in štirih tednov tako kaže na ekstrapolacijo preteklega gibanja, pri čemer vpliv ekstrapolacije postopoma šibi, tako da

44 Podatke za regresijsko analizo so pridobili na podlagi ankete med trgovci.

negativni predznaki za obdobja 3 mesece in več že kažejo na obrat trenutnega gibanja in vračanje k bolj dolgoročnemu ravnotežju.

Vse te ugotovitve, da trgovci za napovedovanje ne samo uporabljajo različne metode, temveč tudi različne informacije, jasno oporekajo tradicionalni predpostavki (zajeti v temeljni analizi), po kateri imajo vsi tržni udeleženci racionalna pričakovanja, in da so ta pričakovanja homogena (oz. da se agregatno pričakovanje trga lahko predstavi z enotnim optimizacijskim modelom reprezentativnega investitorja). Alternativna razlaga bi torej bila, da imamo na trgu heterogena pričakovanja, ki se oblikujejo na podlagi različnih tehnik napovedovanja in na podlagi različnih naborov informacij. Modeliranje deviznih tečajev v teh okoliščinah pa zahteva pristop, ki je drugačen od dosedanjega.

2.6.3 Preprost model kaosa

Kaos v našem kontekstu pomeni, da časovno vrsto podatkov, ki jo generira kaotični model[45], lahko napovemo oz. ekstrapoliramo samo za določeno omejeno obdobje. DeGrauwe *et al.* označi kaotični sistem kot tisti sistem, ki je občutljiv na nabor začetnih pogojev (*set of initial conditions*) in vzdolž svojega razvoja izraža navidezno slučajnost oz. nepravilnost. Toda pod pogojem, da tak kaotični model prepoznamo ter ga (njegove parametre) skupaj z naborom začetnih pogojev z dovolj visoko mero natančnosti ocenimo, potem ga lahko s precejšnjo zanesljivostjo lahko uporabimo za kratkoročno napovedovanje (DeGrauwe *et al.*, 1993, str. 7 in 92).

DeGrauwe *et al.* začne razvoj preprostega modela kaosa s predpostavko, da imamo na trgu tuje valute udeležence s heterogenimi pričakovanji (in različnimi nabori informacij). Razvoj modela začnemo z osnovno enačbo deviznega tečaja (DeGrauwe *et al.*, 1993, str. 73):

$$S_t = X_t E_t (S_{t+1})^b \qquad (43)$$

kjer velike črke označujejo absolutne vrednosti spremenljivk. X_t je zapis strukturnega modela skupaj z eksogenimi spremenljivkami, ki vplivajo na višino deviznega tečaja S_t v času t. $E_t(S_{t+1})$ so današnja pričakovanja o deviznem tečaju v naslednjem obdobju, b pa je diskontni faktor, ki ga investitorji uporabljajo za namene diskontiranja prihodnje pričakovane višine deviznega tečaja ($0 < b < 1$).

Na trgu imamo dve skupini investitorjev: prve, ki uporabljajo analizo na podlagi makroekonomskih spremenljivk (*fundamentalists*) in druge, ki uporabljajo grafične metode tehnične analize (*chartists*). Slednji uporabljajo preteklo gibanje tečajev in ga ekstrapolirajo v prihodnost. To pomeni, da ne uporabljajo informacij vključenih v model deviznega tečaja, pač

[45] Kaotični model ima nekaj generičnih lastnosti, ki jih lahko uporabimo pod pogojem, da ta kaotični model odkrijemo.

pa pri svojih napovedih uporabljajo indikatorje tržnega sentimenta in le-te ekstrapolirajo v prihodnost, s čimer v model vnašajo dodatno nestabilnost. Nasprotno prva skupina investitorjev izračunava ravnovesni devizni tečaj v skladu s strukturnim modelom deviznega tečaja, in pričakuje, da se bo devizni tečaj približal tej svoji izračunani ravnovesni vrednosti. Pričakuje, da se bo dejanski devizni tečaj v primeru preseganja svoje ravnovesne vrednosti znižal (in obratno). Ta regresivna pričakovanja pa v model vnašajo stabilnost.

Pričakovana sprememba deviznega tečaja torej sestoji iz dveh napovedi, napovedi prve in napovedi druge skupine. Izračunamo jo kot tehtano sredino:

$$E_t(S_{t+1})/S_t = \left[E_{ct}(S_{t+1})/S_t\right]^{m_t}\left[E_{ft}(S_{t+1})/S_t\right]^{1-m_t} \tag{44}$$

kjer je $E_t(S_{t+1})$ napoved deviznega tečaja v času t za čas $(t + 1)$ s strani celotnega trga; $E_{ct}(S_{t+1})$ in $E_{ft}(S_{t+1})$ so napovedi obeh skupin in m_t ter $(1 - m_t)$ ustrezne uteži. Eksponentno tehtanje v (44) v model vnaša zelo pomembno nelinearnost.

Nadalje predpostavimo, da uporabniki tehnične analize svojo napoved izračunajo s pomočjo ekstrapolacije z univariatnim modelom časovnih vrst:

$$E_{ct}(S_{t+1})/S_t = f(S_{t-1},...,S_{t-n}) \tag{45}$$

(45) je splošni zapis različnih modelov, ki so v uporabi pri tehnični analizi. Kot smo videli zgoraj, obstaja več metod tehnične analize, prav tako pa se pri tehnični analizi uporabljajo tudi bolj zapleteni modeli, tudi kvalitativni, o čemer pa tu ne bo govora.

Nasprotno se pri analizi deviznega tečaja s pomočjo makroekonomskih spremenljivk izračuna ravnotežna vrednost deviznega tečaja (S_t*). S_t* se izračuna na podlagi danih vrednosti eksogenih makroekonomskih spremenljivk v X, ki veljajo danes in za katere se pričakuje, da bodo veljale tudi v prihodnosti. Ta skupina investitorjev nadalje pričakuje, da se bo dejanski devizni tečaj vrnil k svoji ravnovesni vrednosti S* s hitrostjo α v naslednjem obdobju (če je devizni tečaj danes v neravnovesju):

$$E_{ft}(S_{t+1})/S_t = (S_{t-1}{*}/S_{t-1})^{\alpha} \tag{46}$$

Ostane nam samo še določitev uteži, ki jo pripisujemo vsaki od teh skupin. Če ima skupina, ki uporablja temeljno analizo heterogena pričakovanja (predpostavka), in katerih napake napovedi so normalno porazdeljene okrog prave ravnovesne vrednosti deviznega tečaja S_{t-1}*, potem je utež, ki jo pripisujemo tej skupini, funkcija deviacije dejanskega tečaja od ravnovesnega tečaja, in sicer:

$$m_t = \frac{1}{1+\beta(S_{t-1} - S_{t-1}*)^2} \tag{47}$$

Kajti če je današnji tečaj enak ravnovesnemu, potem polovica investitorjev v tej skupini oceni tečaj prenizko, polovica pa previsoko, v agregatu pa z njihove strani ni vpliva na pričakovanja. Na zunaj bi model izgledal, kot da ga determinira samo skupina, ki uporablja tehnično analizo, in m_t (utež, ki pripada skupini s tehnično analizo) bi bila 1.

Parameter β pa ni pomemben samo zaradi določitve hitrosti, s katero se manjša pomen investitorjev, ki uporabljajo tehnično analizo, temveč meri tudi razpršitev ocene ravnovesne vrednosti tečaja s strani investitorjev, ki uporabljajo temeljno analizo. Namreč visoka β predstavlja stabilen trg, v katerem celotna skupina teh investitorjev izračunava zelo natančno ravnovesno vrednost deviznega tečaja. Posledično na stabilnem trgu že zelo majhna odstopanja deviznega tečaja od svoje ravnovesne vrednosti hitro dvignejo pomen te skupine. Nasprotno velja za nizko β, ki predstavlja turbulenten trg s široko razpršenimi ocenami ravnovesnega tečaja. V tem primeru odstopanje od ravnovesne vrednosti povzroči le skromno reakcijo te skupine investitorjev, in njihova utež pri napovedovanju deviznega tečaja bo skromna.

Če zgoraj zapisane enačbe (43) – (46) združimo, dobimo preprost model kaosa:

$$S_t = \left[S_t f(S_{t-1},\ldots,S_{t-n})^{m_t} (S_{t-1}*/S_{t-1})^{\alpha(1-m_t)}\right]^b \tag{49}$$

$$m_t = \frac{1}{1+\beta(S_{t-1} - S_{t-1}*)^2} \tag{47}$$

Zgoraj zapisani nelinearni dinamični model kljub svoji preprosti obliki omogoča generiranje zapletenega zaporedja navidezno slučajnih dvigov in padcev deviznih tečajev, in to brez vključitve novih informacij kot pojasnjevalne spremenljivke (ki bi v skladu z modelom novih informacij edino lahko pojasnile tako nepredvidljiva gibanja). Tako je DeGrauwe *et al*. razvil model, ki je konsistenten z realnostjo, v kateri pogosto prihaja do precejšnjih sprememb višine deviznih tečajev kljub odsotnosti pomembnejših novih informacij. V modelu kaosa je namreč večina gibanja deviznega tečaja posledica interne špekulativne dinamike. Vse to pa seveda še zdaleč ne pomeni, da nove informacije niso pomembne: podobno kot v realnosti, kjer obstajajo obdobja, ko so nove informacije glavni generator sprememb deviznih tečajev, imajo tudi v (49) novice oz. zunanji šoki, pa čeprav zgolj začasne narave, pomembne in daljnosežne posledice na prihodnje gibanje deviznih tečajev.

2.6.4 Rezultati testiranja modela kaosa

DeGrauwe *et al*. je v svoji analizi seveda uporabil mnogo bolj kompleksen model od tistega v (49), v želji, da bi bil model čim boljši približek realnosti. Brez spuščanja v detajle bi na tem mestu zgolj povzeli glavne ugotovitve. DeGrauwe *et al*. je razvil model kaosa, v katerem so postavili omejitve parametrov na način, ki je zelo podoben monetarnemu modelu z lepljivimi cenami: velja ravnotežje na denarnem trgu, trgu dobrin in dela ter na trgu obveznic. Prav tako velja, da PPP velja na dolgi rok, ne pa tudi na kratki rok, pričakovano spremembo deviznega tečaja za trg kot celoto pa determinira UIP. S tako postavljenim modelom so simulirali časovno vrsto deviznih tečajev, in na podlagi analize slednje prišli do sledečih ugotovitev (DeGrauwe *et al*., 1993, str. 149 – 163):

1. Simulirana časovna vrsta zelo dobro posnema časovno vrsto dejanskih deviznih tečajev v tem, da je dober približek slučajnega gibanja (DF-test ne more zavrniti hipoteze, da je ρ v (8) enaka 1). To pomeni, da lahko z determinističnim nelinearnim modelom generiramo časovno vrsto podatkov, ki izgleda kot stohastični proces z enotnim korenom (*unit root*)[46], in se s tem zelo približamo lastnosti dejanskih časovnih vrst deviznih tečajev.

2. Model je med drugim temeljil na predpostavki o veljavnosti UIP (ni premije za tveganje), vendar zgolj za trg kot celoto. To pomeni, da skupina, ki uporablja temeljno analizo in za katero veljajo racionalna pričakovanja, ne dela sistematičnih napak pri napovedovanju. Nasprotno skupina, ki uporablja tehnično analizo, zgolj ekstrapolira pretekla gibanja v skladu z nelinearno funkcijo preteklih deviznih tečajev $f(S_{t-1},...,S_{t-n})$. Ko je DeGrauwe *et al*. vzel simulirane vrednosti diferenciala obrestnih mer kot merilo za terminsko premijo/diskont (FP_{t-1}) in ocenil regresijsko enačbo:

   $$\Delta \ln S_t = a + bFP_{t-1} + \varepsilon_t \tag{50}$$

   kjer je $\Delta \ln S_t$ sprememba logaritmirane vrednosti z modelom simulirane časovne vrste deviznega tečaja, je ugotovil, da je $b < 0$ (terminska premija/diskont pristransko napove prihodnjo spremembo deviznega tečaja – t.j. v povprečju v narobno smer), kar je prav tako konsistentno z rezultati analiz dejanskih deviznih tečajev. DeGrauwe *et al.* negativnost b razlaga z vplivom skupine, ki uporablja tehnično analizo: ko ob lepljivih cenah zaradi zmanjšane ponudbe denarja domače obrestne mere narastejo, pride do priliva kapitala in domača valuta apreciira (devizni tečaj pade, ker imamo direktno kotacijo). Ekstrapolacija tega gibanja v prihodnost pripelje do pričakovanj o prihodnji apreciaciji (padanju tečaja), medtem ko njegova terminska premija ob višjih domačih obrestnih merah naraste. Posledično je v (50) $b < 0$.

3. V omenjenem modelu pa so ocenjevali tudi vpliv novih informacij (oz. šokov na makroekonomske spremenljivke) na devizni tečaj. Konkretno so generirali časovno vrsto ponudbe denarja kot slučajno gibanje, kjer naj bi slučajni odklon predstavljal te nove informacije (šoke). Ponudba denarja je bila tudi edina eksogena spremenljivka, ki so jo uporabili pri simulaciji časovne vrste deviznega tečaja. Iz analize gibanja ponudbe denarja

[46] Drugo ime za slučajno gibanje.

in deviznega tečaja so ugotovili, da se na dolgi rok (1000 opazovanj) z modelom simulirani devizni tečaj giblje v odvisnosti od ponudbe denarja (torej skladno z gibanjem ene izmed pomembnih makroekonomskih spremenljivk, ki jih najdemo v strukturnih modelih deviznega tečaja), in sicer:

$$\underset{(0,5)}{S_t = 0{,}02} + \underset{(32,8)}{0{,}99 M_t}\text{[47]} \tag{51}$$

Ko pa so obdobje 1000 opazovanj skrčili na podobdobja s 50 opazovanji, je povezava med M_t in S_t oslabela in variira od obdobja do obdobja (spreminjajoč regresijski koeficient pri M_t). Prav tako je bilo ugotovljeno, da je podobno kot v primeru časovne vrste deviznih tečajev iz realnosti tudi variabilnost simuliranih deviznih tečajev mnogo večja od variabilnosti ponudbe denarja. Podobno kot Meese in Rogoff (1983) so nato ocenili sposobnost modela napovedati prihodnje kratkoročno gibanje deviznega tečaja s pomočjo kazalnika RMSE. Ugotovili so, da na kratki rok glavne makroekonomske spremenljivke – v tem primeru M_t – slabo napovedujejo prihodnje gibanje deviznih tečajev (četudi v model vključimo *ex post* realizirane vrednosti teh spremenljivk). Celo slučajno gibanje, katerega input je zgolj pretekla vrednost deviznega tečaja, drugih informacij v zvezi z makroekonomskimi spremenljivkami (M_t) in načinu njihovega vpliva preko zapletenih funkcijskih zvez na devizni tečaj pa sploh ne upošteva, je imel kazalnik RMSE boljši (nižji) kot kaotični model od DeGrauwe *et al.*

Zgornje ugotovitve glede lastnosti s kaotičnim modelom simuliranih časovnih vrst deviznih tečajev ustrezajo rezultatom Meese in Rogoffa (1983), da kratkoročno napovedovanje s pomočjo strukturnih modelov glavnih makroekonomskih spremenljivk ni zanesljivo (oz. da bodo imele spremembe makroekonomskih spremenljivk popolnoma nepredvidljiv vpliv na višino deviznih tečajev), medtem ko na dolgi rok lahko govorimo o značilnih povezavah med višino deviznih tečajev in višino glavnih makroekonomskih spremenljivk (npr. v skladu s PPP).

2.6.5 Problemi uporabe modelov kaosa

V predhodnem delu smo ugotovili, da bi modeli kaosa glede na svojo sposobnost posnemati realistične značilnosti gibanja deviznih tečajev (točke od 1-3) lahko ponudili alternativno smer pri razvoju novih modelov deviznega tečaja. Toda razvoj teh modelov je šele na svojem začetku, in potrebno bo še mnogo dela, preden bomo lahko s zapisom funkcijske oblike modela kaosa aproksimirali realnost. Zaenkrat ostaja velik problem, kako sploh dokazati kaotično obnašanje deviznih tečajev v realnosti. Obstajajo testi, s katerimi se sicer da odkriti kaotično obnašanje, toda problem je v tem, da ti testi zahtevajo veliko količino podatkov,

[47] Števila v oklepajih so vrednosti *t*-statistike. Kot vidimo, je regresijski koeficient pri ponudbi denarja visoko statistično značilen in skladen z ekonomsko teorijo, saj 1% porast količine denarja v obtoku vodi k 1% depreciaciji deviznega tečaja.

preden lahko dajo nedvoumne in jasne rezultate. Vendar kot smo ugotovili že na samem začetku tega poglavja, bo potrebno tudi potem, ko bo kaotično obnašanje (nekaterih) deviznih tečajev v realnosti dokazano, za namene kratkoročnega napovedovanja le-teh kaotični model prepoznati ter njegove parametre skupaj z naborom začetnih pogojev natančno oceniti[48], kar pa nikakor ne bo lahka naloga.

2.7 Kako zanesljivi so torej modeli deviznega tečaja

Prvi del magistrske naloge, posvečen modelom deviznega tečaja, povzemamo z nekaj zaključujočimi mislimi: določen uspeh, ki so ga imeli raziskovalci pri pojasnjevanju dolgoročnega gibanja deviznih tečajev s pomočjo glavnih makroekonomskih spremenljivk, nakazuje smer možnega prihodnjega razvoja modelov deviznih tečajev, in sicer s poudarkom na dolgoročnih determinantah gibanja deviznih tečajev. Poskusi, da bi gibanje deviznih tečajev tudi na kratki rok dovolj natančno napovedali zgolj na podlagi temeljne analize, pa so zaenkrat bolj kot ne spodleteli. To je tudi razlog, da modele gibanja deviznega tečaja s poudarkom na makroekonomskih zakonitostih vedno bolj zamenjujejo modeli s področja mikrostrukture deviznega trga (kot so modeliranje premije za tveganje, modeliranje nakupno-prodajnih razmikov deviznega tečaja, obnašanja udeležencev trga itd.). Makroekonomske determinante gibanja deviznega tečaja, naj bo to ponudba denarja, obrestne mere, inflacija ali domači proizvod, so vsekakor pomembni dejavniki, ki določajo pas, znotraj katerega naj bi se s precejšnjo verjetnostjo devizni tečaj kratkoročno gibal. Toda zgolj ti dejavniki so premalo, da bi lahko to gibanje bolj natančno napovedali z dovolj visoko mero zanesljivosti. Ker se gibanja deviznih tečajev skoraj ne da ločiti od slučajnega gibanja, in je posledično najboljša napoved jutrišnjega tečaja kar današnji tečaj, niti ne preseneča, da je praksa na trgu tuje valute uporaba tehnične analize (na kratki rok) z upoštevanjem makroekonomskih determinant (na dolgi rok).

Ugotovitve tega poglavja nosijo zelo pomembne implikacije tako iz makro- kot tudi mikroekonomskega vidika: ker je devizni tečaj v odprtem gospodarstvu zelo pomemben dejavnik inflacije, prav tako pa volatilnost nominalnih deviznih tečajev zaradi lepljivih cen in plač povzroča volatilnost realnih deviznih tečajev, ki spreminja konkurenčnost gospodarstva in posledično tudi zaposlenost in domači proizvod, ni nobena država pripravljena oblikovanje deviznega tečaja v celoti prepustiti trgu. Še več, ker je presežna volatilnost deviznih tečajev nezaželena, saj vodi k družbenoekonomsko škodljivim posledicam, so se mnoge države zavezale k sodelovanju pri interveniranju na trgu tuje valute, nekatere od njih pa so šle celo korak dlje in oblikovale denarno unijo. Ni pa volatilnost deviznih tečajev nezaželena samo iz makroekonomskega vidika – glede na to, da povzroča valutno tveganje, mnogi gospodarski subjekti pa tega tveganja niso pripravljeni nositi, niti ne preseneča, da je po razpadu Bretton-Woodskega sistema fiksnih tečajev prišlo do razcveta izvedenih finančnih instrumentov, s

48 Kaotični modeli so namreč izredno občutljivi na nabor začetnih pogojev in svojo parametrizacijo; kar pomeni, da že majhne nenatančnosti lahko generirajo velikanske spremembe v napovedi prihodnjega gibanja.

katerimi se je mogoče zavarovati pred neugodnim gibanjem deviznih tečajev. Vzporedno z razvojem množice izvedenih instrumentov, rastjo obsega mednarodne menjave in širjenjem prepletenosti mednarodnih finančnih trgov, se je razvila tudi skupina (običajno) bančnih institucij, ki so to nevarnost izkoristile kot priložnost in prevzemanje valutnega tveganja razvile v komercialno dejavnost. Vendar pa je to že predmet naslednjega poglavja.

3. TRG TUJE VALUTE IN NJEGOVI INSTRUMENTI

Poglavje začenjamo s kratkim uvodnim delom, v katerem bo predstavljen razvoj trga tuje valute iz zgodovinske in institucionalne perspektive. Namen tega dela ni zgolj osvetliti razvojno pot danes največjega finančnega trga na svetu, temveč predvsem pokazati, zakaj je ta trg danes takšen, kot je. Sicer pa bo največja pozornost v tem osrednjem delu magistrske naloge posvečena različnim instrumentom trga tuje valute: v prva polovica bo namenjena trgovanju s tujo valuto na promptnem trgu, druga polovica pa bo namenjena izvedenim finančnim instrumentom na tujo valuto, ki so se, kot smo že omenili, razvili predvsem zato, da so končne uporabnike lahko zavarovali pred nepredvidljivim gibanjem deviznih tečajev. Nadalje bomo pokazali, da banke na trgu tuje valute dominirajo (in to tako na promptnem trgu tuje valute kot tudi na trgu izvedenih finančnih instrumentov) iz profitnega motiva: banke se na trgu pojavljajo tako kot trgovci za svoj račun kot tudi posredniki za račun stranke. Pregled merjenja in obvladovanja valutnega tveganja, ki bankam kljub neverjetnemu obsegu trgovanja s tako tveganimi oblikami instrumentov, kot so tuja valuta in izvedeni finančni instrumenti, še vedno omogoča primat na tem trgu, pa bo predmet 4. poglavja magistrske naloge.

3.1 Promptni trg tuje valute

V nadaljevanju predstavljamo glavne karakteristike promptnega trga tuje valute s poudarkom na udeležencih in načinu (gledano tako s praktičnega kot tudi teoretičnega vidika) trgovanja s tujo valuto.

3.1.1 Zgodovinski razvoj promptnega trga tuje valute

Trg, kjer se je izmenjevalo številne oblike denarja[49] različnih dežel, med katerimi ima predvsem trg za menjavo zlatnikov in srebrnikov še posebej dolgo zgodovino, je ena prvih oblik trga tuje valute. Z razvojem manufakturne proizvodnje, uvajanjem papirnatega denarja in vedno hitrejšo rastjo mednarodne menjave se je širil tudi pomen trga tuje valute. Večja

[49] Kot denar tu razumemo vsako blago, ki ima vsaj sledeči dve funkciji: (i) funkcija splošnega ekvivalenta ali mere vrednosti (vse blago se lahko izrazi z uporabno vrednostjo ene same vrste blaga) in (ii) funkcija splošnega menjalnega posrednika (Ribnikar, 1997, str. 29).

uporaba papirnatega denarja[50] in razvoj menice kot plačilnega sredstva, ki je hkrati z razvojem domačega bančništva omogočila vzporeden razvoj mednarodnega bančništva, sta bila eden izmed razlogov za hiter razmah mednarodnega trgovanja. Predvsem zaradi pomena, ki ga je imela menica v zgodnjem obdobju mednarodnih plačil, tudi ne preseneča, da beseda devizni tečaj (*foreign exchange*, *Wechselkurs*) izvira ravno iz besede menica (*bill of exchange*, *Wechsel*) (Ribnikar, 1998, str. 76). Namreč za trgovce iz različnih dežel, ki so svoje blago prodajali na številnih sejmih širom po Evropi, sedaj ni bilo več potrebno tovoriti velikih količin plemenitih kovin (kar ni bilo ne praktično ne varno), temveč je zadostovalo, da podpišejo menico, s katero se je opravilo nakazilo (oz. prenos lastništva zlata na računu pri banki) od kupca na prodajalca. Menice so se glasile na banke iz enega izmed trgovskih centrov (ki so kasneje postali tudi finančni centri) in se niso obrestovale (kar je bilo prepovedano s strani Cerkve). Menica je bila izplačana prinosniku v obliki zlata ali srebra, ki je bil shranjen (položen) pri tisti banki, na katero se je menica glasila. Toda ker se je večina menic glasila na banke, locirane v mestu, kjer se je odvijala mednarodna trgovina (sejmi), tuji trgovci pa niso želeli potovati nazaj domov z zlatom (izplačanim iz lokalne banke na podlagi menice), se je posledično hitro razvil sekundarni trg menic, kjer so trgovci z menicami odkupovali[51] menice lokalnih bank v zameno za menice tujih bank (in obratno). Seveda pa je tak sistem zahteval, da je imel vsak finančni center približno izravnan saldo trgovinske bilance z vsakim od drugih finančnih centrov. Ker trgovci z menicami niso bili pripravljeni v nedogled akumulirati terjatev do centrov s primanjkljajem v trgovinski bilanci, so posledično vsako dodatno menico odkupili po nižji ceni. Tako so se tečaji menic odzivali na saldo trgovinske bilance – presežek v menjavi z ostalim svetom je vodil k relativnemu dvigu vrednosti domačih menic (saj so za isti znesek domače menice dobili več tuje menice), in obratno. Seveda je bilo menico vedno mogoče zamenjati v zlato pri banki, na katero se je glasila, vendar je bilo zato potrebno računati s stroški in tveganji transporta tega zlata domov.

V zadnjih desetletjih so bile institucionalne karakteristike trga tuje valute močno pod vplivom transformacije načina poravnave poslov, in uporaba papirnih instrumentov je z uvedbo telekomunikacijskih in računalniških sistemov sčasoma zamrla. Namesto njih se danes mednarodna plačila izpeljejo hitro in poceni s transferjem sredstev med računi bank s pomočjo elektronskih sporočil. Poslovne banke so namreč podobno vlogo, kot jo imajo v domačem plačilnem prometu, pridobile tudi pri organizaciji mednarodnih plačil in z njimi povezano menjavo tuje valute. V nasprotju s turističnimi transakcijami, ki običajno vključujejo gotovino, se večji obseg menjave domače valute v tujo zamenja pri domači poslovni banki, in sicer se stranki (podjetju) na računu najprej poveča saldo v tuji valuti in

[50] Papirnati denar se je razvil, ko so ljudje v plačilo namesto zlatnikov začeli sprejemati tudi potrdila zlatarjev (*goldsmith's notes* – potrdilo, s katerim ima zlatar obveznost izplačati prinosniku zlato tiste količine in kakovosti, kot je na potrdilu zapisano).

[51] Privlačnost menice je bila tudi v tem, da je omogočala menično kreditiranje, pri katerem je upnik lahko prikril, da dobiva obresti – namesto da bi se diskontirala (in bi bilo tako očitno, da gre za obresti), se je preprosto prodala.

zniža saldo v domači valuti[52]. Mednarodno plačilo se nato izvrši na podlagi pozitivnega stanja v tuji valuti, pri čemer poslovne banke sodelujejo s svojimi tujimi korespondenčnimi bankami v enem izmed mnogih finančnih centrov. Poslovni banki se ob nakazilu v tujino zniža stanje na t.i. *nostro* računu pri korespondenčni banki, ki omenjeno devizno nakazilo izvrši znotraj svojega domačega plačilnega prometa za račun komitenta domače banke. Večina mednarodnih transakcij, ki jih banke danes opravijo za svoje komitente, je povezanih bodisi z mednarodno trgovino bodisi z investiranjem v tujini.

Za banke, ki opravljajo menjavo ene valute za drugo valuto (bodisi za svoj račun ali za račun komitentov oz. korespondenčnih bank), pravimo, da trgujejo s tujo valuto[53]. Ne glede na strategijo trgovanja mora banka tujo valuto kupiti/prodati na trgu tuje valute, in sicer preko enega izmed aktivnih *dealerjev* (poslovnih bank, ki so zelo aktivne na področju trgovanja s tujo valuto) oz. vzdrževalcev trga[54] ali pa posrednikov. Pri direktnem trgovanju z *dealerjem* oz. vzdrževalcem trga bo banka sicer izpeljala posel, vendar ne nujno po najugodnejšem tečaju. Zato se včasih splača plačati posredniško provizijo, saj posredniki zbirajo podatke o najvišjih nakupnih in najnižjih prodajnih tečajih[55] številnih udeležencev trga, prav tako pa so specializirani za to, da poiščejo in združijo kupce in prodajalce. Poleg omenjenih udeležencev pa so na deviznem trgu aktivne tudi centralne banke, številne finančne institucije (zavarovalnice, borznoposredniške hiše, družbe za upravljanje skladov in premoženja), javna in nefinančna podjetja. Kot smo omenili, je večina poslov s tujo valuto, ki jih banke opravijo s svojimi (predvsem nefinančnimi) komitenti, posledica mednarodne trgovine ali investiranja v tujini. Presenetljivo pa je dejstvo, da obseg poslov, ki jih banke opravijo z nefinančnimi

---

52 Večvalutni računi so bili v Sloveniji uvedeni šele z reformo plačilnega prometa.

53 Udeležence trga glede na pomen, ki ga imajo na trgu, delimo na (povzeto po Risk Management Guidelines for derivatives, BIS, 1994):

- *dealer*, ki trguje v svojem imenu za tuj račun – kupuje na eni strani in prodaja valuto na drugi strani, s tem opravlja storitev za komitenta in pobira razliko med kotacijami; občasno si tudi odpira pozicije v upanju, da se bo tečaj gibal v željeno smer;
- posrednik (*broker*) – posreduje tečaje in sklepa posle v tujem imenu in za tuj račun. Zaračuna provizijo (*fee*) in ne prevzema tveganj;
- vzdrževalec trga (*market-maker*) – skrbi za likvidnost trga in vedno, ne vedoč, ali hoče druga oseba kupiti ali prodati, pove nakupni in prodajni tečaj, katerega se mora tudi držati;
- trgovec v svojem imenu in za svoj račun (*proprietary trader*) – zaslužiti poskuša z zavzemanjem pozicij, katerih vrednost se bo spremenila zaradi pričakovane spremembe deviznega tečaja, volatilnosti deviznega tečaja ali občutljivosti instrumentov na spremembo deviznega tečaja;
- končni uporabnik (*end-user*). Ta uporablja različne strategije trgovanja s tujo valuto, in vsaka banko različno izpostavlja tveganju. Te strategije v grobem delimo na arbitražo, varovanje pred tveganjem (*hedging*) in špekulacijo.

54 Pogosto skoraj ni razlike med *dealerjem*, ki trguje v svojem imenu za tuj račun (kupuje in prodaja tujo valuto v upanju, da se bo tečaj gibal v smer, ki bo ugodna z vidika njegovega pozicioniranja) in vzdrževalcem trga (ki primarno skrbi za likvidnost trga v določenem instrumentu in je vedno pripravljen kotirati nakupni in prodajni tečaj), saj tudi vzdrževalci trga oblikujejo svoje tečaje tako, da spodbujajo ali zavirajo nakup/prodajo določene tuje valute in si tako oblikujejo pozicije v skladu s pričakovanji o prihodnjem gibanju deviznih tečajev.

55 Banka, ki želi trgovati s tujo valuto, mora (če želi opraviti posel) pristati na kotirane nakupno-prodajne tečaje dealerja/vzdrževalca trga. Banka tako najugodneje proda tujo valuto pri nasprotni stranki z najvišjim nakupnim tečajem in kupi valuto pri nasprotni stranki z najnižjim prodajnim tečajem.

komitenti, zelo skromen in znaša komaj 13% skupnega trgovanja s tujo valuto, medtem ko trgovanje z drugimi bankami – *dealerji* oz. vzdrževalci trga – znaša kar 60% skupnega trgovanja s tujo valuto (Triennial Central Bank Survey, 2001).

Slednja ugotovitev kaže na še eno evolucijsko značilnost trga tuje valute – ne samo, da se je le-ta v zadnjem obdobju močno tehnološko podprl, ampak tudi trgovanje s tujo valuto danes primarno ni več posledica mednarodne trgovine, kot je to bilo včasih. Danes je večina trgovanja s tujo valuto posledica profitne usmerjenosti bank, ki želijo zaslužiti s kratkoročnimi spremembami tečajev, in tako večino trgovanja opravijo kar med sabo. Namreč trgovci, ki si odpirajo pozicije v skladu s pričakovanji o prihodnjem gibanju deviznih tečajev in jih bodo nato (večinoma) konec dneva zaprli po ugodnejših tečajih, bodo za banko ustvarili mnogo večji dobiček kot bi ga, če bi trgovali s tujo valuto samo zaradi servisiranja strank, se vedno držali politike zaprtih pozicij in pobirali zgolj razlike med kotacijami, ki v redko znašajo več kot 10 točk[56]. To pomeni, da je večina trgovanja s tujo valuto špekulativne narave, ki ga opravijo trgovci med seboj v upanju, da so pravilno napovedali gibanje deviznih tečajev in tako ustvarili dobiček za banko. Toda preden si ogledamo strukturo deviznega trga danes (instrumenti, valutna in geografska porazdelitev), še nekaj besed o delovanju promptnega trga tuje valute.

3.1.2 Trgovanje na promptnem trgu – apreciacija/depreciacija tečaja

Na tem mestu bi si ogledali nekoliko bolj teoretični vidik trgovanja s tujo valuto na promptnem trgu. Kot smo že omenili, večino trgovanja s tujo valuto opravijo banke med sabo, pri čemer si ne zaračunavajo marže (*margin*), temveč ustvarjajo dobičke s pomočjo nakupno-prodajnega razmika (*spread*). Banka si svoje stroške krije s tem, da valuto proda po višji ceni kot jo je najprej kupila (zapiranje dolge pozicije) oz. kupi po nižji ceni kot jo je sprva prodala (zapiranje kratke pozicije). Seveda pa nakupni in prodajni tečaji niso konstantni in se v praksi hitro spreminjajo; dinamika na deviznem trgu namreč sili *dealerje* in vzdrževalce trga, da tekom dneva takoj prilagodijo svoje tečaje splošnemu gibanju, sicer se utegne zgoditi, da bo banka, ki je zamudila spremembo kotacije, hitro »zadeta« na tisti strani nakupno-prodajnega razmika, ki je za nasprotno stranko v poslu ugodnejši. V tem primeru bo banka končala s pozicijo, ki je izgubila na vrednosti glede na stroške nakupa, kar za banko predstavlja izgubo. Medtem ko se nakupni in prodajni tečaji na trgu zelo pogosto spreminjajo, pa razmik med njimi ostaja relativno stabilen - konkurenca med bankami zagotovi, da se razmik zoži le do tiste meje, ki jo trg glede na dano volatilnost valute prenese. V nasprotnem primeru bo banka, ki bo kotirala preširok razmik in s tem »nekonkurenčne« (prenizke nakupne ali previsoke prodajne) tečaje, hitro izrinjena iz trga.

---

[56] Točka (*pips*) je desettisočinka (0,0001) deviznega tečaja. Bolleslev in Melvin (1993, str. 365) poročata o najpogostejših nakupno-prodajnih razmikih za tečaj USD/DM v višini 5 točk (25,6% kotacij), 7 točk (11,5% kotacij), 10 točk (56,1% kotacij) in 15 točk (3,8% kotacij) (analiza na podlagi 300.000 kotacij v obdobju 9. April – 30. junij 1989; tečaj USD/DM ≈ 1,9500). Največji nakupno prodajni razmik (15 točk) tako znaša komaj 0,08% vrednosti dolarja, medtem ko dnevna volatilnost deviznih tečajev pogosto preseže 1%.

Prilagajanje tečajev dinamiki trga v praksi izgleda približno takole: banka (vzdrževalec trga), ki pričakuje apreciacijo tečaja, sprejme klic nasprotne stranke, vendar še ne ve, ali bo nasprotna stranka valuto kupila ali prodala. Ker banka glede na oceno tržnega sentimenta preferira dolgo pozicijo pred kratko, želi stimulirati stranko, da ji valuto proda, in to tako, da priredi tečaj, ki ga kotira stranki. Banka dvigne nakupni tečaj in posledično za valuto ponudi več, kot je povprečni nakupni tečaj na trgu, prav tako pa ob istem razmiku dvigne tudi prodajni tečaj – in tako destimulira stranko, da bi kupovala valuto od nje, saj bo morala za valuto plačati več kot sicer na trgu. Takemu prilagajanju tečajev pravimo »senčenje navzgor« (*upward shading*). Če na koncu stranka proda valuto (kot si želi banka), si banka podaljša pozicijo v upanju, da bo tečaj še naprej apreciiral in bo valuto kasneje lahko prodala po še višjih prodajnih tečajih (z dobičkom). Če pa stranka kljub dvignjenemu prodajnemu tečaju kupi valuto in je posledično banka v tej valuti krajša, potem lahko banka še vedno transakcijo takoj zapre na trgu, in sicer z nakupom istega zneska valute po tržnem prodajnem tečaju od drugega udeleženca trga. Banka tako profitira ne glede na odločitev stranke (Cuthbertson in Nitzche, 2001a, str. 455).

Po opisanem principu (t.j. z dvigovanjem/nižanjem kotiranih tečajev) *dealerji* in vzdrževalci trga spreminjajo devizne tečaje glede na svoja pričakovanja. Tržni devizni tečaj se bo dvignil, če bo trg kot celota ocenil veliko verjetnost prihodnjega dviga tečaja, nakupno-prodajni razmik pa se ne bo spremenil. Toda kot smo omenili, je širina razmika pogosto odvisna od konkurenčnosti (likvidnosti) trga, pa tudi od volatilnosti posamezne valute. Večja volatilnost tečajev je posledica večje negotovosti glede prihodnje višine deviznega tečaja, do le-te pa pride v času, ko je na trgu bodisi premalo informacij, preveč različnih interpretacij novih informacij, ali pa so informacije komaj prišle in trgovci niso uspeli oceniti njihove prave vrednosti[57]. Tovrstna negotovost tako povzroči širjenje razmika, kar pa si bomo pogledali v naslednjem poglavju.

3.1.3 Trgovanje na promptnem trgu – spreminjanje razmika

Odvisnost širine razmika od volatilnosti deviznih tečajev bomo ponazorili s preprostim modelom mikrostrukture trga, ki predpostavlja, da imamo na trgu dve vrsti trgovcev: (i) likvidnostne trgovce, ki na trgu opravljajo transakcije iz izključno poslovnih vzgibov (npr. za izvoz/uvoz blaga), in (ii) informirane trgovce, ki dobičke iz trgovanja ustvarjajo na podlagi asimetrije informacij glede spremenljivk, ki vplivajo na oblikovanje promptnega tečaja.

[57] Kot smo omenili že v poglavju o modelih kaosa, je danes sprejeto stališče, da na trgu ne velja predpostavka o racionalnosti in homogenosti pričakovanj investitorjev. Investitorji si namreč pri napovedovanju deviznih tečajev pomagajo na različne načine, običajno z interpretacijo različnih signalov s trga, novic in govoric o prihodnjem gibanju makroekonomskih spremenljivk, tudi z oceno tržnega sentimenta. Pri tej interpretaciji se poslužujejo tako temeljne kot tehnične analize, seveda pa imajo pomembno vlogo tudi izkušnje. Od kje torej toliko negotovosti in posledično volatilnosti, če danes večina trgovcev za kratkoročno napovedovanje uporablja podobne metode in ima na voljo vse potrebne informacije? Vir te volatilnosti leži v tem, da investitorji iste informacije vidijo različno v različnih kontekstih in različnih časovnih horizontih. Poleg tega ima danes investitor na voljo več informacij kot jih je zmožen slišati, prebrati, kaj šele oceniti in iz njih izluščiti pravo vrednost deviznega tečaja. In toliko kot je investitorjev, toliko je različnih interpretacij iste informacije.

Likvidnostni trgovci predstavljajo $(1 - \lambda)$ delež trga, in trgujejo s tujo valuto ne glede na pravo višino deviznega tečaja. Preostali λ delež trga pa so informirani trgovci. Ta skupina pridobi informacijo o pravi višini deviznega tečaja, recimo s_t. Ta devizni tečaj se giblje v skladu z modelom slučajnega gibanja, in sicer:

$$s_t = s_{t-1} + \varepsilon_t \tag{5a}$$

kjer je $E_{t-1}(\varepsilon_t) = 0$ in $E_{t-1}(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2$ (bralec naj bo pozoren, da je (5a) modificirana verzija slučajnega gibanja, saj imajo slučajni odkloni časovno spremenljivo varianco σ_t^2). Zaradi poenostavitve predpostavljamo, da so standardni odkloni, $\varepsilon_t \sigma_t^{-1}$ neodvisno in simetrično (vendar ne nujno identično) porazdeljeni v času. V času $(t - 1)$ bo ena izmed številnih bank (vzdrževalcev trga) postavila nakupne (*bid* – B_t) in prodajne (*ask* – A_t) tečaje, ki pa bodo veljali v času t. Predpostavljamo, da sta nakupni in prodajni tečaj postavljena simetrično okrog tečaja s_{t-1}, ki velja v času $(t - 1)$, tako da velja $A_t = s_{t-1} + k_{t,t-1}$ in $B_t = s_{t-1} - k_{t,t-1}$. Kotirani razmik v času t, $K_t = A_t - B_t = 2k_{t,t-1}$ je posledično odvisen samo od informacij v času $(t-1)$.

Trgovanje po postavljenih tečajih bo za vzdrževalca trga predstavljalo izgubo, kadar je nasprotna stranka v poslu informiran trgovec. Namreč informirani trgovci, ki prejmejo signal ε_t, tujo valuto kupijo kadar je $A_t < s_t$ (kadar je prodajni tečaj nižji od prave vrednosti valute na podlagi ε_t) in prodajo kadar je $s_t < B_t$ (kadar je nakupni tečaj višji od prave vrednosti valute). Ko velja $B_t \le s_t \le A_t$, informirani trgovci ne morajo ustvariti dobička kljub poznavanju prave vrednosti s_t. Nasprotno likvidnostni trgovci poznajo zgolj s_{t-1}, in pričakujejo $\varepsilon_t = 0$. Izgubo vzdrževalca trga na podlagi trgovanja z informiranim trgovcem lahko zapišemo:

$$\pi_t^{\mathrm{i}} = \min[s_t - B_t, 0, A_t - s_t] = \min[\varepsilon_{\mathrm{t}} + k_{t,t-1}, 0, k_{t,t-1} - \varepsilon_t] \tag{52}$$

Če s $P_{t-1}(\cdot)$ označimo pogojno verjetnost na podlagi informacij v času $(t - 1)$ in upoštevamo standardizirane odklone kot $Z_t = \varepsilon_t \sigma_t^{-1}$, potem lahko pričakovano izgubo zapišemo kot:

$$\begin{aligned} E_{t-1}(\pi_{\mathrm{t}}^{\mathrm{i}}) &= E_{t-1}(\varepsilon_t + k_{t,t-1} | \varepsilon_t + k_{t,t-1} < 0) P_{t-1}(\varepsilon_t + k_{t,t-1} < 0) \\ &+ E_{t-1}(k_{t,t-1} - \varepsilon_t | k_{t,t-1} - \varepsilon_t < 0) P_{t-1}(k_{t,t-1} - \varepsilon_t < 0) \\ &= 2[k_{t,t-1} - E_{t-1}(\varepsilon_t | k_{t,t-1} < \varepsilon_t)] P_{t-1}(k_{t,t-1} < \varepsilon_t) \\ &= 2[k_{t,t-1} - \sigma_{\mathrm{t}} E_t(Z_t | k_{t,t-1}\sigma^{-1} < Z_t)][1 - P(Z_t < k_{t,t-1}\sigma^{-1}] < 0 \end{aligned} \tag{53}$$

Bralec naj bo pozoren, da sta oba člena v zgornji vsoti identična zaradi predpostavke o simetrični porazdelitvi standardiziranih odklonov. Če predpostavljamo tudi enako verjetnost nakupa ali prodaje tuje valute s strani likvidnostnih trgovcev, potem je pričakovan dobiček vzdrževalca trga od trgovanja z »neinformirano« stranko enak:

$$E_{t-1}\left(\pi_{\mathrm{t}}^{\mathrm{u}}\right)=E_{t-1}\left(\frac{1}{2}(A_t-s_t)+\frac{1}{2}(s_t-B_t)\right)=k_{t,t-1}>0 \tag{54}$$

Ko združimo pričakovano izgubo iz naslova trgovanja z informiranimi trgovci (53) in pričakovan dobiček iz naslova trgovanja z likvidnostnimi trgovci (54), potem je pričakovan dobiček vzdrževalca trga na podlagi informacij v času ($t-1$) enak:

$$\begin{aligned}E_{t-1}\left(\pi_t\right)&=E_{t-1}(\pi_t^{\mathrm{i}}+\pi_t^{\mathrm{u}})\\&=2\lambda\left[k_{t,t-1}-\sigma_{\mathrm{t}}E_t\left(Z_t\middle|k_{t,t-1}\sigma^{-1}<Z_t\right)\right]\left[1-P(Z_t<k_{t,t-1}\sigma^{-1}\right]+(1-\lambda)k_{t,t-1}\end{aligned} \tag{55}$$

V ravnotežju bo konkurenca s strani drugih vzdrževalcev trga ta pričakovani dobiček potiskala proti 0. Če v (55) vključimo pogoj ničelnega dobička, potem lahko izrazimo razmik $K_t=2k_{t,t-1}$ z:

$$K_t=\sigma_t 4\lambda E_t\left(Z_t\middle|Z_t>k_{t,t-1}\sigma^{-1}\right)\left[1-P(Z_t<k_{t,t-1}\sigma^{-1})\right]\times\left[1+\lambda-2\lambda P(Z_t<k_{t,t-1}\sigma^{-1})\right]^{-1} \tag{56}$$

Ker je pogojno pričakovanje na desni strani enačbe odvisno samo od informacij v času ($t-1$) skozi $k_{t,t-1}\sigma^{-1}$, iz tega sledi, da se mora v ravnotežju razmik spreminjati v odvisnosti od standardnega odklona (volatilnosti) prave vrednosti tuje valute.

Zgoraj opisani model, ki je v celoti povzet po Bollerslev in Melvin (1993, str. 356 – 359), sta omenjena avtorja testirala na vzorcu 300.000 kotiranih tečajev vzdrževalcev trga. Gibanje tečaja sta opisala s pomočjo *MA*(1) - *GARCH* (1,1) modela, ki se je dobro prilegal podatkom za prodajne (*ask*) tečaje:

$$\Delta\ln A_t=\mu+\theta\varepsilon_{A,t-1}+\varepsilon_{A,t} \tag{57}$$

$$\sigma_{A,t}^2=\omega+\alpha\varepsilon_{A,t-1}^2+\beta\sigma_{A,t-1}^2 \quad \text{kjer} \quad \varepsilon_{A,t}\middle|I_{t-1}\sim N(0,\sigma_{A,t}^2) \tag{58}$$

kjer I_{t-1} označuje informacije v času ($t-1$), μ, θ, ω, α in β pa so parametri, ki jih je potrebno oceniti. Enačba (57) je zapis procesa drsečih sredin (*moving average*) prvega reda *MA*(1), enačba (58), ki je enačba pogojne variance deviznega tečaja, pa je zapis avtoregresivnega procesa reda 1 in procesa drsečih sredin reda 1 (*generalised autoregressive conditional heteroscedasticity*) *GARCH*(1,1)[58]. S pomočjo ocenjenih parametrov sta avtorja nato ocenila

[58] *GARCH* modeli so samo razširjena inačica *ARCH* modelov, ki se v analizah finančnih podatkov najpogosteje uporabljajo. *ARCH* model je stohastični proces, ki modelira pogojno varianco v odvisnosti od kvadratov preteklih ocenjenih slučajnih odklonov. *GARCH* pa pogojno varianco modelira še v odvisnosti od

pogojno varianco, in testirala, ali izračunana časovno spremenljiva varianca pojasnjuje nakupno-prodajne razmike v vzorcu tečajev. Ugotovila sta, da med varianco[59] deviznega tečaja in nakupno-prodajnim razmikom obstaja močna pozitivna povezava.

Model, ki smo ga ravnokar opisali, sodi v skupino t.i. modelov stroškov informacij, v katerem se razmiki širijo kot posledica prihoda novih informacij oz. asimetrije informacij (prisotnosti bolje informiranih trgovcev od vzdrževalcev trga), kar se odrazi v volatilnosti tečajev (pričakovani in nepričakovani). Širjenje razmika vzdrževalcem trga omogoča večje zaslužke na račun neinformiranih likvidnostnih trgovcev, po drugi strani pa je to reakcija vzdrževalcev trga, da nekatere »insiderje« z (boljšimi) informacijami odvrnejo od trgovanja. Toda nove informacije, ki v teh modelih igrajo ključno vlogo, pa ne vplivajo zgolj na povečano volatilnost tečajev, temveč tudi na obseg trgovanja. Namreč med volatilnostjo in obsegom trgovanja je bila ugotovljena močna pozitivna povezava, in ugotovljeno je bilo, da je vzrok te pozitivne povezave ravno prihod novih informacij, ki naj bi, če smo natančni, vplival predvsem na nepričakovano volatilnost in na nepričakovan obseg trgovanja. Volatilnost in obseg trgovanja naj bi se usklajeno gibala iz dveh razlogov: če se poveča število trgovcev, potem *c.p.* upade volatilnost. Če pa ob danem številu trgovcev naraste obseg trgovanja, je to posledica neenotnih pogledov trgovcev na višino tečajev, kar ima za posledico povečano volatilnost (Galati, 2000, str. 4).

Drug model, s katerim so razlagali večanje razmikov, pa je model stroškov zalog. Prva determinanta stroškov zalog je donos vzdrževanja odprte devizne pozicije, ki je pozitivno povezan z valutnim tveganjem. V skladu s tem pogledom volatilnost deviznih tečajev zviša valutno tveganje pozicije, ki ga vzdrževalci trga kompenzirajo z dvigom nakupno-prodajnega razmika. Druga determinanta stroškov zalog pa je obseg trgovanja, s tem da obseg trgovanja na strošek zalog vpliva različno, odvisno od tega, ali gre za pričakovan ali nepričakovan obseg trgovanja. Pričakovan obseg trgovanja ima na nakupno-prodajni razmik negativni vpliv, saj naj bi v tem primeru ekonomije obsega preko konkurence na trgu ta razmik zniževale. Nasprotno naj bi nepričakovan obseg trgovanja imel pozitiven vpliv na nakupno-prodajni razmik, saj naj bi odražal prihod novih informacij.

---

pretekle variance. Tehnično: *GARCH* model je *ARCH* proces, ki poleg avtoregresijskega procesa upošteva tudi proces drsečih sredin, in tako opazujemo *ARMA* proces gibanja variance. *GARCH*(p,q) model, kjer p označuje red procesa drsečih sredin, q pa red avtoregresivnega procesa, je lahko enostaven *ARCH*(q) model, ko je $p = 0$. Sicer pa pogojno varianco *GARCH*(p,q) modela lahko zapišemo kot *ARMA*(p,q) proces

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \sum_{i=1}^{q} \varepsilon_{t-i}^2 + \beta \sum_{j=1}^{p} \sigma_{t-j}^2$$

Glej tudi Enders (1995, str. 147) in Bollerslev (1986, str. 308 - 310).

[59] Z *GARCH* (1,1) izračunana pogojna varianca predstavlja pričakovano volatilnost deviznih tečajev, medtem ko na širino razmikov vpliva tudi nepričakovana volatilnost, ki naj bi bila posledica prihoda novih informacij. Do sedaj smo vedno govorili zgolj o volatilnosti brez specifikacije, ali gre za pričakovano ali nepričakovano. V nadaljevanju pa bo to ločevanje pomembno.

Na nakupno-prodajni razmik tako v obeh modelih vplivajo isti dejavniki, razlika je le v tem, da je razlaga vpliva teh dejavnikov različna glede na model stroškov informacij oz. model stroškov zalog. Upoštevajoč te ugotovitve lahko nakupno-prodajni razmik, ki ga kotirajo vzdrževalci trga, zapišemo kot funkcijo sledečih dejavnikov (Hartmann, 1998, str. 805):

$$K_t = f(\sigma_{\mathrm{p}}, x_{\mathrm{p}}, I) \tag{59}$$

kjer je σ_{p} pričakovana volatilnost deviznih tečajev, x_{p} pričakovan obseg trgovanja in I tok novih informacij. V skladu s teorijo morajo biti parcialni odvodi sledeči: $\partial f / \partial \sigma_{\mathrm{p}} > 0$, $\partial f / \partial I > 0$ in $\partial f / \partial x_{\mathrm{p}} < 0$. Enačbo (59) pa zelo težko specificiramo v smislu ocene in testiranja, ker je prihod novih informacij I oz. obseg trgovanja na podlagi informacij neizmerljiv. Zato predpostavlja, da je večina trgovanja na podlagi informacij za vzdrževalce trga nepričakovana, in tako lahko nepričakovan obseg trgovanja zapišemo kot funkcijo g prihoda novih informacij:

$$x_{\mathrm{u}} = g(I, \cdot) \tag{60}$$

Če (59) in (60) združimo, dobimo enačbo nakupno-prodajnega razmika, v kateri so vse spremenljivke določljive:

$$K_t = f(\sigma_{\mathrm{p}}, x_{\mathrm{p}}, g^{-1}(x_{\mathrm{u}})) \tag{61}$$

Hartmann opozarja, da zaradi močne korelacije med nepričakovanim obsegom trgovanja in nepričakovano volatilnostjo deviznih tečajev (61) lahko vsebuje le eno od obeh kot pojasnjevalno spremenljivko. Poleg tega pa nepričakovani obseg trgovanja (60) ni zgolj funkcija novih informacij I, temveč tudi drugih spremenljivk, ki smo jih označili s piko. Prav gotovo nanj vpliva tudi stopnja nesoglasja med trgovci o učinku novih informacij na devizni tečaj. Poleg tega lahko v tistem obdobju na trg vstopi več likvidnostnih trgovcev, ki bodo prav tako vplivali na nepričakovan obseg trgovanja. Zato je potrebno imeti pred očmi dejstvo, da je x_{u} samo približek I, vendar kljub vsemu endogena spremenljivka.

Ko je Hartmann testiral (61), je ugotovil, da pričakovan obseg trgovanja znižuje nakupno-prodajne razmike, kar potrjuje ekonomije obsega na področju vzdrževanja trga, nasprotno pa nepričakovan obseg trgovanja razmike zvišuje, kar kaže na vpliv asimetrije informacij ter novih informacij pri trgovanju. V svoji analizi je tudi pokazal, da ne samo gibanje deviznih tečajev temveč tudi obseg trgovanja izkazuje heteroskedastičnost (lastnost časovne vrste s časovno spremenljivo varianco).

Razpravo o spremenljivi volatilnosti deviznih tečajev bi sklenili z zelo pomembno ugotovitvijo. Namreč ne samo, da se gibanje deviznih tečajev komajda loči od stohastičnega procesa slučajnega gibanja, kar smo ugotovili že v prvem delu naloge, ampak ima to slučajno gibanje tudi spremenljivo varianco. To pomeni, da se intenziteta oscilacij deviznega tečaja v času spreminja. Ta lastnost pa bo ključnega pomena pri kasnejšem modeliranju gibanja deviznega tečaja, ki je obvezen element vrednotenja valutnih opcij in merjanja valutnega tveganja.

3.1.4 Trg tuje valute danes

Sedaj, ko smo delovanje promptnega trga tuje valute osvetlili iz praktičnega in teoretičnega vidika, pa v nadaljevanju navajamo nekaj statističnih podatkov o celotnem trgu tuje valute, ki ga sestavljata tako promptni trg tuje valute kot tudi trg izvedenih finančnih instrumentov. Trg tuje valute je danes ne samo največji trg na svetu (z dnevnim prometom preko 1270 mrd USD), temveč tudi najbolj tehnološko dovršen, likviden in delujoč 24 ur na dan (razen ob vikendih in praznikih). Gre za OTC (*over-the-counter*) trg, kjer je večina transakcij izvršena v imenu ene izmed mnogih poslovnih bank (ki se s trgovanjem s tujo valuto aktivno ukvarjajo), in sicer preko telefona, *Reuters dealing*™, interneta ali katerega drugega trgovalnega sistema. Trg tuje valute je v nasprotju z mnogimi drugimi finančnimi trgi, v primeru katerih se trgovci za namene trgovanja združujejo na enem mestu (borze vrednostnih papirjev, blagovne borze, borze izvedenih finančnih instrumentov) in kjer trgovanje poteka samo ob določenem času, lokacijsko gledano razpršen po celem svetu, prav tako pa deluje 24 ur dnevno. Ko se odprejo banke v Sydney-u, Tokiu, Hong Kongu in Singapurju, se ravno konča trgovanje preteklega dne na zahodni ameriški obali v San Franciscu in Los Angelesu. Trgovanje na se nadaljuje z odprtjem bank v Bahrainu, z zaprtjem trga na Daljnem Vzhodu pa se trgovanje preseli v Evropo, kjer se banke takrat ravno odprejo. Na trgu tuje valute je največja likvidnost popoldne (po srednjeevropskem času), saj so istočasno odprti finančni centri zahodne Evrope (London, Frankfurt, Zürich) in vzhodnoameriške obale (New York, Boston).

Zadnja analiza trga tuje valute (in OTC izvedenih finančnih instrumentov) iz leta 2001, ki jo vsake 3 leta v sodelovanju s centralnimi bankami številnih držav izvede Banka za mednarodne poravnave iz Basla, pokaže, da je večino dnevnega prometa na trgu ustvarjenega z deviznimi zamenjavami (*FX swaps*) (51,4%), sledijo transakcije na promptnem trgu (*spot transactions*) (30,3%) – in terminski posli (*outright forwards*) (10,3%), OTC valutnih opcij (*currency options*) (4,7%) je že precej manj, še manj je medvalutnih zamenjav (*cross currency swaps*) (0,6%), terminskih pogodb (*futures*) in opcij, s katerimi se trguje na organiziranem trgu, pa je v primerjavi z OTC trgom komaj za vzorec (0,8%). Večina prometa na deviznem trgu je ustvarjenega v Veliki Britaniji (31,2%), sledijo ZDA (15,7%), Japonska (9,1%), Singapur (6,2%), Nemčija (5,4%), Švica (4,4%) in Hong Kong (4,1%). Prav tako ne preseneča, da je v 90% transakcij vključen USD, takoj za njim EURO (37,6%), JPY (22,7%) in GBP (13,2%)[60]. Rezultati analize so predstavljeni v *Tabeli 2*.

[60] Vsota teh deležev znaša 200%, ker sta v vsako transakcijo vključeni 2 valuti.

Tabela 2: Glavne karakteristike deviznega trga

Vrsta transakcije	Dnevni promet v mrd USD	v %	Geografska porazdelitev	v %	Valutna porazdelitev	v %
Promptna	387	30,3	Velika Britanija	31,2	USD	90,4
Terminski posel	131	10,3	ZDA	15,7	EURO	37,6
Devizna zamenjava	656	51,4	Japonska	9,1	JPY	22,7
Medvalutna zamenjava	7	0,6	Singapur	6,2	GBP	13,2
Opcije	60	4,7	Nemčija	5,4	CHF	6,1
Terminske pogodbe in opcije*	10	0,8	Švica	4,4	CAD	4,5
Izpustitve	26	2,0	Ostalo	28	Ostalo	25,5
Skupaj	1277	100,0		100,0		200,0

Opomba:
** – s katerimi se trguje na organiziranem trgu*

Vir: Triennial Central Bank Survey, 2001

Tabela 2 razkriva, da transakcije po promptnem deviznem tečaju predstavljajo slabo tretjino vseh transakcij na trgu tuje valute (kar ni popolnoma res, saj je transakcij na promptnem trgu mnogo več, so zgolj skrite pod imenom *devizna zamenjava* [61]). Da bi dobili celovito sliko trga tuje valute, si bomo zato v nadaljevanju pobliže ogledali še izvedene finančne instrumente na tujo valuto[62].

3.2 Izvedeni finančni instrumenti

Celotni prvi del magistrske naloge je bil posvečen determinantam gibanja deviznih tečajev na promptnem trgu. Kot smo ugotovili, je kratkoročno napovedovanje promptnih deviznih tečajev le redkokdaj uspešno, mnogi ekonomski subjekti pa so tveganju nenaklonjeni in niso pripravljeni nositi tveganja, da jim bo sprememba deviznega tečaja razvrednotila dobičke oz.

[61] Ker pogosto prihaja do nesporazumov o tem, kaj je devizna (*FX swap*) in kaj medvalutna zamenjava (*cross currency swap*), na tem mestu samo kratko pojasnilo: devizna zamenjava je sestavljena iz promptne in terminske zamenjave istega para valut z isto nasprotno stranko; torej jo sestavljata tako promptni kot terminski posel. Medvalutna zamenjava pa predstavlja zamenjavo obrestnih plačil na osnovni znesek v eni valuti za obrestna plačila v drugi valuti in običajno vključuje izmenjavo osnovnega zneska ob zapadlosti. Ker gre pri medvalutni zamenjavi za kombinacijo valutnega in obrestnega instrumenta, ga bomo v nalogi zgolj omenili. Za več podrobnosti o osnovnih vrstah (*plain-vanilla*) izvedenih finančnih instrumentov, o katerih bo govora v tej nalogi, glej Eiteman, Stonehill in Moffett (1997), Cuthbertson in Nitzsche (2001), Bodie, Kane in Marcus (1999) in Hull (2000).

[62] Trg izvedenih finančnih instrumentov na tujo valuto in trgovanje s temi instrumenti se v marsičem razlikuje od promptnega trgovanja s tujo valuto, vendar opis trgovanja za vsako od pojavnih oblik izvedenih finančnih oblik na tujo valuto presega okvir te naloge. Omenimo samo, da je razvoj izvedenih finančnih instrumentov omogočil mdr. t.i. finančni inžiniring, s katerim banka stranki lahko ponudi t.i. *tailor-made* produkte. Ti so gledano kot celota sicer edinstveni, vendar jih je možno razdeliti na množico preprostih (*plain-vanilla*) izvedenih finančnih instrumentov. Banka se tako pred tveganji zavaruje z zapiranjem teh pozicij na likvidenem (ne nujno organiziranem) trgu standardiziranih osnovnih izvedenih finančnih instrumentov.

ustvarila izgube iz poslov, ki so nominirani v tuji valuti ali so kako drugače vezani na gibanje deviznih tečajev. Zato iščejo druge ekonomske subjekte, ki so to tveganje pripravljeni nositi. Naravni partner podjetjem pri ponudbi finančnih rešitev so vedno bile banke – glede na to, da so banke podjetjem že leta lajšale mednarodno menjavo ne samo preko trgovanja s tujo valuto na promptnem trgu, temveč tudi preko financiranja izvozno-uvoznih poslov, prevzemanja kreditnega tveganja v mednarodni menjavi ipd., so tudi po razpadu Bretton-Woodskega sistema fiksnih deviznih tečajev bile banke tiste, ki so podjetjem prve ponudile trgovanje z izvedenimi finančnimi instrumenti na tujo valuto.

3.2.1 Prevzemanje valutnega tveganja kot komercialna dejavnost

Izvedeni finančni instrumenti na tujo valuto, ki so se razvili kot prva oblika izvedenih finančnih instrumentov ravno po razpadu Bretton-Woodskega sistema fiksnih tečajev, so nastali zato, da bi ekonomskim subjektom omogočili zavarovanje pred tveganjem spremembe deviznega tečaja. Ker replicirajo valutno tveganje promptnih (osnovnih) deviznih pozicij, s tem omogočajo prenos nezaželene izpostavljenosti tveganju, ki izhaja iz volatilnosti promptnih deviznih tečajev, na druge ekonomske subjekte, ki so to tveganje pripravljeni sprejeti. Da pa bi razumeli princip delovanja izvedenih finančnih instrumentov, moramo poznati način oblikovanja njihove vrednoti. Preko načina oblikovanja vrednosti izvedenih finančnih instrumentov pa je možno pokazati, da valutno tveganje izhaja ne samo iz promptnih pozicij v tuji valuti, temveč tudi iz pozicij v izvedenih finančnih instrumentih na tujo valuto, saj so le-ti oblikovani tako, da valutno tveganje replicirajo in s tem omogočijo prenos tveganja med ekonomskimi subjekti. Namreč že definicija izvedenega finančnega instrumenta pove, da so to instrumenti, katerih vrednost je odvisna od neke osnove (*underlying*), kot je cena vrednostnega papirja, tuje valute ali blaga, višina obrestne mere, indeksa ali kateregakoli drugega merljivega indikatorja. Pri izvedenih finančnih instrumentih na tujo valuto je ta osnova običajno cena tuje valute, torej promptni devizni tečaj, in determinante gibanja le-te smo že prikazali.

Ker pa je sama metodologija vrednotenja posameznih vrst izvedenih finančnih instrumentov preobširna, da bi jo lahko v celoti predstavili v pričujoči nalogi, so pa te vsebine pomembne za razumevanje principa varovanja pred tveganjem oz. »trgovanja s tveganjem«, je v *Prilogi* 1 predstavljen kratek povzetek bistvenih elementov modelov vrednotenja (*valuation models*) terminskih poslov/pogodb in opcij, ki predstavljajo najpogostejše oblike izvedenih finančnih instrumentov na tujo valuto.

3.2.2 Značilnosti izvedenih finančnih instrumentov

Kot smo omenili, so izvedeni finančni instrumenti nastali zato, da bi ekonomskim subjektom omogočili zavarovanje pred tveganjem. Ker so izvedeni finančni instrumenti pravice, katerih vrednost je posredno ali neposredno odvisna od cene vrednostnega papirja, tuje valute ali blaga, višine obrestne mere ali indeksa oz. ocene kreditne sposobnosti ali podobnih spremenljivk, pravimo, da izvedeni finančni instrumenti omogočajo trgovanje s tveganjem kot samostojnim predmetom trgovanja, ločenim od osnovnega instrumenta, zaradi katerega to tveganje sploh nastaja. Ker jih uporabljamo za zavarovanje pred nezaželenimi gibanji cen, je večina instrumentov zasnovana tako, da se danes določi ceno, ki se bo za izbrani osnovni instrument uporabljala v prihodnosti. Določanje prihodnje cene, ki jo omogoča uporaba izvedenega finančnega instrumenta, ima dve značilnosti: (i) z opredelitvijo prihodnjih cen izvedeni finančni instrumenti omejijo obseg izgube, ki jo lahko utrpijo njihovi imetniki, a obenem tudi obseg dobička, ki bi ga lahko dosegli ob ugodnih cenovnih gibanjih (izjema od tega pravila so seveda opcije)[63]; ter (ii) uspešnost varovanja pred tveganjem z izvedenim finančnim instrumentom lahko ocenimo šele v trenutku, ko ta zapade v poravnavo, saj šele tedaj lahko primerjamo ceno, ki smo jo vnaprej določili sami, s tržno ceno. Ker se cena in posledično vrednost izvedenega finančnega instrumenta spreminja z gibanjem cene osnovnega instrumenta, zaradi tega usklajevanja, ki poteka preko arbitraže, uporaba izvedenega finančnega instrumenta replicira pokrivanje tveganja na promptnem trgu. Iz tega sledi prednost uporabe izvedenih finančnih instrumentov: varovanje pred tveganjem na promptnem trgu je potrebno v celoti financirati, ko se zanj odločimo, medtem ko to pri zavarovanju z izvedenimi finančnimi instrumenti ne velja, saj ti instrumenti delujejo kot finančni vzvod: že majhna začetna naložba je dovolj, da na terminskem trgu ustvarimo pozicijo, s katero pokrivamo veliko obsežnejšo izpostavljenost na promptnem trgu (Hull, 2000, str. 13).

Tako lahko glavne lastnosti izvedenih finančnih instrumentov povzamemo v sledečih treh točkah; izvedeni finančni instrumenti so pravice oziroma obveznosti,

- katerih vsebina je glede vrednosti posredno ali neposredno odvisna od cene vrednostnega papirja, tuje valute ali blaga, višine obrestne mere ali indeksa oziroma ocene kreditne sposobnosti ali podobnih spremenljivk,
- ki ne zahteva začetne čiste finančne naložbe ali ki zahteva le majhno začetno čisto finančno naložbo in
- ki se poravnava v prihodnosti.

Poudariti je potrebno, da zgornje lastnosti upoštevata pri definiciji izvedenih finančnih instrumentov tako 6. člen Zakona o bančništvu (Zakon o bančništvu, 2002) kot tudi Mednarodni računovodski standard 39 (Mednarodni računovodski standardi, 2001), ki pokriva vrednotenje finančnih instrumentov.

---

[63] Pri opcijah se podobno kot pri terminskih poslih in pogodbah določi neko prihodnjo ceno, ki se v primeru opcij imenuje izvršilna cena (*strike price*), po kateri se opcija izvrši; vendar bo do izvršitve opcije prišlo le v primeru, da je le-ta ugodna za kupca opcije. Z nakupom opcije si investitor v primeru ugodnega gibanja tečajev ne omeji dobička, v primeru neugodnega gibanja tečajev pa je izguba omejena z nakupno premijo. Zaradi tega principa pravimo, da opcija omogoči zavarovanje, ki pa v nasprotju s terminskimi posli in pogodbami, ki zagotovijo le poravnalno ceno (*delivery price*) (ugodno ali neugodno z vidika prihodnje promptne cene), kupca stane začetno premijo, medtem ko je vstop v terminske posle in pogodbe načeloma zastonj (če odmislimo zavarovalna kritja).

3.2.3 Uporaba izvedenih finančnih instrumentov v praksi

Seveda pa uporaba izvedenih finančnih instrumentov ni omejena zgolj na varovanje pred tveganjem; izvedene finančne instrumente lahko uporabimo samostojno in tako špekuliramo o prihodnjem gibanju cen na terminskem trgu, podobno kot z zavzetjem nezavarovane pozicije na promptnem trgu špekuliramo o gibanju cen na tem trgu[64]. Prednost, ki jo špekulantom nudijo izvedeni finančni instrumenti, izhaja iz lastnosti (ii) opisane zgoraj: izvedeni finančni instrumenti namreč ne zahtevajo večje začetne investicije in tako investitorjem nudijo visok finančni vzvod, saj lahko le-ta zavzame terminsko pozicijo brez ali zgolj z minimalnim začetnim vložkom (običajno v obliki gibljivega kritja pri terminskih poslih/pogodbah ali v obliki premije pri opcijah), medtem ko je potrebno promptno pozicijo v celoti financirati. Tako lahko investitor z nakupom terminske pogodbe na borzi CME (Chicago Mercantile Exchange), ki se glasi na EUR 125.000 (proti USD) (vir: Financial Times), ustvari dolgo pozicijo v EUR (in kratko v USD) in špekulira o prihodnjem gibanju tečaja EUR/USD brez dejanskega nakupa EUR.

Tretja možnost uporabe izvedenih finančnih instrumentov nastopi, ko sta promptni in terminski trg določenega finančnega instrumenta v neravnovesju, kar pomeni, da cene na terminskem trgu niso usklajene s cenami na promptnem trgu. V tem primeru obstaja možnost arbitražnih dobičkov, ki jih trgovci realizirajo s tem, da instrumente kupujejo na trgu, na katerem so podcenjeni, in prodajajo na trgu, na katerem so precenjeni.

Omenjenih trgovalnih strategij varovanja pred tveganjem, arbitraže ali špekulacije, naj bodo posledica potreb končnih uporabnikov (komitentov bank) ali kar rezultat trgovanja v svojem imenu in za svoj račun (*proprietary trading*), je veliko preveč, so preveč različne in prilagojene posamezni situaciji, da bi jih lahko v celoti predstavili v pričujočem delu. Čeprav imajo v povezavi z bankami promptno in terminsko trgovanje s tujo valuto, trgovanje in upravljanje portfelja valutnih opcij ter trgovanje z drugimi oblikami izvedenih finančnih instrumentov skupaj s t.i. finančnim inžiniringom pomembno mesto v okviru komercialne in profitno usmerjene funkcije bank[65], mnoge od teh vsebin zaradi svoje obsežnosti navajamo med literaturo.

---

[64] Omenili smo, da izvedeni finančni instrumenti na tujo valuto ekonomske subjekte izpostavljajo valutnemu tveganju podobno kot promptne pozicije – toda zaradi finančnega vzvoda, ki ga izvedeni finančni instrumenti ponujajo, lahko špekulanti na terminskem trgu ustvarijo veliko večje pozicije v tuji valuti in tako špekulirajo glede prihodnjega gibanja terminskih deviznih tečajev. Dodatna razlika je v tem, da je faktor tveganja pri špekulaciji na promptnem trgu samo promptni devizni tečaj, pri špekulaciji na terminskem trgu pa terminski devizni tečaj, na katerega preko arbitraže (spomnimo se, da CIP velja) poleg promptnega tečaja vpliva še višina domačih in tujih obrestnih mer.

[65] Klasične bančne kreditno-depozitne posle zaradi ožanja obrestnih marž vedno bolj nadomeščajo posli trgovanja, torej tudi posli trgovanja s tujo valuto. Običajno se večina trgovanja s tujo valuto odvija v sektorju zakladništva banke, čeprav lahko do iniciacije posla pride bodisi preko skrbnika posameznega komitenta, bodisi iz sektorja investicijskega bančništva, sektorja upravljanja premoženja, privatnega bančništva... Zakladništvo je tako eden izmed profitnih centrov banke, katerega profitabilnost uprava in lastniki banke skrbno spremljajo.

3.3 Trgovanje s tujo valuto, banke ter prevzemanje valutnega tveganja

Trg tuje valute je danes eden najbolj integriranih globalnih finančnih trgov, kjer se srečujeta ponudba in povpraševanje po tuji valuti iz celega sveta. Ponudbo in generirajo ne samo v mednarodno menjavo usmerjene gospodarske celice posamezne države, temveč tudi centralne banke, globalni investitorji in drugi finančni posredniki, med katerimi posebno mesto zasedajo banke. Te sodijo med udeležence trga tuje valute z najdaljšim stažem, saj banke na tem trgu nastopajo od nastanka mednarodne menjave naprej. Ena prvih storitev, ki so jo v tej zvezi banke ponudile svojim strankam, je bilo trgovanje s tujo valuto v svojem imenu in za račun strank. Vendar pa so banke glede na lastno ekspertizo delovanja trga tuje valute na njem že iz srednjeveških časov trgovanja z menicami sodelovale tudi kot trgovci v svojem imenu in za svoj račun, ta vloga pa se je do danes samo še okrepila. In kot kažejo rezultati zadnjih raziskav, pri bankah danes v skladu z njihovo profitno usmerjenostjo prevladuje trgovanje s tujo valuto v svojem imenu in za svoj račun, ki ga banke opravijo kar med sabo.

Orisali smo potek trgovanja s tujo valuto na promptnem trgu in prikazali, kako pričakovanja trgovcev glede gibanja deviznega tečaja preko »senčenja« navzgor in navzdol premikajo tržne devizne tečaje brez spreminjanja razmika. Devizni tečaj se bo dvignil/znižal, če je takšno pričakovanja trga kot celote. Heterogena pričakovanja na trgu (ki so lahko posledica uporabe različnih tehnik napovedovanja, različnih pričakovanj o pomembnih novih informacijah, različnih interpretacij obstoječih informacij ali preprosto pomanjkanja kakršnihkoli relevantnih informacij) pa vodijo k povečani volatilnosti deviznih tečajev. Posledično se bo povečal razmik med nakupnimi in prodajnimi tečaji, saj naj bi na ta način vzdrževalci trga kompenzirali prevzemanje valutnega tveganja. Torej ne samo, da se devizni tečaji gibljejo skoraj slučajno, dodatna pomembna lastnost tega gibanja je tudi časovno spremenljiva intenziteta njihovih oscilacij.

Omenjene karakteristike gibanja deviznih tečajev so bile povod za kasnejši nesluten razvoj izvedenih finančnih instrumentov na tujo valuto. Nekateri udeleženci trga namreč niso pripravljeni nositi tveganja (za njih neugodne) spremembe deviznih tečajev, in z namenom varovanja pred valutnim tveganjem vstopajo v posle z izvedenimi finančnimi instrumenti, ki to tveganje replicirajo in ga tako prenašajo na tiste udeležence trga, ki so valutno tveganje pripravljeni nositi. Tudi v tem primeru se je ponovila stara ekonomska resnica, da kjer je potreba, se bo prej ali slej našel nekdo, ki bo to potrebo zadovoljil. Glede na dolgoletne izkušnje bank iz področja trgovanja s tujo valuto na promptnem trgu, poznavanje potreb svojih strank in ekspertizo obvladovanja tveganj so banke prevzemanje valutnega tveganja razvile v svojo novo storitev. Če je torej nepredvidljivo gibanje deviznih tečajev za nekatere udeležence trga nevarnost, je (bila) to za banke vsekakor priložnost in možnost dodatnega zaslužka.

Odveč je omeniti, da banke z izvedenimi finančnimi instrumenti ne trgujejo samo z namenom zagotavljanja varovanja pred tveganjem za svoje stranke, temveč tudi v svojem imenu in za svoj račun. Podobno kot na promptnem trgu tuje valute si banke tudi v primeru izvedenih finančnih instrumentov odpirajo špekulativne terminske pozicije in pozicije v opcijah iz profitnih razlogov. Prevzemanje valutnega tveganja namreč prinaša dodatne zaslužke, zato je v zadnjem času trgovanje (tako s tujo valuto kot tudi drugimi finančnimi instrumenti in blagom) v primerjavi s klasičnim komericalnim bančništvom pridobilo na pomenu in danes predstavlja enega pomembnejših poslovnih področij v banki. Poudariti pa je potrebno, da je prevzemanje tveganj na dolgi rok lahko dobičkonosno le, če se tveganja ustrezno omeji in redno spremlja. Za te in druge namene (ustreznega upravljanja s pozicijami, diverzifikacije tveganj, merjenja tveganju prilagojene profitabilnosti trgovcev, zagotavljanja potrebnega kapitala ipd.) pa so banke razvile bolj kvantiativne metode obvladovanja tveganj, katerim se posvečamo v nadaljevanju.

4. OBVLADOVANJE VALUTNEGA TVEGANJA

Vsa podjetja pri svojem poslovanju upravljajo s tveganji. Najbolj prilagodljiva uspejo, druga propadejo. Medtem ko nekatera tveganja pasivno prevzemajo, si druga poskušajo s selektivnim prevzemanjem tveganj ustvariti komparativno prednost. Za nefinančna podjetja večji del tveganj predstavljajo poslovna tveganja (*business risk*), banke in druge finančne institucije pa se v večji meri izpostavljajo finančnim tveganjem (*financial risk*). Ne glede na vrsto poslovanja in vrsto prevzetih tveganj pa je predpogoj za dolgoročni uspeh redno spremljanje tveganj, sicer se bodo današnja tveganja prej ali slej realizirala v jutrišnjih izgubah.

Tema 4. poglavja naloge bo obvladovanje tveganj, in še posebej valutnih tveganj. Dasiravno gre pri obvladovanju tveganj za nabor vsebin, ki segajo od identifikacije in merjenja posamezne vrste tveganj do spremljave in kontrole le-teh, od postavitve limitov in alokacije kapitala do merjenja tveganju prilagojene profitabilnosti, od postavitve ustreznih sistemov notranjih kontrol do sistemov poročanja in delegiranja odgovornosti, se bomo zaradi širine problematike tokrat osredotočili zgolj na tiste vsebine, ki predstavljajo logično nadaljevanje dosedanje razprave. Tako bo v tem delu osrednje mesto pripadlo tehničnemu vidiku obvladovanja tveganj, ki se zrcali v merjenju valutnega tveganja s pomočjo statističnih tehnik združenih pod imenom tvegana vrednost (*Value-at-Risk – VaR*). Tako se ne bomo spuščali v druge (kvalitativne) podrobnosti, ki so sicer pomembne za uspešno implementacijo procesa obvladovanja tveganj v vsakodnevno poslovanje banke. Po predstavitvi različnih pristopov metode tvegane vrednosti bomo poglavje zaključili s primerjavo njihovih prednosti in slabosti in nakazali smer uporabe te metode tudi v drugih pomembnih elementih procesa obvladovanja tveganj.

4.1 Splošno o obvladovanju tveganj

Kljub vsemu pa na začetku nekaj besed o kvalitativnih elementih celotnega procesa obvladovanja tveganj, ki so tipični predvsem za banke. Banke morajo danes zagotoviti ustrezno funkcijo obvladovanja vseh vrst tveganj, katerim se izpostavljajo pri svojem trgovanju. Vzpostavitev te funkcije v banki (skupaj z učinkovitim sistemom notranjih kontrol, kot so nadzor s strani managementa, razmejitve odgovornosti in pristojnosti, delegiranje in poročanje, princip 4 oči, neodvisna in kompetentna interna revizija itd.) je tudi predpogoj za opravljanje bančne dejavnosti, in tudi po ustanovitvi banke je ta funkcija redno pregledovana in ocenjevana s strani bančnih nadzornikov.

Obvladovanju tveganj pogosto pravimo tudi *risk management*. Vendar anglosaksonskem področju beseda *risk management* pomeni istočasno (i) proaktivno upravljanje s tveganji, kar počnejo službe trgovanja (*front-offices*), ki zavestno selektivno prevzemajo in modificirajo tveganja z odpiranjem in zapiranjem posameznih pozicij, in tudi (ii) neodvisno *post festum* analizo, merjenje in kontrolo tveganj. Nasprotno nemško govoreče področje ti dve funkciji tudi terminološko loči, in sicer govori o (i) *risk managementu* kot upravljanju s tveganji v okviru službe trgovanja in o (ii) kontroli tveganj (*risk control*), ki je od trgovanja in upravljanja s tveganji neodvisna služba v banki (Mindestanforderungen an das Betreiben von Handelsgeschäften der Kreditinstitute, 1996; Hanenberg, 1996, str. 638). Zato bomo, ko govorimo o *risk managementu*, mislili na funkcijo obvladovanja tveganj. Ta pa obsega 4 temeljne naloge (Risk Management Guidelines for Derivatives, 1994):
- identifikacijo tveganj (gre za prepoznavanje in razumevanje tako obstoječih kot potencialnih tveganj);
- merjenje/analizo tveganj (obsega uporabo različnih metod, od merjenja tveganj z nominalnimi izpostavljenostmi do merjenja tveganj z metodo tvegane vrednosti, katero sestavlja nabor kompleksnih statističnih tehnik);
- kontrolo tveganj (pomeni predvsem limitiranje višine izpostavljenosti posameznim vrstam tveganja in kontrolo možnih prekoračitev teh limitov);
- spremljavo tveganj (za potrebe sprejemanja poslovnih odločitev).

Čeprav mora imeti vsaka banka vsaj nekakšno obliko sistema obvladovanja tveganj, pa se implementacija te funkcije v praksi razlikuje od banke do banke. Ker tudi ne obstaja nek univerzalen sistem obvladovanja tveganj, mora vsaka banka ob zasnovi sistema upoštevati splošno bančno poslovno strategijo, splošno prakso trgovanja in ostale tržne okoliščine.

4.1.1 Merjenje tveganj

Natančno, celovito in pravilno merjenje tveganj je ključni element učinkovite funkcije obvladovanja tveganj in mora v največji meri pokriti vsa tveganja, ki izhajajo iz poslovanja banke. Dovršenost metod, ki jih za merjenje tveganj uporablja banka, mora ustrezati vrsti, kompleksnosti in obsegu poslov ter višini prevzetih tveganj. Boljše in naprednejše metode za merjenje tveganj ocenjujejo tako tveganja posameznih instrumentov kot tudi tveganja portfeljev instrumentov, upoštevajo korelacije in učinek diverzifikacije tveganj. Ustreznost uporabljenih metod mora banka redno pregledovati in ustrezno prilagajati, njihovo uporabo pa morajo razumeti ne samo zaposleni v okviru funkcije obvladovanja tveganj, temveč tudi najvišje ravni poslovodstva in tudi trgovci (Mindestanforderungen an das Betreiben von Handelsgeschäften der Kreditinstitute, 1996).

Za potrebe merjenja in kontrole izpostavljenosti tveganjem[66] so banke že od nekdaj uporabljale precej preproste metode: npr. za merjenje kreditnega tveganja do posamezne stranke so še vedno v uporabi kar nominalne izpostavljenosti za bilančne postavke, za zunajbilančne postavke, kot so garancije in akreditivi, se pogosto uporablja kreditna nadomestitvena vrednost, ki se izračuna z množenjem nominalnega zneska z ustreznimi konverzijskimi faktorji. Za merjenje izpostavljenosti obrestnemu tveganju iz trgovalnih pozicij v obrestno občutljivih instrumentih, kot so menice, obveznice in obrestni izvedeni finančni instrumenti, banke uporabljajo pristop, ki temelji na trajanju (*duration*), ki meri občutljivost (*sensitivity*) posameznega instrumenta na spremembo splošne ravni obrestnih mer. V zadnjem času pa se je v bančništvu za potrebe merjenja tveganj uveljavila metoda tvegane vrednosti, ki je osnovana na širokem spektru statističnih tehnik, ki uporabniku omogočajo izmeriti tako tveganje posameznega instrumenta kot tudi tveganje celotnega portfelja instrumentov. Tvegana vrednost namreč predstavlja največjo potencialno izgubo (danega instrumenta oz. portfelja instrumentov) v določenem prihodnjem obdobju ob dani stopnji zaupanja (RiskMetrics™, 1996, str. 6). Oziroma statistično: tvegana vrednost je kvantil prihodnje porazdelitve dobičkov in izgub v določenem prihodnjem obdobju.

Ker tveganje pogosto enačimo z volatilnostjo tržne vrednosti posameznega instrumenta oz. portfelja instrumentov, največja pričakovana izguba danega portfelja ob dani stopnji zaupanja dejansko predstavlja tvegano vrednost, to je vrednost izgube tržne vrednosti portfelja ob dani stopnji zaupanja. Ta vrednost ponuja agregatni pogled na tveganje celotnega portfelja instrumentov banke. Ker vključuje finančni vzvod, časovno spremenljive korelacije in volatilnosti ter zajema trenutne pozicije tako v osnovnih instrumentih kot tudi izvedenih finančnih instrumentih, dejansko predstavlja v prihodnost usmerjeno oceno tveganja. Še več, zaradi fleksibilne metodologije je metodo tvegane vrednosti mogoče uporabljati ne samo za tržna tveganja, temveč razširiti tudi na kreditna in v zadnjem času celo operativna tveganja (Jorion, 2001, str. xxii).

V nadaljevanju predstavljamo splošno definicijo tveganja skupaj z definicijo valutnega tveganja kot ene izmed pojavnih oblik tržnih tveganj. Prikazali bomo različne pristope k merjenju tega tveganja, ki jih ponuja metoda tvegane vrednosti, in na posameznih mestih tudi statistične tehnike, na katerih temelji posamezni pristop. Prikaz metodologije izračuna

[66] Več o vrstah finančnih (in drugih bančnih) tveganj v Bessis (2002, str. 11 – 22), Jorion (2001, str. 15 – 22), Penza in Bansal (2001, str. 19 – 23) in dokumentih Banke za mednarodne poravnave na URL: http://www.bis.org.

tveganje vrednosti bo prilagojen tematiki naloge, torej valutnemu tveganju, čeprav so koncepti uporabljivi tudi pri merjenju drugih tržnih tveganj.

4.2 Statistične osnove merjenja valutnega tveganja

Obravnava, ki sledi, predstavlja statistične osnove Delta – normalnega pristopa k merjenju tvegane vrednosti (za predstavitev različnih pristopov k merjenju tvegane vrednosti glej *Sliko 11*, str. 73), ki je zaradi svoje preprostosti tudi najpogosteje uporabljen pristop v praksi, tako da danes predstavlja standard merjenja tvegane vrednosti v bančni industriji (Amman in Reich, 2001, str. 2). Delta – normalni pristop je tudi najbolj tipični predstavnik družine parametričnih pristopov, za njegov razmah pa so najbolj zaslužni pri ameriški banki JP Morgan, kjer so v sodelovanju z Reutersom že leta 1994 objavili prvo javno verzijo RiskMetrics^{TM} –a, tehničnega dokumenta, ki do podrobnosti razkriva metodologijo merjenja tvegane vrednosti.

4.2.1 Verjetnostna porazdelitvena funkcija

Za začetek definirajmo termin »tveganje«; tveganje bo v našem primeru pomenilo razpršenost nepričakovanih izidov, izraženih skozi prizmo (tržne)[67] vrednosti posameznih instrumentov, zaradi gibanja finančnih spremenljivk (Jorion, 2001, str. 81). Povedano drugače, tveganje je negotovost, ki se zaradi spremembe faktorja (-jev) tveganja lahko realizira v neugodni spremembi vrednosti instrumenta, torej v izgubah. Iz te definicije ni težko razviti definicije valutnega tveganja – gre za tveganje potencialne izgube vrednosti instrumenta (portfelja) zaradi spremembe enega ali več deviznih tečajev. Tako smo devizni tečaj osvetlili še iz zaenkrat neznanega zornega kota – kot faktor tveganja.

Če torej zgornjo definicijo tveganja povežemo s statistiko, ugotovimo, da se razpršenost nepričakovanih izidov v statistiki predstavi z verjetnostno porazdelitveno funkcijo (*probability distribution function*). Če z $f(x)$ označimo zvezno verjetnostno porazdelitveno funkcijo slučajne spremenljivke x, potem lahko njeno pričakovano vrednost in varianco izrazimo kot:

$$E(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx \tag{62}$$

$$Var(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} [x - E(x)]^2 f(x) dx . \tag{63}$$

67 Tržna vrednost običajno pomeni vrednost tistih instrumentov, s katerimi se trguje in za katere obstaja tržna cena (Mednarodni računovodski standardi, 2001). Toda čeprav za tujo valuto in izvedene finančne instrumente na tujo valuto, s katerimi se dnevno trguje, obstaja dnevna tržna cena, pa valutno tveganje izhaja tudi iz popolnoma netrgovalnih instrumentov, kot so posojila in vloge v tuji valuti (oz. v domači valuti indeksirana na tujo valuto), za katere izraz »tržna« vrednost ni najbolj ustrezen.

Vsota vseh možnih vrednosti te porazdelitve, ko gremo od –∞ do +∞, pa znaša 1.

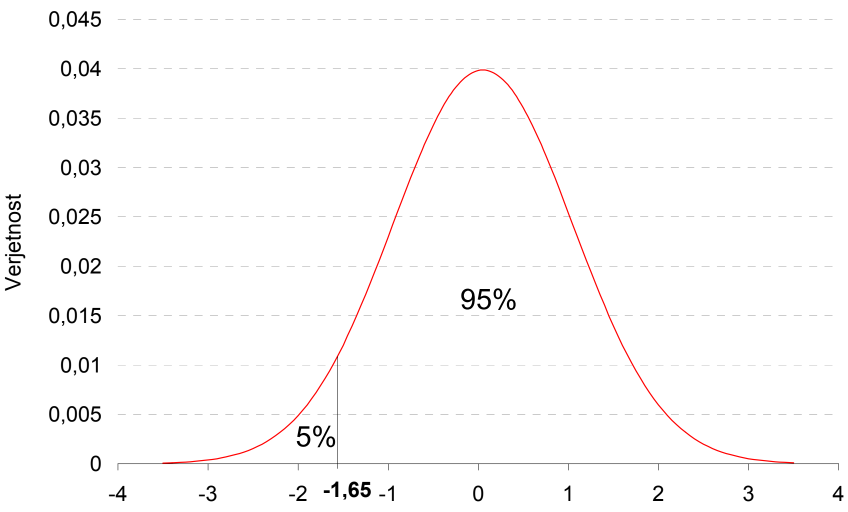
$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\,dx = 1 \qquad (64)$$

Ena najpogosteje uporabljenih verjetnostno porazdelitvenih funkcij je normalna porazdelitvena funkcija $N(\mu, \sigma^2)$. Normalna porazdelitvena funkcija ima v statistiki osrednje mesto, saj zadovoljivo opisuje veliko obstoječih populacij. Poleg tega je dokazano, da se porazdelitev slučajne spremenljivke, ki lahko zavzame katerokoli vrednosti neodvisno od ostalih vrednosti, z večanjem opazovanega vzorca približuje normalni porazdelitvi. Dodatna prednost normalne porazdelitve je v tem, da jo lahko opišemo samo z njenima prvima momentoma, in sicer povprečno vrednostjo (μ) in varianco (σ^2):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{\left[-\left(1/2\sigma^2\right)(x-\mu)^2\right]} \qquad (65)$$

Na tem mestu definiramo samo še standardizirano normalno porazdelitveno funkcijo, $N(0,1)$, in standardizirano normalno spremenljivko $\varepsilon \sim N(0,1)$. $N(0,1)$ predstavlja *Slika 6*:

Slika 6: Standardizirana normalna porazdelitvena funkcija



Vir: lastni izračun

Kot vidimo iz *Slike 6*, je α = –1,65 peti centil[68] (c = 0,05) standardizirane normalne porazdelitvene funkcije, kar pomeni, da je verjetnost, da je ε manjši od –1,65, manjša od 5%. Splošno lahko zapišemo enačbo za ustrezni centil:

68 Prav tako je pogosto v uporabi prvi centil (c = 0,01) kateremu ustreza α = 2,33. Posameznemu centilu standardizirane normalne porazdelitvene funkcije lahko drugače rečemo tudi stopnja zaupanja, saj bo standardizirana normalna spremenljivka zavzela vrednost manjšo od α z verjetnostjo c.

$$c = \text{verjetnost } (\varepsilon < \alpha) = \int_{-\infty}^{\alpha} f(x)dx \tag{66}$$

Če torej slučajno spremenljivko x zapišemo kot:

$$x = \mu + \varepsilon\sigma \tag{67}$$

potem ustrezni centil zvezne verjetnostne porazdelitvene funkcije $f(x)$ ($c = \int_{-\infty}^{\alpha} f(x)dx$) izračunamo kot:

$$x_c = \mu + \alpha\sigma \quad \text{oz.} \quad x_{c=0,05} = \mu + (-1{,}65)\sigma \qquad (68),\ (68a)$$

Kot vidimo iz enačb (67) in (68), volatilnost (ki predstavlja stopnjo razpršitve slučajne spremenljivke x okrog svoje povprečne vrednosti) merimo s standardnim odklonom σ. Ta je (ob dani povprečni vrednosti) tudi edini parameter, ki vpliva na vrednost določenega kvantila spremenljivke x. Zato tveganje, ki smo ga definirali kot razpršenost nepričakovanih izidov opazovane spremenljivke, najlaže opišemo kar z njeno volatilnostjo. Toda katera je ta spremenljivka?

4.2.2 Volatilnost donosov kot mera tveganja

Če se na tem mestu vrnemo nazaj k definiciji tveganja, se spomnimo, da tveganje, merjeno s pomočjo metode tvegane vrednosti (že kot ime pove) enačimo z možnim znižanjem vrednosti instrumenta ali portfelja instrumentov. Zato tveganje izrazimo v denarnih enotah. Torej bi bila na prvi pogled naravni kandidat za opazovano slučajno spremenljivko x v (67) (ki je slučajna in zato po definiciji povzroča tveganje) kar cena posameznega instrumenta. Tako bi bila v našem primeru uporaba deviznega tečaja kot slučajne spremenljivke popolnoma umestna, saj se devizni tečaji gibljejo skoraj popolnoma slučajno (ne smemo pozabiti, da je gibanje deviznega tečaja težko ločiti od nestacionarnega stohastičniga procesa slučajnega gibanja). Toda v financah in pri merjenju tveganj se namesto cen pogosteje uporabljajo donosi, ki predstavljajo relativno spremembo cene. Kot taki namreč povedo veliko več kot absolutne ravni cen ali spremembe ravni cen. Npr. trenutna cena \$5,25 za delnico nam ne pove veliko o tveganosti tega instrumenta. Nekoliko več informacij nam da sprememba absolutne ravni cen, npr. \$0,25 v zadnjem dnevu, saj ta podatek omogoča vsaj približno primerjavo tveganja dveh različnih instrumentov. Še največ informacij pridobimo z merjenjem donosov oz. relativnih sprememb cen, npr. 5% donos v zadnjem dnevu predstavlja spremembo absolutne ravni cen normalizirano z začetno ceno, in tako omogoča primerjavo tveganja instrumentov s sicer zelo različnimi cenami (Penza in Bansal, 2001, str. 88)[69].

[69] Prednost uporabe donosov namesto cen izhaja tudi iz statistične teorije: parametrični pristopi predpostavljajo, da so cene (devizni tečaji) nestacionarna stohastična časovna vrsta slučajnega gibanja, zato ne more zagotoviti konstantne končne nepogojne povprečne vrednosti in variance. Posledično nepogojne (časovno neodvisne) variance nestacionarnih časovnih vrst ne moremo izmeriti. V nasprotju s cenami pa naj bi donose generiral stacionarni stohastični proces belega šuma (*white noise process*), ki zagotavlja, da ima časovna vrsta

Tudi sicer finančna teorija predpostavlja, da so donosi (in ne ravni cen oz. absolutne spremembe cen) ustrezna kompenzacija za prevzeto tveganje. Vendar tudi donose lahko merimo na več različnih načinov. Npr. donos tuje valute lahko izmerimo kot diskretni donos, to je $r_t^d = \frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}}$, kjer r_t ne predstavlja več obrestnih mer, temveč donose v času t. V tem primeru diskretni donosi predstavljajo diskretno relativno spremembo deviznih tečajev. Vendar pa se za namene modeliranja (valutnih) tveganj namesto diskretnih donosov uporablja zvezne sestavljene donose (*continuously compounded returns*), definirane kot:

$$r_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \tag{69}$$

Zvezni sestavljeni donos v (69) istočasno predstavlja zvezno relativno spremembo cene, zvezno relativno sprememo faktorja tveganja, in zvezno relativno spremembo deviznega tečaja. Zato bomo v nadaljevanju za r_t uporabljali izraze kot so zvezni sestavljeni donos, zvezna relativna sprememba faktorja tveganja, zvezna relativna sprememba deviznega tečaja.

Vendar so zvezni sestavljeni donosi postali osnovni gradnik v postopku izračuna tvegane vrednosti ne samo zato, ker jih dejansko enačimo z relativnimi spremembami posameznega faktorja tveganja, temveč predvsem zato, ker imajo zvezni sestavljeni donosi mnogo prednosti pred diskretnimi donosi:

1. Bistvena prednost uporabe zveznih sestavljenih donosov je zagotovilo, da cena (v našem primeru devizni tečaj) ne more nikoli postati negativna. To vidimo, če (69) preoblikujemo v $S_t = S_{t-1}e^{r_t}$, saj v tem primeru S_t ne more nikoli pasti pod 0. Čeprav lahko zvezni sestavljeni donosi zavzamejo katerokoli vrednost med $-\infty$ in $+\infty$, lahko cena zavzame samo pozitivne vrednosti med 0 in $+\infty$. To je zelo pomembna prednost zveznih sestavljenih donosov, ki je npr. diskretni donosi nimajo, saj bo negativen donos po absolutni vrednosti višji od 100% impliciral negativnost cene, kar pa ekonomsko ni smiselno.

2. V primeru časovnih vrst, kot so devizni tečaji, je uporaba zveznih sestavljenih donosov tudi bolj konsistentna kot uporaba diskretnih donosov. Če imamo npr. s časovno vrsto v (69) v mislih gibanje tečaja EUR/USD, potem r_t predstavlja donos držanja evrov z vidika ameriškega investitorja. Donos držanja dolarjev z vidika evropskega investitorja, ki meri svoje naložbe v evrih, pa predstavlja enačba $r_{\mathrm{EUR},t} = \ln[(1/S_t)/(1/S_{t-1})] = -\ln(S_t/S_{t-1}) = -$

donosov normalno porazdelitev s konstantno končno nepogojno (časovno neodvisno) povprečno vrednostjo in varianco (glej tudi (72)). Iz tega sledi, da bi za potrebe merjenja tveganj lahko uporabili varianco donosov, ki naj bi bila konstantna, končna in nepogojna. Vendar kot bomo videli v nadaljevanju, gibanje deviznih tečajev sicer zagotavlja končno, ne pa tudi konstantno nepogojno varianco svojih donosov.

$r_{USD,t}$. Porazdelitvi $r_{EUR,t}$ in $r_{USD,t}$ sta tako konsistentni druga z drugo, česar pa ne bi mogli reči za diskretne donose.

3. Uporaba zveznih sestavljenih donosov je priročna tudi v primerih, ko imamo opravka s križnimi deviznimi tečaji (*cross-rates*). Npr. donos držanja evrov za švicarskega investitorja lahko izračunamo neposredno iz dolarskih deviznih tečajev, in sicer: ln[S_t(EUR/CHF)] = ln[S_t(EUR/USD)] + ln[S_t(USD/CHF)] = ln[S_t(EUR/USD)] – ln[S_t(CHF/USD)], kar pomeni, da je švicarski donos držanja evrov enak razliki med dolarskim donosom držanja evrov in dolarskim donosom držanja švicarjev.

4. Prav tako so zvezni sestavljeni donosi priročni pri računanju donosa za več obdobij. Velja namreč:

$$r_{t,2} = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-2}}\right) = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) + \ln\left(\frac{S_{t-1}}{S_{t-2}}\right) = r_t + r_{t-1} \rightarrow \qquad r_{T-t} = \sum_{t=1}^{T} r_t \qquad \text{(70) in (71)}$$

Kot vidimo iz zadnjih dveh prednosti, gre pri zveznih sestavljenih donosih za aditivno časovno vrsto. Analiza aditivnih časovnih vrst in implementacija le-teh v statistične namene je veliko lažja kot npr. pri multiplikativnih časovnih vrstah. Če npr. predpostavljamo, da se zvezni sestavljeni donosi porazdeljujejo normalno, potem se normalno porazdeljujejo tudi donosi izračunani s pomočjo križnih deviznih tečajev in večobdobni donosi. Zaradi vseh teh prednosti in mesta, ki ga je uporaba zveznih sestavljenih donosov že vsa leta imela pri vrednotenju opcij in drugih kompleksnih derivativov, lahko rečemo, da so zvezni sestavljeni donosi postali standard finančnega modeliranja (Penza in Bansal, 2001, str. 96).

4.2.3 Statistične osnove delta – normalnega pristopa

Delta – normalni pristop je osnovan na zelo močni predpostavki, in sicer na normalni porazdelitvi (zveznih)[70] relativnih sprememb posameznih faktorjev tveganja. Torej za porazdelitev zveznih sestavljenih donosov (zveznih relativnih sprememb) deviznega tečaja velja:

$$r_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) = \mu + \varepsilon_t\sigma \sim N(\mu, \sigma^2) \qquad (72)$$

[70] Normalna porazdelitev *zveznih* sestavljenih donosov oz. *zveznih* relativnih sprememb faktorjev tveganja je predpostavka RiskMetrics^{TM} modela, medtem ko drugi modeli znoraj Delta – normalnega pristopa omenjajo zgolj normalno porazdelitev relativnih sprememb faktorja tveganja.

Dodatno je potrebno izpostaviti, da normalnost zveznih relativnih sprememb deviznih tečajev izhaja iz predpostavke o porazdelitvi standardizirane slučajne spremenljivke ε_t, za katero naj bi veljalo, da se v času porazdeljuje:

$$\varepsilon_t \sim NIID\,(0,1) \tag{73}$$

kjer *NIID* pomeni normalno, identično in neodvisno porazdeljen (*normally, identically and independently distributed*). Ta predpostavka (dodatno) zagotavlja:

- identično porazdelitev oz. homoskedastičnost (časovno nespremenljivo varianco) zveznih relativnih sprememb deviznih tečajev σ^2 (brez indeksa t),
- neodvisno porazdelitev zveznih relativnih sprememb deviznih tečajev, kar pomeni, da med posameznimi zveznimi relativnimi spremembami deviznih tečajev ni serijske korelacije.

Iz zgornjega zapisa lahko tudi izpeljemo zelo praktično poenostavitev za merjenje porazdelitve večobdobnih donosov oz. za merjenje relativnih sprememb deviznih tečajev v več kot enem obdobju. Iz enačbe (71) lahko izpeljemo zapis večobdobnega donosa, in sicer:

$$r_{T-t} = \sum_{t=1}^{T} r_t = \mu + \varepsilon_1\sigma + \mu + \varepsilon_2\sigma + \ldots + \mu + \varepsilon_T\sigma = \mu T + \sigma\sum_{t=1}^{T}\varepsilon_t = \mu T + \sigma\sqrt{T} \tag{74}$$

(74) velja le zato, ker so $\varepsilon_t \sim NIID\,(0,1)$, kar pomeni, da so posamezni donosi med seboj neodvisni, njihove variance so pa enake. Do istega rezultata pridemo intuitivno, saj je v primeru $\varepsilon_t \sim NIID\,(0,1)$ varianca vsote enaka kar vsoti varianc:

$$\sigma_{T-t}^2 = \sum_{t=1}^{T}\sigma_t^2 = T\sigma^2 \tag{75}$$

Iz tega sledi, da se tudi večobdobni donosi porazdeljujejo normalno, in sicer:

$$r_{T-t} \sim N\,(\mu T,\, T\sigma^2) \tag{76}$$

To pomeni, da se desetdnevni donosi porazdeljujejo s povprečno vrednostjo v višini 10-kratnika dnevne povprečne vrednosti in s standardnim odklonom v višini $\sqrt{10}$ - kratnika dnevnega standardnega odklona.

Če pa želimo iz predpostavke, da se *vsi* zvezni sestavljeni donosi različnih tujih valut porazdeljujejo normalno, izpeljati porazdelitev zveznega sestavljenega donosa večvalutnega portfelja, je potrebno v metodologijo vpeljati parameter, imenovan kovarianca, ki opisuje usklajenost gibanja med posameznimi deviznimi tečaji. Toda višina kovariance je odvisna od višine variance vsake od obeh komponent in zato ne ponuja lahke primerjave med gibanjem različnih parov deviznih tečajev. Zato je potrebna standardizacija, rezultat katere je korelacijski koeficient, ki je brez enote:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \times \sigma_j} \tag{77}$$

ρ_{ij} lahko zavzame vrednost med –1 (devizna tečaja *i*, *j* se gibljeta v popolnoma nasprotno smer) in +1 (gibanje deviznih tečajev je popolnoma usklajeno). Zapis porazdelitve zveznega sestavljenega donosa portfelja je tako:

$$r_{p,t} = \ln\left(\sum_{i=1}^{N} w_i e^{r_{i,t}}\right) \approx \sum_{i=1}^{N} w_i \times r_{i,t} = \sum_{i=1}^{N} w_i \times \left(\mu_i + \sigma_i \varepsilon_{i,t}\right) \tag{78}$$

kjer je $\varepsilon_{i,t} \sim MVN$ (0, **R**) in *MNV* pomeni multivariatno normalno porazdeljen *(multivariate normally distributed*). $\varepsilon_{i,t} \sim MVN$ (0, **R**) pomeni, da se vsaka izmed standardiziranih slučajnih spremenljivk $\varepsilon_{i,t}$ v času porazdeljuje normalno s povprečno vrednostjo 0 in standardnim odklonom 1 glede na porazdelitev ostalih standardiziranih slučajnih spremenljivk. To zadnje razmerje opisuje matrika **R** korelacijskih koeficientov ρ_{ij}, zapisano drugače:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{N,t} \end{bmatrix} \sim MVN\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho_{21} & \cdots & \rho_{N1} \\ \rho_{12} & 1 & \cdots & \rho_{N2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{1N} & \rho_{2N} & \cdots & 1 \end{bmatrix}\right) \tag{79}$$

Na tem mestu samo opozorilo, da v (78) agregiramo zvezne sestavljene donose posameznega faktorja tveganja (i = 1,...,N) *enega obdobja* v skupni donos portfelja *enega obdobja*, medtem ko v (74) agregiramo zvezni sestavljeni donos *enega* faktorja tveganja v večobdobni (t = 1,...,T) donos.

(78) lahko zapišemo tudi drugače:

$$\mu_p = \sum_{i=1}^{N} w_i \times \mu_i \tag{80}$$

$$\sigma_p^2 = w_1^2\sigma_1^2 + w_2^2\sigma_2^2 + \ldots + w_N^2\sigma_N^2 + 2w_1w_2\sigma_{12}^2 + 2w_1w_3\sigma_{13}^2 + \ldots + 2w_1w_N\sigma_{1N}^2 + \ldots + 2w_Nw_{N-1}\sigma_{N,N-1}^2$$

$$= \mathbf{w}^{\mathrm{T}}\mathbf{\Sigma}\mathbf{w} \tag{81}$$

$\mathbf{w}^{\mathrm{T}}$ predstavlja transponiran vektor uteži instrumentov v portfelju, občutljivih na posameznih faktor tveganja, $\mathbf{\Sigma}$ pa je variančno-kovariančna matrika, ki ima po diagonali variance posameznih donosov, nediagonalni členi pa predstavljajo kovarianco med posameznimi donosi.

Enačbe (72) do (81) predstavljajo statistične osnove delta – normalnega pristopa pri izračunu tvegane vrednosti. Toda še prej poglejmo, kako predpostavke o normalni porazdelitvi relativnih sprememb faktorjev tveganja zdržijo v praksi.

4.2.4 Implikacije delta – normalnega pristopa na gibanje deviznih tečajev

Če se sedaj vrnemo na osnovno predpostavko delta – normalnega pristopa, katero povzemata enačbi (72) in (73), lahko zapišemo model gibanja deviznega tečaja (ki ga implicira delta – normalni pristop) (RiskMetrics™, 1996, str. 50):

$$r_t = \mu + \varepsilon_t\sigma \;\rightarrow\; \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) = \mu + \varepsilon_t\sigma \quad \text{in} \quad \varepsilon_t \sim NIID\,(0,1) \tag{82}$$

$$\ln(S_t) = \ln(S_{t-1}) + \mu + \varepsilon_t\sigma \tag{83}$$

$$S_t = S_{t-1}\exp[\mu + \varepsilon_t\sigma] \tag{84}$$

Iz (83) ugotovimo, da delta – normalni pristop predpostavlja slučajno gibanje (logaritma) deviznega tečaja, saj je današnji devizni tečaj enak včerajšnjemu plus pričakovani odklon (*drift*)[71] plus nek slučajni odklon (*innovation*), ki se porazdeljuje normalno, identično in neodvisno s pričakovano vrednostjo 0 in standardnim odklonom σ [72]. Ker se ε_t porazdeljuje normalno, potem se devizni tečaj v (84) porazdeljuje lognormalno. To pomeni, da lahko zavzame zgolj pozitivne vrednosti, kar je tudi ekonomsko smiselno, saj nobena cena, torej tudi devizni tečaj, ne more biti negativna[73].

---

71 Oceno dnevnega pričakovanega odklona oz. dnevne povprečne vrednosti relativnih sprememb dnevnih deviznih tečajev se izračuna po sledeči formuli:

$$\hat{\mu} = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} r_t = \frac{1}{T} r_{T-t} = \frac{1}{T}\left(\ln(S_T) - \ln(S_t)\right)$$

Ker je vzorčna ocena povprečne vrednosti odvisna zgolj od deviznih tečajev na začetku in koncu vzorca ter dolžine vzorca (T), ne pa tudi od vseh vrednosti deviznih tečajev v vzorcu v vmesnem obdobju, je ta ocena lahko zelo nenatančna. Prav tako večina deviznih tečajev izkazuje dnevno povprečno vrednost v bližini 0 (*Slika 8*), zato se pogosto predpostavlja, da je $\mu = 0$, in se zato izpusti iz izračuna.

72 Gre za slučajni odklon, pri katerem člen ε_t generira stohastični proces belega šuma (Enders, 1995, str. 65).

73 Velik del finančne teorije temelji na predpostavki, da se zvezni sestavljeni donosi porazdeljujejo normalno in da se posledično cene porazdeljujejo lognormalno. Na isti predpostavki temelji npr. tudi Black-Scholes formula za vrednotenje opcij. Vendar s pomembno razliko: Black-Scholes formula mdr. temelji na predpostavki, da se cene gibljejo v skladu s stohastičnim procesom imenovanim geometrijsko brownovo gibanje. Ta proces da za zvezno relativno spremembo cene sicer normalno porazdelitev, vendar z drugačnimi parametri kot v (72):

$$d\ln(S) \sim N\left[\left(\mu - \tfrac{1}{2}\sigma^2\right)dt, \sigma^2 dt\right]$$

Žal pa zgornja predpostavka v realnosti ne zdrži *v celoti*. Čeprav smo že na samem začetku naloge ugotovili, da se kratkoročno (logaritmirani) devizni tečaji gibljejo skoraj slučajno (vendar se na dolgi rok vseeno vračajo k svoji povprečni vrednosti – so *mean-reverting*), se kljub vsemu ne gibljejo popolnoma v skladu s teoretično opredelitvijo slučajnega gibanja, ki jo povzema enačba (83). Po tej opredelitvi bi moralo tudi veljati $\varepsilon_t \sim NIID\ (0,1)$.

Najbolje bo, če za analizo gibanja deviznih tečajev vzamemo primer iz realnosti. V *Sliki 7* je prikazano desetletno gibanje (logaritma) tečaja GBP/DEM (od začetka 1989 do konca leta 1998). Vidimo, da se tečaj giblje kot slučajno gibanje, ki smo ga definirali v (83), vendar le, če gledamo prvih 6 let in druga 4 leta ločeno kot dve obdobji. V obeh obdobjih tečaj namreč drsi stran od svoje začetne vrednosti; v prvih 6 letih funt depreciira (za en GBP je potrebno plačati vedno manj DEM), nekje na začetku leta 1995 pa sledi obrat, ko začne funt ponovno pridobivati na vrednosti. Vsako od teh podobdobij torej kaže tipično slučajno gibanje – časovna vrsta je v tem primeru nestacionarna in nima ne konstantne končne nepogojne (časovno neodvisne) povprečne vrednosti ne konstantne končne (nepogojne) variance. Toda če pogledamo gibanje deviznega tečaja v celotnem desetletnem obdobju, že na pogled ugotovimo, da je tečaj GBP/DEM na zelo dolgi rok (10 let) kljub vsemu stacionarna časovna vrsta, ki se vrača k svoji povprečni vrednosti (*mean-reverting*). Na zelo dolgi rok bi bilo torej možno oceniti tudi povprečno vrednost in varianco deviznih tečajev, toda z desetletno mero tveganja si na kratki rok ne moremo pomagati.

Slika 7: Gibanje tečaja GBP/DEM

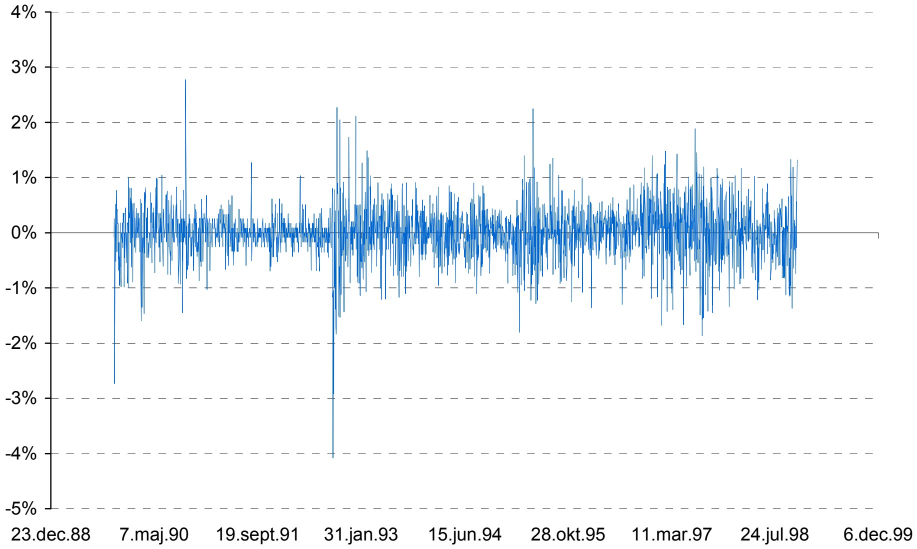
Vir: Reuters

---

kjer je *dt* neizmerno majhna sprememba časa (glej tudi enačbo (P.1.7) v *Prilogi 1*). Treba je tudi omeniti, da je geometrijsko brownovo gibanje stohastični proces, pri katerem lahko cena zavzame katerokoli vrednost, medtem ko je slučajno gibanje stohastični proces, pri katerem lahko cena zavzame samo diskretne vrednosti.

Če pa gibanje deviznega tečaja predstavimo v obliki zveznih sestavljenih donosov, dobimo sledečo časovno vrsto (*Slika 8*):

Slika 8: Dnevni zvezni sestavljeni donosi GBP/DEM

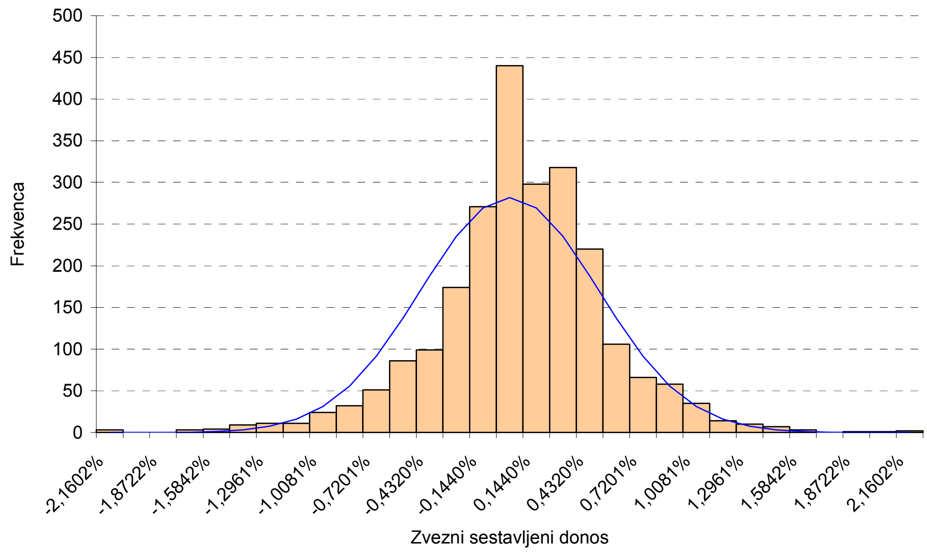


Vir: lastni izračun

Ta časovna vrsta je veliko bolj podobna stacionarni časovni vrsti, saj ima znano povprečno vrednost (ki jo je težko ločiti od 0) in tudi končno varianco. Iz *Slike 8* pa lahko razberemo še dve lastnosti časovne vrste zveznih sestavljenih donosov; to sta heteroskedastičnost (spremenljiva varianca) in avtokorelacija varianc. Namreč vidi se, da se razpršenost donosov (merjena z varianco) s časom spreminja. To ni nova ugotovitev, saj naj bi ravno spremenljiva volatilnost deviznih tečajev *dealerje* in vzdrževalce trga silila k spreminjanju nakupno-prodajnega razmika. Prav tako se iz slike vidi, da so variance med seboj povezane; obdobjem relativno nizke volatilnosti (npr. med letoma 1990 in sept. 1992[74]) sledi obdobje visoke volatilnosti. Torej tudi če devizni tečaji vsaj kratkoročno (npr. nekaj let) sledijo slučajnemu gibanju, pa to slučajno gibanje ni popolnoma skladno z njegovo teoretično opredelitvijo, ki zahteva $\varepsilon_t \sim NIID\ (0,1)$. Iz *Slike 8* je namreč razvidno, da predpostavka o identični porazdelitvi vsaj na primeru GBP/USD ne velja. Za zgornje donose lahko izračunamo tudi frekvenčno porazdelitev (*Slika 9*):

[74] Tu se lepo vidi povečanje volatilnosti tečaja GBP/DEM, ko je Velika Britanija septembra 1992 zaradi špekulativnih pritiskov zapustila evropski menjalni mehanizem 2 (*Exhange Rate Mechanism 2 – ERM2*). Prav tako se lepo vidi nizka volatilnost tečaja GBP/DEM pred tem, saj so bile centralne banke zavezane devizne tečaje vzdrževati v razponu ± 2,25% od dogovorjene centralne paritete (Eiteman, Stonehill in Moffett, 1997, str. 39).

Slika 9: Frekvenčna porazdelitev zveznih sestavljenih donosov GBP/DEM



Vir: lastni izračun

Zgornja slika kaže na neveljavnost predpostavke o normalni porazdelitvi relativnih sprememb tečaja GBP/DEM. Pač pa imamo opravka z debelimi repi (*fat tails*), saj se ekstremni premiki deviznega tečaja na trgu pojavljajo pogosteje, kot bi se lahko v skladu z normalno porazdelitvijo. Prav tako je za porazdelitev relativnih sprememb deviznih tečajev značilno, da ima višji vrh, kot ga ima normalna porazdelitev. Posledično dobimo porazdelitev, ki je ožja od normalne. Vse te lastnosti, torej višja frekvenca majhnih sprememb, manjša frekvenca povprečnih sprememb in spet večja frekvenca ekstremnih sprememb, nakazujejo ne na normalno temveč na leptokurtično porazdelitev relativnih sprememb tečaja GBP/DEM (*leptocurtic distribution*).

Toda do podobnih ugotovitev bi prišli tudi z analizo drugih deviznih tečajev; namreč Hsieh (1988, str. 129 - 145) je na podlagi analize 10-letnih časovnih vrst dnevnih deviznih tečajev DEM, JPY, CHF, GBP in CAD (proti USD) ugotovil sledeče:

1. Spremembe deviznih tečajev niso neodvisno in identično porazdeljene.
2. Vsak dan v tednu ima lahko drugačno porazdelitev, toda to ni zadostni pogoj za zavrnitev *IID* porazdelitve.
3. Med dnevnimi spremembami deviznih tečajev ni serijske korelacije[75].
4. Povprečna vrednost in varianca sprememb deviznih tečajev se s časom spreminjajo. Skupaj lahko zavrneta *IID* vsaj za CAD, DEM in CHF (Hsieh, 1988, str. 143).

[75] Vendar pa so variance relativnih sprememb deviznih tečajev, izračunane kot kvadrat dnevnih sprememb, visoko korelirane.

Sčasoma sta razlago za pojav leptokurtičnosti relativnih sprememb faktorjev tveganja ponudili dve tekmujoči hipotezi:

Prva ohranja predpostavko nepogojne (časovno neodvisne) porazdelitve relativnih sprememb faktorjev tveganja, toda ne več v skladu z normalno, temveč leptokurtično porazdelitvijo. Torej naj bi še vedno veljalo $\varepsilon_t \sim IID\ (0,1)$, le porazdelitev ε_t naj ne bi bila več normalna. Zato se pri modeliranju porazdelitve uporabi drugačno (nenormalno) porazdelitev, kot je npr. Studentova *t*-porazdelitev z *n* stopinjami prostosti (ki je ožja v vratu in ima debelejše repe kot normalna porazdelitev). Drugi modeli nepogojne porazdelitve obsegajo mešane normalne (*mixed-normal*) modele (ki porazdelitev spremenljivke generirajo iz dveh različnih normalnih porazdelitev[76]), simetrične in asimetrične stabilne Paretieve porazdelitve, mešane modele razpršitve skokov (*mixed-jump-diffusion models*)[77] itd.

Druga, alternativna razlaga, pa zagovarja stališče, da se relativne spremembe faktorjev tveganja porazdeljujejo z normalno porazdelitvijo, vendar ima ta časovno spremenljivo povprečno vrednost in varianco oz. $r_t \sim N\left(\mu_t, \sigma_t^2\right)$. Torej ne govorimo več o nepogojni (normalni)[78] porazdelitvi temveč o pogojni porazdelitvi; *IID* ne velja več, povprečna vrednost in varianca sta spremenljivi. Zagovorniki te razlage za rešitev zgornjega problema predlagajo uporabo modelov volatilnosti, s katerimi se bolj ali manj natančno modelira prihodnjo volatilnost. Med temi modeli je največjo pozornost prav gotovo dosegla skupina *GARCH* modelov, medtem ko je za večino praktikov kompromis med natančnostjo in zahtevnostjo pristop eksponentnega tehtanja drsečih sredin (*EWMA*), ki ga predstavljamo v nadaljevanju.

4.2.5 Modeliranje časovno spremenljive variance in kovariance

Ker se relativne spremembe deviznih tečajev v realnosti ne porazdeljujejo z nepogojno normalno porazdelitvijo, leži ena izmed rešitev problema v modeliranju časovno spremenljive variance. Če ohranimo predpostavko o normalni porazdelitvi relativnih sprememb deviznih tečajev, potem je rezultat pogojna normalna porazdelitev relativnih sprememb deviznih tečajev, in sicer pogojna od časa.

---

[76] Čeprav model sestavljata dve normalni porazdelitvi, pa generirana porazdelitev ni normalna in ima (glede na parametre μ in σ ene ali obeh normalnih porazdelitev) debelejše repe od normalne porazdelitve. Glej Zangari (1996a, str. 21 – 22).

[77] Ti modeli se od ostalih razlikujejo v tem, da opazovano stohastično spremenljivko modelirajo z uporabo »skokov« s predeterminirano frekvenco in intenziteto. Npr. slučajnemu gibanju deviznega tečaja z $\varepsilon_t \sim NIID\ (0,1)$ se lahko doda člen, ki bo spremembo deviznega tečaja enkrat letno povečal za dodatnih *n* %. Rezultat tega procesa je porazdelitev relativne spremembe opazovane spremenljivke (deviznega tečaja), ki je asimetrična in ima na levi strani debelejše repe (Duffie in Pan, 1997, str. 14).

[78] Poleg pogojnih normalnih porazdelitev obstajajo tudi modeli pogojnih nenormalnih (npr. Studentova *t*-) porazdelitev.

Na prvi pogled najlažja metoda izračunavanja časovno spremenljive variance izhaja v prvem koraku iz ocenjevanja variance opazovanega vzorca. V drugem koraku iz vzorca preteklih realiziranih sprememb deviznih tečajev izločimo zadnji člen in mu dodamo najnovejšega, ter ponovno ocenimo varianco. In postopek ponovimo. Dejansko gre za pristop enakega tehtanja drsečih sredin, saj se velikost vzorca ne spreminja, le nabor členov se spreminja s časom, tako da imamo v vzorcu vedno najnovejše realizirane spremembe deviznih tečajev:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(r_t - \hat{\mu})^2 \tag{85}$$

Vendar pristop enakega tehtanja drsečih sredin trpi za hudo pomanjkljivostjo, ki se ji reče tudi »učinek duha« (*ghost effect*). Če se namreč nenadoma dvigne volatilnost deviznih tečajev, se bo ta učinek takoj poznal v oceni variance; in bo tam ostal tudi potem, ko se je varianca že zdavnaj vrnila na svojo običajno raven. Dokončno pa bo izginil šele, ko bo ta člen izpadel iz vzorca, in takrat bo ocena variance padla (tako kot je na začetku narasla), čeprav se tisti dan ni zgodilo nič pretresljivega (Alexander, 1996, str. 280). Ker so v oceni variance v (85) vse opazovane relativne spremembe deviznih tečajev enako pomembne, ne glede na to, ali so se zgodile včeraj ali T dni nazaj, je bilo za potrebe bolj natančnega merjenja pogojne variance izbrati nekoli bolj zahtevno tehniko, in sicer:

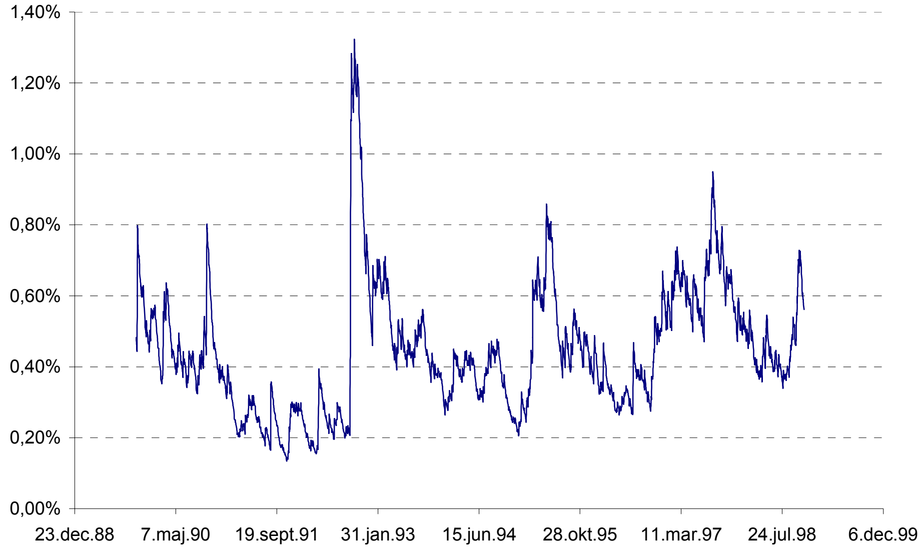
$$\hat{\sigma}^2 = (1-\lambda)\sum_{t=1}^{T}(r_t - \hat{\mu})^2 \lambda^{t-1} \tag{86}$$

(86) je zapis *EWMA* ali eksponentno tehtanih drsečih sredin variance. Ker je $0 < \lambda < 1$, dobijo ekstremni premiki vedno manjšo težo, bolj ko se od njih oddaljujemo, dokler (za velike t) skoraj ne izginejo. S to metodo »duhovi« v ocenjeni varianci izginejo (*Slika 10*). Kljub vsemu pa povečana/zmanjšana volatilnost še nekaj časa (vendar vsak dan manj) vpliva na oceno variance, in na tak način posnema obdobja povečane/znižane volatilnosti, ki so v realnosti precej pogosta. Ima pa enačba (86) še eno prednost, to je, da je rekurzivna, kar pomeni, da lahko (pod predpostavko neskončne časovne vrste podatkov, $t = \infty$) jutrišnjo varianco relativne spremembe deviznega tečaja napovemo na podlagi današnje ocenjene variance in današnje relativne spremembe deviznega tečaja, in sicer:

$$\hat{\sigma}^2_{i,t+1|t} = \lambda\hat{\sigma}^2_{i,t|t-1} + (1-\lambda)(r_{i,t} - \hat{\mu}_i)^2 \tag{87}$$

$\hat{\sigma}^2_{i,t+1|t}$ predstavlja oceno jutrišnje (t + 1) variance na podlagi dosedanjih podatkov (v času t). Torej imamo sedaj opravka s pogojno varianco, katere vrednost je odvisna od dosedanjih podatkov (variance, realizirane relativne spremembe deviznega tečaja). Iz (87) se tudi vidi vpliv višine λ; manjša ko je (bližje 0), bolj je ocena variance občutljiva na zadnjo spremembo volatilnosti. S (87) smo ocenili *EWMA* variance za GBP/DEM, iz katere smo v naslednjem koraku s korenjenjem izračunali pogojno volatilnost GBP/DEM tečaja, ki jo predstavlja *Slika 10*:

Slika 10: *EWMA* volatilnosti tečaja GBP/DEM



Vir: lastni izračun

Sprejetje predpostavke o pogojni normalni porazdelitvi relativne spremembe posameznega deviznega tečaja pa poleg modeliranja pogojne variance implicira tudi modeliranje pogojne kovariance. Tudi v tem primeru se uporabi metoda *EWMA*, in sicer:

$$\hat{\sigma}_{i,j}^{2} = (1-\lambda)\sum_{t=1}^{T}\lambda^{t-1}(r_{i,t}-\hat{\mu}_i)(r_{j,t}-\hat{\mu}_j) \tag{88}$$

$$\hat{\sigma}_{i,j,t+1|t}^{2} = \lambda\hat{\sigma}_{i,j,t|t-1}^{2} + (1-\lambda)(r_{i,t}-\hat{\mu}_i)(r_{j,t}-\hat{\mu}_j) \tag{89}$$

Vendar tudi metoda *EWMA* ni brez slabosti; ker je metoda zanesljiva le za napovedovanje za eno obdobje naprej, napovedovanje večobdobne prihodnje variance ne pride v poštev. Rešitev bi bila npr. v eksponentnem glajenju 25-dnevnih donosov (da bi tako dobili napoved mesečne variance), vendar za te namene pogosto nimamo dovolj podatkov (Alexander, 1996, str. 282). Druga slabost leži v določitvi faktorja glajenja, λ. Ta je lahko različen za različne donose, in tudi časovno spremenljiv[79].

---

[79] Poleg omenjenih statističnih pristopov pa stroka danes vedno bolj zagovarja uporabo volatilnosti, impliciranih v cenah opcij (glej tudi Jorion, 1995, str. 507-528). Medtem ko ocene prihodnje variance izračunane na podlagi *EWMA* ali *GARCH* modelov temeljijo na historičnih podatkih, ki ne morejo vedno zagotoviti najboljših napovedi *prihodnjih* tveganj, pa so volatilnosti implicirane v cenah opcij usmerjene v prihodnost. Volatilnost deviznih tečajev je pri ceni opcije (poleg smeri gibanja deviznega tečaja) dodatni faktor tveganja, ki vpliva na ceno opcije, tako lahko iz cene opcije z iterativno proceduro izločimo volatilnost. Vendar tudi ta metoda ni brez problemov (Cuthbertson in Nitzche, 2001, str. 667).

Na koncu samo povzetek gibanja časovne vrste relativnih sprememb deviznih tečajev v skladu z delta-normalnim pristopom, ki zagovarja časovno spremenljivo varianco (RiskMetrics^{TM}, 1996, str. 73):

$$r_{i,t} = \sigma_{i,t}\varepsilon_{i,t} \qquad \varepsilon_{i,t} \sim N(0,1) \tag{90}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_t \sim MVN(0, \mathbf{R}_t) \quad \boldsymbol{\varepsilon}_t = \begin{bmatrix}\varepsilon_{1,t} & \varepsilon_{2,t} & \cdots & \varepsilon_{N,t}\end{bmatrix} \tag{91}$$

kjer je $\mathbf{R}_t$ $N \times N$ matrika *časovno odvisnih* korelacijskih koeficientov. Kot vidimo iz (90), predpostavka o *NIID* za posamezno *i*-to časovno vrsto donosov ne velja več, pač pa velja predpostavka o pogojni (s *časovno spremenljivo* volatilnostjo, zato indeks *t*) a še vedno normalni porazdelitvi donosov. Še vedno velja tudi multivariatna normalna porazdelitev za vse (i = 1,...,N) časovne vrste, vendar s časovno spremenljivo matriko korelacijskih koeficientov. Kot bomo videli kasneje, je predpostavka o *MVN* izrednega pomena za vse parametrične pristope, saj olajša izračun porazdelitve donosa portfelja, ki je zgolj tehtana vsota posameznih donosov, tehtana vsota normalnih porazdelitev pa je tudi normalna porazdelitev.

V skladu z (90) se (logaritmirani) devizni tečaji gibljejo kot modificirano slučajno gibanje s pričakovanim odklonom $\mu = 0$ in časovno spremenljivim slučajnim odklonom $\sigma_t\varepsilon_t$, kjer velja $\varepsilon_t \sim N(0,1)$.

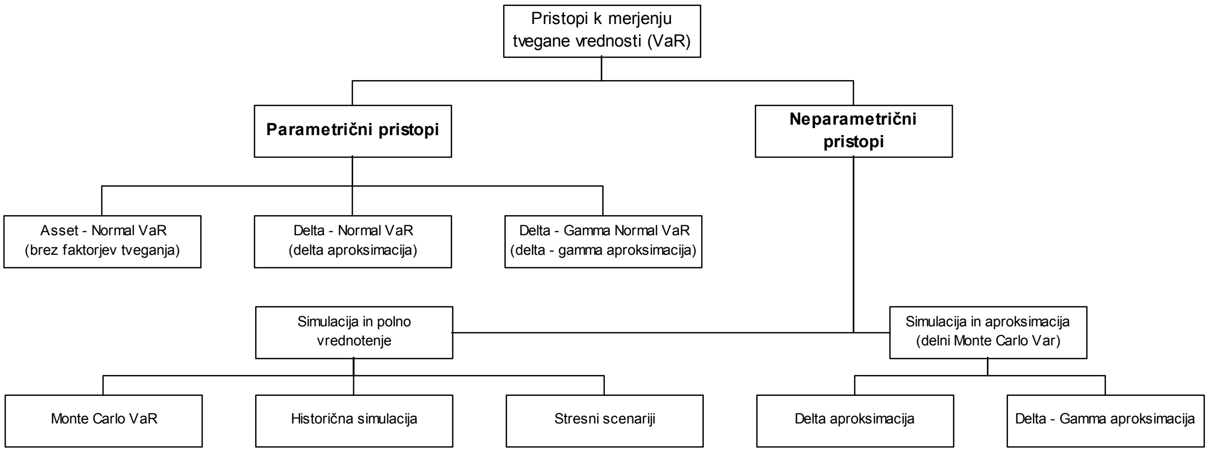
4.3 Poenostavljen prikaz Delta – normalnega pristopa

Iz *Slike 11* vidimo, da delta – normalni pristop sodi v skupino parametričnih pristopov. Značilnost parametričnih pristopov je izračun tvegane vrednosti z uporabo statističnih parametrov (kot sta povprečna vrednost in varianca) porazdelitve relativne spremembe posameznega *i*–tega faktorja tveganja. Pomembna predpostavka parametričnih pristopov je tudi predpostavka o pogojni normalni porazdelitvi relativne spremembe *i*–tega faktorja tveganja ((90) in (91)). Toda ker tvegane vrednosti portfelja ni mogoče izračunati neposredno iz porazdelitve relativnih sprememb posameznih faktorjev tveganja, je le-te potrebno pretransformirati v ustrezni kvantil porazdelitve dobičkov in izgub danega portfelja z uporabo variančno-kovariančne[80] matrike.

---

[80] Ker je porazdelitev dobičkov/izgub instrumenta ali portfelja instrumentov pogosto odvisna od gibanja več kot enega samega faktorja tveganja, z variančno-kovariančno matriko ocenimo, kako je korelirano gibanje posameznih faktorjev, ki vplivajo na dobičke/izgube instrumenta ali portfelja instrumentov.

Slika 11: Pristopi k merjenju tvegane vrednosti



Vir: Amman in Reich, 2001, str. 2

Delta – normalni pristop kot posamezne opazovane slučajne spremenljivke definira relativne spremembe različnih faktorjev tveganja, ki vplivajo na spremembo vrednosti opazovanega instrumenta oz. portfelja instrumentov[81]. Nato je te faktorje tveganja potrebno povezati z ustreznimi instrumenti danega portfelja, čemur pravimo mapiranje (*mapping*). V zadnjem koraku se z uporabo variančno–kovariančne matrike in delte[82] posameznega instrumenta multivariatna normalna porazdelitev relativnih sprememb faktorjev tveganja prevede v eno

---

81 Instrumenti so različne oblike bilančnih in izvenbilančnih postavk, ki jih imajo banke v svoji bilanci. Ker gre pri valutnem tveganju za tveganje izgube vrednosti kateregakoli instrumenta, katerega vrednost je posredno ali neposredno vezana na višino deviznega tečaja, sodijo med instrumente, pri katerih merimo valutno tveganje:

- klasični bančni posli, kot so dana devizna podjetniška, potrošniška in hipotekarna posojila, dolgoročne naložbe v tuje obveznice, dolgoročne kapitalske naložbe v tujini, kratkoročni dani/prejeti devizni bančni depoziti, vezane/vpogledne devizne vloge, prejeta devizna posojila in subordiniran dolg...
- klasični bančni posli, indeksirani na tujo valuto,
- posli trgovanja, kot so pozicije iz trgovanja s tujo valuto na promptnem trgu, pozicije iz trgovanja z obveznicami/menicami/delnicami/komercialnimi zapisi in drugimi instrumenti denarnega in kapitalskega trga, nominiranimi v tuji valuti ali indeksirani na tujo valuto,
- posli z izvedenimi finančnimi instrumenti na tujo valuto, kamor sodijo predvsem valutni terminski posli, medvalutne zamenjave obrestnih mer, valutne opcije ipd.

82 Delta instrumenta je matematično prvi odvod funkcije vrednosti instrumenta po spremembi določenega faktorja tveganja:

$\delta = \dfrac{\partial f}{\partial x}$, kjer je f funkcija vrednosti instrumenta, x je posamezni faktor tveganja, ∂ pa pomeni odvod.

Delta se običajno uporablja v povezavi z opcijami, kjer se kot faktor tveganja uporablja cena osnovnega instrumenta, tako da delta predstavlja občutljivost vrednosti opcije na spremembo cene osnovnega instrumenta. V tem primeru bomo delto označevali z Δ. Več o delti (in drugih »Grkih« v povezavi z opcijami v *Prilogi 1*).
Ker gre pri delti zgolj za lokalno aproksimacijo (prvi odvod funkcije vrednosti), se pri nelinearnih instrumentih, kot so opcije, uporablja še gamma, ki predstavlja občutljivost delte na spremembo faktorja tveganja.
V naši nalogi pomeni δ sprememba vrednosti instrumenta zaradi spremembe deviznega tečaja. Tako lahko portfelj banke razdelimo na 3 vrste instrumentov glede na δ: vsi neizvedeni finančni instrumenti imajo $\delta = 1$, lineani izvedeni finančni instrumenti, kot so terminski posli/pogodbe na tujo valuto, imajo $\delta < 1$ (ker je δ v tem primeru diskontni faktor, je njena oddaljenost od 1 odvisna od tuje obrestne mere in obdobja do zapadlosti), opcije na tujo valuto pa imajo $0 < \delta < 1$.

porazdelitev dobičkov in izgub danega portfelja. Vendar nas v tem primeru ne zanima celotna normalna porazdelitev dobičkov in izgub, temveč zgolj njen ustrezni kvantil. Tvegana vrednost je namreč ocena potencialne izgube vrednosti *danega* portfelja v določenem prihodnjem obdobju zaradi spremembe enega ali več faktorjev tveganja *ob določeni stopnji zaupanja.*

Najprej si poglejmo izračun tvegane vrednosti, ko imamo opravka s samo *enim* faktorjem tveganja. Torej opazujemo gibanje samo enega deviznega tečaja. V tem primeru moramo v prvem koraku oceniti prihodnjo ($t + 1$) porazdelitev relativnih sprememb tega faktorja tveganja, torej relativne spremembe ($i = 1$) deviznega tečaja. Ker predpostavljamo, da je $\mu_1 = 0$, moramo s pomočjo enačbe (87) oceniti samo še prihodnjo volatilnost relativnih sprememb deviznega tečaja $\sigma_{1,t+1|t}$, saj je $\varepsilon_{1,t}$ standardizirana normalna spremenljivka.

Ko smo torej ocenili porazdelitev relativnih sprememb točno določenega deviznega tečaja, je potrebno v drugem koraku iz ocenjene porazdelitve izračunati ustrezni kvantil porazdelitve dobičkov in izgub danega portfelja instrumentov (katerega vrednost je občutljiva na spremembo tega deviznega tečaja). Ker v Delta – normalnem pristopu predpostavljamo konstantno delto, torej konstantno linearno razmerje *relativna sprememba faktorja tveganja : sprememba vrednosti portfelja*, pri tej transformaciji uporabimo samo delto instrumenta (gammo, ki bi temu razmerju dodala konveksnost, izpustimo). Tako lahko izračunamo tvegano vrednost portfelja, katerega vrednost se proporcionalno spreminja v odvisnosti od spremembe deviznega tečaja z delto 1[83]:

$$VaR_1 = \left| V_{1,t} - V_{1,t+1} \right| = \left| V_{1,t} \times \left(1 - e^{1,65\sigma_{1,t+1|t}} \right) \right| \approx 1,65 \times \sigma_{1,t+1|t} \times V_{1,t} \qquad (92)^{84}$$

kjer je $V_{1,t}$ današnja tržna vrednost portfelja izražena v domači valuti. VaR_1 je v tem primeru peti centil (pogojne) normalne porazdelitve dobičkov in izgub danega portfelja, in tako predstavlja potencialno izgubo portfelja, izraženo v domači valuti, od danes do jutri, pri 5% stopnji zaupanja. Povedano drugače, pod predpostavko pogojne normalne porazdelitve relativnih sprememb faktorja tveganja $i = 1$, to je v našem primeru relativnih sprememb deviznega tečaja, *in* konstantnega linearnega razmerja med spremembo faktorja tveganja in spremembo vrednosti portfelja, je VaR_1 najnižja jutrišnja vrednost portfelja, ki bo jutri presežena (navzdol) samo s 5% verjetnostjo.

[83] Zaenkrat predpostavimo, da opazovani instrument ni izvedeni finančni instrument, saj bi v nasprotnem primeru morali upoštevati še faktor za finančni vzvod (več o tem v nadaljevanju). Posledično se vrednost opazovanih osnovnih (neizvedenih) instrumentov spreminja v odvisnosti od gibanja deviznega tečaja z delto 1.

[84] Medtem ko za levi del enačbe enakost velja, gre pri desnem zgolj za aproksimacijo, saj σ predstavlja volatilnost zvezne relativne spremembe faktorja tveganja, tvegano vrednost pa merimo kot absolutno spremembo vrednosti. Čeprav v RiskMetrics™ modelu zagovarjajo prednost uporabe zveznih sestavljenih donosov ravno iz razloga, ker le-ti onemogočajo negativnost cen in vrednosti, pa desna stran enačbe (92) omogoča ravno to. Ker pa so dnevne volatilnosti običajno zelo nizke (nižje od 1%), je zgornja aproksimacija sprejemljiva.

Razširitev metodologije izračuna tvegane vrednosti portfelja zaradi spreminjanja *več* faktorjev tveganja, torej več deviznih tečajev (i = 1,...,N), ne zahteva kompleksnejše nadgradnje. Zvezni sestavljeni donos portfelja jutri (t + 1) je preprosto (RiskMetrics^{TM}, 1996, str. 49):

$$r_{p,t+1} = \ln\left(\sum_{i=1}^{N} w_i e^{r_{i,t+1}}\right) \approx \sum_{i=1}^{N} w_i \times r_{i,t+1} \tag{93}$$

kjer je N število različnih faktorjev tveganja in w_i delež portfelja, katerega vrednost je občutljiva na določenega izmed N faktorjev tveganja. Ker je donos portfelja linearna kombinacija normalno porazdeljenih posameznih donosov, potem je tudi donos portfelja normalno porazdeljen. Če podobno kot zgoraj najprej izračunamo tvegano vrednost portfelja, katerega sestavljajo instrumenti z delto 1, le – to izračunamo po enačbi:

$$VaR_p = \left|V_{p,t} \times \left(1 - e^{1,65\times\sigma_{p,t+1|t}}\right)\right| \approx V_{p,t} \times 1,65 \times \sigma_{p,t+1|t} = V_{p,t} \times 1,65 \times \sqrt{\mathbf{w}^{\mathrm{T}}\mathbf{\Sigma}_{t+1|t}\mathbf{w}} \tag{94}$$

kjer je VaR_p tvegana vrednost portfelja, katerega vrednost je občutljiva na spremembo več faktorjev tveganja, v našem primeru deviznih tečajev. Enačba (94) je tudi zapis še enega izmed parametričnih modelov, t.i. *asset – normal modela* (*Slika 11*) ki se od delta – normalnega razlikuje samo v tem, da preskoči proces mapiranja in kot »faktorje tveganja« upošteva relativne spremembe cene vsake posamezne naložbe v portfelju. V tem primeru tudi ne upošteva delte, saj je odnos *relativna sprememba cene : sprememba vrednosti instrumenta* 1[85]. Zaradi potrebe po ocenjevanju varianc in kovarianc velikega števila faktorjev tveganja, pa tudi zaradi težavnosti oblikovanja ustrezne variančno-kovariančne matrike (ki mora biti semidefinitna pozitivna[86]), se ta pristop v praksi redkeje uporablja.

Vendar pa imamo v praksi opravka tudi z instrumenti, katerih delta ni enaka 1. V primeru merjenja *valutnega* tveganja s pomočjo delta – normalnega pristopa je vsak posamezni devizni tečaj svoj faktor tveganja[87], tako da imajo delto, različno od 1, le izvedeni finančni instrumenti na tujo valuto.

Toda v primeru izračuna tvegane vrednosti izvedenih finančnih instrumentov pa je potrebno poleg delte nujno upoštevati tudi finančni vzvod, ki ga posamezni izvedeni finančni instrument zagotavlja. Namreč tvegana vrednost opcije z delto blizu 1 ni enaka:

---

[85] Odveč je omeniti, da tako asset-normal kot delta-normal model odpovesta v primeru portfeljev z nelinearnimi instrumenti, saj upoštevata zgolj prvi odvod funkcije vrednosti.

[86] Kar pa je težko zagotoviti, ko imamo v portfelju visokokorelirane instrumente.

[87] Tudi Banka za mednarodne poravnave v primeru valutnega tveganja priporoča uporabo toliko deviznih tečajev (kot faktorje tveganja), kolikor ima banka v portfelju pomembnejših (*significant*) neto pozicij denominiranih v različnih tujih valutah (Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks, 1996).

$$VaR_1 \neq 1{,}65 \times \sigma_{1,t+1|t} \times \Delta_1 \times V_{1,t} \tag{95}$$

čeprav smo pravilno upoštevali delta učinek in čeprav pri opcijah z delto blizu 1 gamma učinek lahko izpustimo[88] ($V_{1,t}$ je današnja vrednost opcije). Zaradi finančnega vzvoda lahko pri opcijah (in drugih izvedenih finančnih instrumentih) izgubimo mnogokratnih potencialne neugodne spremembe deviznega tečaja (dokaz v *Prilogi 2*). Zato se v primeru izvedenih finančnih instrumentov upošteva tudi finančni vzvod, kar pomeni, da je potrebno vrednost izvedenega finančnega instrumenta prevesti v izpostavljenost ω_t z uporabo faktorja $\eta = \omega_t / V_t$, ki predstavlja finančni vzvod in kjer je $\omega_t = S_t \times$ št. enot tuje valute, na katero se glasi opcija, V_t pa trenutna tržna vrednost valutne opcije (izvedenega finančnega instrumenta). Tvegana vrednost zgoraj opisane opcije je tako bolj pravilno:

$$VaR_1 = \left| \left(1 - e^{1{,}65 \times \sigma_{1,t+1|t}}\right) \times \Delta_1 \times \omega_{1,t} \right| \approx 1{,}65 \times \sigma_{1,t+1|t} \times \Delta_1 \times \omega_{1,t} \tag{96}$$

Za osnovne (neizvedene) finančne instrumente seveda velja $\omega_t = V_t$, saj je $\eta = 1$. Za izračun tvegane vrednosti portfelja pa uporabimo sledečo enačbo:

$$VaR_p = 1{,}65 \times \sqrt{\mathbf{x}_t^{\mathrm{T}} \mathbf{\Sigma}_{t+1|t} \mathbf{x}_t} \tag{97}$$

kjer je $\mathbf{\Sigma}_{t+1|t}$ variančno-kovariančna matrika, ocenjena na podlagi današnjih podatkov, $\mathbf{x}_t$ pa vektor današnjih delta pozicij portfelja, izražen v absolutnem znesku, T pa pomeni transponiran. Člen pod korenom v (97) lahko bolj podrobno zapišemo kot:

$$\mathbf{x}_t^{\mathrm{T}} \mathbf{\Sigma}_{t+1|t} \mathbf{x}_t = \begin{bmatrix} \omega_{1,t}\Delta_1 \\ \vdots \\ \omega_{N,t}\Delta_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{11,t+1|t} & \sigma_{12,t+1|t} & \sigma_{13,t+1|t} & \cdots & \sigma_{1N,t+1|t} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{N1,t+1|t} & \sigma_{N2,t+1|t} & \sigma_{N3,t+1|t} & \cdots & \sigma_{NN,t+1|t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_{1,t}\Delta_1 & \cdots & \omega_{N,t}\Delta_N \end{bmatrix} \tag{98}$$

kjer je $\omega_{i,t}$ današnja izpostavljenost i-te pozicije v portfelju in Δ_i njena delta.

4.4 Delta – gamma aproksimacija

Delta – gamma aproksimacija kot zadnji izmed skupine parametričnih pristopov ponuja analitično rešitev za izračun tvegane vrednosti portfeljev, katerih velik delež predstavljajo pozicije v nelinearnih finančnih instrumentih – opcijah. Delta – normalni pristop pri izračunu tvegane vrednosti portfelja namreč upošteva samo delto instrumenta, ki implicira konstantno linearno razmerje med spremembo cene (osnovnega instrumenta) in spremembo vrednosti opcije. Ker gre zgolj za lokalno aproksimacijo, le-ta pri večjih premikih deviznih tečajev ne uspe opisati sicer nelinearnega razmerja med spremembo deviznih tečajev in spremembo vrednosti valutne opcije. Spremembo vrednosti valutne opcije (na enoto tuje valute) lahko zapišemo (z uporabo prvih dveh členov ekspanzije Taylorjeve vrste):

$$V_{t+1} - V_t \approx \Delta\left(S_{t+1} - S_t\right) + 0{,}5 \times \Gamma \times \left(S_{t+1} - S_t\right)^2 \qquad (99)$$

kjer je V_t trenutna tržna cena opcije, Δ je njena delta in Γ gamma. Gamma člen v razmerje med spremembo deviznega tečaja in spremembo vrednosti opcije vnaša pomembno nelinearnost, ki jo delta – normalni pristop ne upošteva.

Podobna nelinearnost je razvidna tudi iz razmerja med donosom valutne opcije in donosom deviznega tečaja, le da je tu potrebno upoštevati še finančni vzvod η (glej tudi *Prilogo 2*):

$$r_{opcija1,t} = \eta_1 \times \left[\Delta_1 r_{1,t} + 0{,}5 \times \Gamma_1 \times S_{1,t} \times \left(r_{1,t}\right)^2\right] \qquad (100)$$

Iz (100) vidimo, da porazdelitev donosov $r_{opcija1,t}$ ni normalna, čeprav se $r_{1,t}$ porazdeljuje normalno. $r_{opcija1,t}$ se namreč porazdeljuje s povprečno vrednostjo $0{,}5 \times \eta_1 \times \Gamma_1 \times S_{1,t} \times \left(r_{1,t}\right)^2$ in varianco $\eta_1^2 \times \left[\Delta_1^2 \sigma_{1,t}^2 + 0{,}5 \times \Gamma_1^2 \times S_{1,t}^2 \times \sigma_{1,t}^4\right]$, prav tako pa so za boljši opis porazdelitve potrebni tudi višji momenti kot sta parametra asimetričnosti in sploščenosti. V tem primeru izračun tvegane vrednosti opcije, kot smo ga predstavili v (96), ni ustrezen vsaj iz sledečih razlogov:

- povprečna vrednost porazdelitve donosov opcije v nasprotju z donosi deviznih tečajev ni 0;
- ker gre za asimetrično porazdelitev, 1,65 ne ustreza več petemu centilu porazdelitve.

Delta – gamma aproksimacija rešitev tega problema vidi (dokler ostajamo v okviru parametričnih pristopov, ki temeljijo na ocenjevanju porazdelitve sprememb faktorjev tveganja) v dveh metodah:

- ocenjenim prvim štirim momentom asimetrične porazdelitve donosov opcije poiščemo ustrezno Johnsonovo porazdelitev, ki se dani porazdelitvi donosov opcije kar najbolje prilega;
- poiščemo kritične točke porazdelitve donosov opcije (α*), ki ustrezajo predeterminiranim centilom (npr.: α = –1,65) z uporabo Cornish – Fisherjeve ekspanzije (Zangari, 1996, str. 9):

$$\alpha^* = \alpha - \frac{1}{6}\left(\alpha^2 - 1\right) \times \rho_3 + \frac{1}{24}\left(\alpha^3 - 3\alpha\right) \times \rho_4 - \frac{1}{36}\left(2\alpha^3 - 5\alpha\right) \times \rho_3 \qquad (101)$$

---

[88] Navadne evropske opcije, ki imajo delto blizu 1, imajo posledično zelo nizko gammo in vego (glej *Sliko P.1* v *Prilogi 1*), zato bi v tem primeru za izračun tvegane vrednosti teoretično lahko uporabili kar delta – normalni pristop.

kjer je ρ_3 ocena parametra asimetričnosti in ρ_4 ocena parametra sploščenosti. Ocenjene α^* nato uporabimo pri izračunu tvegane vrednosti (portfelja) opcij.

Žal pa tudi delta – gamma aproksimacija ni nič drugega kot zgolj nadgradnja delta – normalnega pristopa, ki sicer izboljša natančnost ocene tvegane vrednosti, ne ponudi pa dokončne rešitve za problem nelinearnosti portfelja. Ne samo, da gre za aproksimacijo (upoštevamo samo prva dva člena Taylorjeve ekspanzije), tudi ta pristop se ne ponudi dovolj natančne ocene tveganja kadar:

- ima opazovani portfelj pretežno opcijske karakteristike; v tem primeru je potrebno upoštevati vsaj še občutljivost vrednosti portfelja na spremembo volatilnosti deviznih tečajev (vega učinek), koristno pa je upoštevati še učinek časa (parametri nekaterih opcij so namreč zelo občutljivi na preostali čas do zapadlosti);
- kadar moramo ocenjevati tvegano vrednost nekoliko daljšega obdobja; v tem primeru preprosto množenje s korenom časa v primeru opcij ne velja več;
- kadar ocenjeni delta in gamma nista stabilni; delta – gamma aproksimacija namreč predpostavlja stabilno delto in gammo; v primeru, ko spremembe deviznih tečajev sprožijo večje spremembe delte in gamme (npr. pri *at-the-money* opcijah blizu zapadlosti), takrat tudi delta – gamma aproksimacija odpove.

V teh primerih se je potrebno poslužiti bolj naprednih pristopov k merjenju tvegane vrednosti, ki jih predstavljamo v nadaljevanju.

4.5 Neparametrični pristopi

Parametrični pristopi k merjenju tvegane vrednosti *a priori* predpostavljajo neko (običajno pogojno normalno) obliko porazdelitve faktorjev tveganja. Vendar lahko ta predpostavka v primeru nenormalne porazdelitve faktorja tveganja vodi k zelo pristranskim rezultatom. Zato neparametrični pristopi za faktorje tveganja vnaprej ne predpostavljajo nikakršne oblike porazdelitve.

4.5.1 Historična simulacija

Najlaže razumljiv izmed neparametričnih pristopov je pristop historične simulacije. Ta pristop temelji na sledečem konceptu:

$$r_{p,k} = \sum_{i=1}^{N} w_{i,t} \times r_{i,k} \qquad k = 1, \ldots, t \tag{102}$$

Historična simulacija uporabi časovno vrsto donosov vsakega izmed n posameznih instrumentov portfelja in na podlagi teh donosov (kjer so uteži w_i današnji deleži portfelja v posameznem instrumentu) izračuna donos portfelja in absolutno spremembo vrednosti portfelja za recimo zadnjih 1000 dni. Tu ne gre ze izračun dejanskih sprememb vrednosti portfelja, temveč za simulacijo gibanja sprememb vrednosti hipotetičnega portfelja današnjih instrumentov na podlagi zgodovinskih podatkov. Izračunane spremembe vrednosti portfelja se nato rangira od največje spremembe navzdol do največje spremembe navzgor. Tvegana vrednost pri 5% stopnji zaupanja je kar 51. rangirana vrednost (izmed 1000). Do podobnih rezultatov bi prišli, če bi namesto časovne vrste donosa *i*-tega instrumenta uporabili časovno vrsto cene tega instrumenta in spremembe vrednosti portfelja izračunali s pomočjo polnega vrednotenja (*full valuation*). To pomeni, da bi današnje instrumente v portfelju vrednotili v skladu s historičnimi cenami (in tako dobimo časovno vrsto vrednosti portfelja) in v naslednjem koraku izračunali časovno vrsto sprememb vrednosti portfelja, ki bi jo podobno kot zgoraj razvrstili po velikosti in nazadnje odčitali tvegano vrednost.

Zgoraj opisana metodologija je izredno preprosta, saj ne zahteva vnaprejšnjega eksplicitnega modeliranja parametrov porazdelitve, saj so le-ti implicitno že zajeti v zgodovinskih podatkih. Na tak način se izognemo vsem problemom ocenjevanja in modeliranja posameznih parametrov, prav tako pa se izognemo tveganju uporabe napačnega modela, katerega predpostavke ne ustrezajo našemu konkretnemu portfelju. Ker historična simulacija ne predpostavlja vnaprej oblike porazdelitve donosov (oz. sprememb vrednosti portfelja), lahko zajame tudi nelinearnosti opcijskega portfelja in celo vega tveganje.

Toda tudi historična simulacija ni brez slabosti. Prva (sicer intuitivna) slabost je popolna odvisnost ocene tveganja od določene uporabljene časovne vrste podatkov. Ti podatki lahko vključujejo nenavadne izjemne dogodke, ki se zelo verjetno ne bodo ponovili v bližnji prihodnosti, vendar vseeno vplivajo na izračun tvegane vrednosti.

Med najbolj perečimi problemi historične simulacije izstopa potreba po zelo dolgi časovni vrsti podatkov, če želimo, da bodo rezultati zanesljivi. Daljše ko imamo časovne vrste podatkov, bolj zanesljiva bo ocena tvegane vrednosti s pomočjo historične simulacije. Še toliko bolj to velja v primeru izračuna tvegane vrednosti pri 1% ali še manjši stopnji zaupanja, saj se bodo elementi spodnjega (1%) repa v povprečju pojavili samo 1-krat na 100 podatkov. Vendar je možno, da za nekatere instrumente cene iz dovolj oddaljene preteklosti ne obstajajo. Povrh vsega pa imamo v tem primeru konfliktno situacijo; uporaba podatkov iz oddaljene preteklosti sicer poveča zanesljivost ocene tvegane vrednosti, a je toliko manj ustrezna, kolikor je več podatkov izven obdobja trenutne konstantne visoke (nizke) volatilnosti, ki ne ustrezajo trenutni situaciji.

Poleg tega pa ta pristop omejujejo slabosti, ki smo jih omenili že pri ocenjevanju volatilnosti s pomočjo drsečih sredin; ker imajo vsi podatki v vzorcu isto težo, lahko precenimo pravo tveganje, če uporabimo časovno vrsto podatkov iz obdobja padajoče volatilnosti, saj bo potrebno nekaj časa, preden bodo podatki visoke volatilnosti izpadli iz vzorca (in obratno v primeru naraščajoče volatilnosti). In nenazadnje se tudi v primeru historične simulacije pojavi

»učinkek duha«, ko nadpovprečno opazovanje izpade iz vzorca zgodovinskih podatkov (Manganelli in Engle, 2001, str. 11).

Ne glede na omenjene slabosti je historična simulacija zaradi svoje preprostosti in intuitivnosti našla precej privržencev in danes predstavlja bolj dopolnitev kot pa nadomestilo delta – normalni pristopa. Vseeno pa previdnost pri tolmačenju rezultatov ne bo odveč.

4.5.2 Monte Carlo simulacija

Gre še za enega izmed neparametričnih pristopov, ki uporabniku omogoča generiranje poljubnega števila scenarijev gibanja posameznih faktorjev tveganja. V končnem koraku (tako kot pri historični simulaciji) preprosto odčitamo tvegano vrednost iz dobljene porazdelitve sprememb vrednosti portfelja.

Privlačnost te metode leži v njeni fleksibilnosti; čeprav običajno predpostavljamo neko multivariatno normalno porazdelitev donosov posameznega faktorja tveganja, na podlagi katere nato s pomočjo enačbe enega izmed stohastičnih procesov (običajno geometrijskega brownovega gibanja, glej (103) spodaj in (P.1.7) v *Prilogi 1*) generiramo poljubno število scenarijev gibanja faktorja tveganja, porazdelitev teh faktorjev tveganja ni normalna. V primeru uporabe geometrijskega brownovega gibanja bo le-ta lognormalna, v primeru uporabe procesa skokovitih razpršitev bo njihova porazdelitev asimetrična v levo ipd.

V naslednjem koraku je potrebno to s scenariji generirano porazdelitev faktorjev tveganja pretransformirati v porazdelitev spremembe vrednosti posameznih instrumentov z uporabo (i) metode polnega vrednotenja, (ii) delta aproksimacijo ali (iii) delta-gamma aproksimacijo. Odveč je omeniti, da delta aproksimacija za portfelje z nelinearnimi karakteristikami ni priporočljiva.

Npr. izračun tvegane vrednosti valutne opcije v obdobju 5 dni pri 5% stopnji zaupanja se opravi na sledeč način:
V prvem koraku generiramo poljubno število (običajno več kot 1000) scenarijev 5-dnevnega gibanja deviznega tečaja v skladu s sledečo formulo[89]:

$$S_{t+1} = S_t \exp\left[\left(\mu - \tfrac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t + \sigma\varepsilon_t\sqrt{\Delta t}\right] \tag{103}$$

[89] Lahko pa bi tudi predpostavili, da je devizni tečaj lognormalno porazdeljen s povprečno vrednostjo enako današnjemu deviznemu tečaju (Holton, 1998, str. 16). V tem primeru enačbo (103) modificiramo v:
$S_{t+1} = S_t \times e^{\sigma\varepsilon_t\sqrt{\Delta t}}$
Dodatno je v modeliranje gibanje deviznih tečajev namesto konstantne volatilnosti σ možno vključiti časovno spremenljivo volatilnost σ_t, kar je bolj smiselno za daljša opazovana obdobja kot pa za nekajdnevne simulacije.

kjer je μ konstantni pričakovani letni donos deviznega tečaja in σ^2 njegova pričakovana letna volatilnost. Δt predstavlja en korak v scenariju ali 1/250 leta (če upoštevamo, da ima leto 250 delovnih dni).

Če pa bi radi skrajšali postopek in nas zanima izključno samo devizni tečaj v 5. dnevu, ne pa celotno 5-dnevno gibanje tečaja, potem generiramo 1000 scenarijev po sledeči formuli[90]:

$$S_{t+5} = S_t \exp\left[\left(\mu - \tfrac{1}{2}\sigma^2\right)\frac{5}{250} + \sigma\varepsilon_t\sqrt{\frac{5}{250}}\right] \tag{104}$$

V drugem koraku pa je potrebno z (103) in (104) generirano porazdelitev faktorjev tveganja, v našem primeru porazdelitev deviznega tečaja v 5. dnevu, pretvoriti v porazdelitev vrednosti valutne opcije. Kot smo že omenili, to lahko storimo s pomočjo polnega vrednotenja, kar pomeni, da bi simulirane devizne tečaje uporabili v Garman– Kohlhagen formuli za vrednotenje valutnih opcij in izračunali točno vrednost valutne opcije (za eno enoto tuje valute) 5 dni kasneje (to seveda pomeni tudi skrajšanje časa do zapadlosti opcije za 5 dni).

$$VaR = \left|GK(S_t, t) - GK(S_{t+5}, t+5)\right| \tag{105}$$

Kjer *GK* pomeni Garman–Kohlhagen formulo, v katero sta inputa devizni tečaj S_t in čas do zapadlosti t. Seveda so relevantni inputi v Garman–Kohlhagen formuli za vrednotenje valutnih opcij tudi drugi faktorji tveganja (domače in tuje obrestne mere, volatilnost deviznih tečajev), katerih korelirano gibanje bi jih bilo potrebno prav tako simulirati in uporabiti v formuli za vrednotenje opcij. To se naredi z uporabo t.i. Choleskyjeve faktorizacije (*Cholesky factorisation*)[91]. V kolikor zgornji pristop polnega vrednotenja zaradi računske kompleksnosti ne pride v poštev, ponuja alternativen pristop (uporaben za linearne instrumente a neuporaben za opcije) delta aproksimacija:

$$VaR = \left|\Delta(S_t - S_{t+5})\right| \tag{106}$$

Od delta aproksimacije bolj natančen izračun tvegane vrednosti pa dobimo z delta-gamma aproksimacijo:

$$VaR = \left|\Delta(S_t - S_{t+5}) + 0{,}5 \times \Gamma \times (S_t - S_{t+5})^2\right| \tag{107}$$

---

[90] Ker geometrijsko brownovo gibanje predpostavlja $\varepsilon_t \sim NIID\ (0,1)$, potem množenje s korenom časa ni sporno.

[91] Gre za dekompozicijo simetrične matrike korelacijskih koeficientov v **R** = **T'T**, kjer je **T** trikotna matrika z ničelnimi elementi v zgornjem desnem kotu.

Opisani pristop k merjenju tvegane vrednosti v praksi odlikujeta dve bistveni lastnosti: natančnost in fleksibilnost. Monte Carlo simulacija namreč lahko zajame nelineranosti, tveganje spremembe volatilnosti, učinek preteka časa, debele repe in celo specifične, s strani uporabnika določene scenarije gibanja faktorja tveganja. Ta pristop z razliko od parametričnih pristopov temelji na generiranju celotne porazdelitve spremembe vrednosti portfelja in ne zgolj na določenem predeterminiranem kvantilu; s tem je omogočena tudi analiza pričakovanih izgub tistega dela porazdelitve, ki leži za izračunano tvegano vrednostjo.

Vendar ne glede na to, da ima Monte Carlo simulacija mnoge prednosti pred ostalimi pristopi k merjenju tvegane vrednosti, pa je njena največja pomanjkljivost potreba po močnih računalniških zmogljivostih. Še posebej to velja v primeru merjenja valutnega tveganja portfelja kompleksnejših instrumentov, kot so npr. eksotične opcije, pri katerih že samo vrednotenje instrumenta zahteva simulacijo gibanja posameznega faktorja tveganja, kar na koncu privede do situacije, kjer imamo simulacije v simulaciji. Druga slabost tega pristopa je zanašanje na (i) določen stohastični proces, namenjen simulaciji gibanja posameznega faktorja tveganja, in (ii) na določen model vrednotenja instrumentov (npr. Garman–Kohlhagen formula za vrednotenje valutnih opcij). Obstaja namreč tveganje, da ti procesi / modeli niso pravilni, čemur pravimo tudi tveganje modela (*model risk*). Holton (1998, str. 16) navaja še sledeče pomanjkljivosti Monte Carlo simulacije:

- ocene variance in kovariance na podlagi historičnih podatkov, ki jih uporabimo pri generiranju scenarijev, nosijo vzorčno napako (*sampling error*);
- ker so tržni pogoji časovno spremenljivi (spremenljiva povprečna vrednost in varianca porazdelitve posameznih faktorjev tveganja), tudi historični podatki, na podlagi katerih ocenimo variance in kovariance, nepopolno opisujejo današnje tržne pogoje;
- generator slučajnih števil lahko povzroči pristranskost rezultatov.

Podobno kot pri historični simulaciji se prva in druga pomanjkljivost zgoraj izključujeta, saj večja natančnost vzorčne ocene zahteva večji vzorec, žal pa ocenjeni parametri večjega vzorca vedno slabše opisujejo današnje tržne pogoje.

Ne glede na omenjene slabosti Monte Carlo simulacija danes velja za najbolj natančen in popoln pristop k merjenju tvegane vrednosti. Poleg tega njegovo superiornost nad ostalimi pristopi dodatno determinira neomejen spekter prilagoditev simulacij uporabnikovim željam in potrebam. In nenazadnje možnost, da posamezne simulacije ponovimo poljubno-krat, omogoča, da tvegano vrednost izračunamo glede na željeno stopnjo natančnosti. Vendar ima opisana fleksibilnost svojo ceno – potrebo po zmogljivih računalniških kapacitetah in daljšem času izračuna tvegane vrednosti.

4.6 Primerjava in uporaba različnih pristopov merjenja tvegane vrednosti

Povzetek prednosti in slabosti vsakega izmed omenjenih glavnih pristopov merjenja tvegane vrednosti (Delta – normalnega pristopa, historične in Monte Carlo simulacije), prikazuje *Tabela 3*.

Tabela 3: Prednosti in slabosti posameznih VaR pristopov

		Delta – normalni p.	Monte Carlo simulacija	Historična simulacija
Slabosti	predpostavlja konstantno linearno in simetrično razmerje med spremembo vrednosti in spremembo faktorja tveganja	-		
	predpostavlja lognormalno porazdelitev faktorjev tveganja	-	-	
	predpostavlja konstantne volatilnosti in korelacije	-	(-)	
	potrebuje časovno vrsto faktorjev tveganja			-
	potrebuje podatke o volatilnosti in korelacijah	-	-	
	dolgotrajna		-	-
Prednosti	hitra	+		
	določi scenarije		+	+
	določi verjetnosti	+	+	+
	velja za dolgo opazovano obdobje		+	
	vključuje vega in theta tveganje		(+)	+
	natančna (vključuje velike vzorce)	+	+	

Vir: Deutsch, 2003

Kot vidimo iz *Tabele 3* in *Slike 11* imamo danes možnost izbirati med številnimi pristopi izračuna tvegane vrednosti. V osnovi jih delimo na parametrične in neparametrične pristope, lahko pa bi jih razdelili tudi na pristope, ki temeljijo na lokalnem vrednotenju in pristope, ki zahtevajo polno vrednotenje. Ker ima vsak izmed pristopov določene prednosti in pomanjkljivosti, je končna izbira pristopa v praksi v večini primerov odvisna od sestave portfelja: za portfelje z malo ali brez opcij in normalno porazdeljenimi donosi faktorjev tveganja je delta – normalni pristop gotovo boljša izbira. Izračun tvegane vrednosti bo hiter, natančen, in lahko razumljiv. V primeru, ko imamo opravka z nelinearnimi instrumenti, pa se moramo poslužiti katerega izmed neparametričnih pristopov.

Dodana vrednost uporabe zgoraj omenjenih sofisticiranih pristopov k merjenju tveganj v procesu obvladovanja tveganj pa ni omejena zgolj na izračun tvegane vrednosti, torej na izračun potencialne izgube danega portfelja v določenem prihodnjem obdobju ob dani stopnji zaupanja. Koncept tvegane vrednosti je uporabljiv tudi na številnih drugih področjih, npr. (Duffie in Pan, 1997, str. 2):

- omogoča razstavitev skupne tvegane vrednosti na tveganje posameznih portfeljev, instrumentov, organizacijskih enot, trgovcev in celo transakcij;

- omogoča alokacijo kapitala, limitov[92] in drugih redkih resursov banke na profitne centre;
- ponudi informacijo o bančni integriranosti in nivoju tehnologije obvladovanja tveganj zainteresiranim zunanjim strankam, kot so nasprotne stranke v poslu, regulatorji, revizorji, rating agencije, finančni tisk, delničarji in drugi;
- omogoča oceno tveganju prilagojene profitabilnosti profitnih centrov in trgovcev[93],
- zavaruje banko pred pretresi na finančnih trgih[94].

Kot vidimo, je uporaba koncepta tvegane vrednosti danes neobhodno potrebna pri vseh tistih kategorijah, ki so posredno ali neposredno povezane s tveganji. V mislih imamo profitabilnost, trgovanje in omejevanje izpostavljenosti tveganjem, alokacijo kapitala na profitne centre, izračun regulatornega kapitala, predstavitev zainteresiranim skupinam naklonjenost banke k prevzemanju tveganj, in še bi lahko naštevali. Spekter uporabe koncepta tvegane vrednosti je tako širok, da danes predstavlja ne več neko napredno tehnologijo, temveč standard v bančni panogi.

Vendar tudi če je izračunana tvegana vrednost natančna in pravilna, še vedno ne izmeri največje potencialne izgube. Tudi pri 1% stopnji zaupanja bo na dolgi rok izguba presegla izračunano tvegano vrednost v povprečju enkrat na vsakih 100 dni. Finančni pretresi in drugi izjemni dogodki pa frekvenco preseganja tvegane vrednosti samo še povečujejo, zato je tvegano vrednost nujno potrebno komplementirati z rezultati testiranja stresnih scenarijev (*stress testing*). Vseeno pa se je pri interpretaciji dobljenih rezultatov treba zavedati dejstva, da so statistično ocenjene kategorije ne glede na naprednost uporabljenih tehnik še vedno samo ocene in približki. Tako se tudi obvladovanje tveganj s pomočjo koncepta tvegane vrednosti v neki točki ustavi. Tam matematično – statistične tehnike nadomestijo drugi, bolj kvalitativni faktorji, kot so izkušnje, občutek za trg in nagnjenost k prevzemanju tveganj. Koncept tvegane vrednosti je namreč samo orodje in kot tako potreben, ne pa tudi zadosten pogoj za uspešno obvladovanje tveganj. Zato tudi ne preseneča, da mnogi v funkciji obvladovanja tveganj vsemu napredku navkljub še vedno vidijo bolj umetnost kot znanost.

---

92 Izhodišče limitnega sistema je oblikovanje enega globalnega limita za celotno tržno knjigo banke. Ta definira največjo možno izgubo in je kot tak usklajen s konceptom tvegane vrednosti. Višina globalnega limita je odvisna od pripravljenosti uprave banke nositi tveganja, kapacitet banke absorbirati potencialne izgube in določb bančnega nadzora glede potrebne višine kapitala banke za pokrivanje tržnih tveganj. Globalni limit se nato porazdeli navzdol na posamezna področja trgovanja in naprej na posamezne trgovce in produkte (glede na profitni potencial posameznega področja trgovanja). Če pri tem upoštevamo učinke diverzifikacije, bo vsota *VaR* limitov posameznih področij trgovanja večja od globalnega limita banke (Locarek-Junge, Straßberger in Vollbehr, 2000, str. 835).

93 Pogodbe med banko in posameznimi trgovci le-te bogato nagrajujejo v primeru njihove uspešnosti; vendar ta agentski odnos vodi k prekomernemu prevzemanju tveganj, saj posamezni trgovec na ta način lahko zasluži bogastvo, izgubiti pa ne more več kot delovno mesto. Njihov položaj bi najbolje opisali z dolgo pozicijo v opciji, kjer je maksimalna izguba omejena z vplačano premijo (Jorion, 2001, str. 514).

94 Uporabo koncepta tvegane vrednosti pri določitvi kapitalskih zahtev za tržna tveganja je Banka za mednarodne poravnave predlagala nacionalnim regulatorjem že leta 1998, pod pogojem, da banka izpolnjuje številne kvalitativne in kvantitativne kriterije (Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks, 1996; Sklep o kapitalski ustreznosti bank in hranilnic, 2002).

5. SKLEP

Magistrsko nalogo zaključujemo z nekaterimi glavnimi ugotovitvami. Že v uvodnem poglavju smo kot cilj naloge navedli predstavitev in razumevanje interakcije med sicer zelo različnimi ekonomskimi pojmi, kot so devizni tečaj, valutno tveganje in banke. Toda kot smo imeli priložnost spoznati, so omenjeni pojmi neločljivo povezani v primeru, ko govorimo o obvladovanju valutnega tveganja v bankah.

Prvi izmed treh večjih sklopov naloge predstavlja evolucijo modelov gibanja deviznega tečaja, saj so ekonomisti že od nekdaj poskušali napovedati gibanje te pomembne ekonomske in finančne spremenljivke. V grobem med seboj ločujemo dve vrsti analize gibanja deviznega tečaja: temeljno analizo, ki poskuša gibanje deviznega tečaja pojasniti s pomočjo gibanja glavnih makroekonomskih spremenljivk, in tehnično analizo, ki napoved prihodnjega gibanja deviznega tečaja izpelje iz njegovega preteklega gibanja. Empirični rezultati so ovrgli zanesljivost kratkoročne napovedi gibanja deviznega tečaja tako za prvo kot za drugo metodo, medtem ko so rezultati dolgoročnega napovedovanja s pomočjo temeljne analize nekoliko bolj spodbudni. Dokazano je bilo, da stohastični proces slučajnega gibanja po zanesljivosti prekaša katerikoli drugi strukturni model deviznega tečaja. In dejansko je analiza gibanja številnih časovnih vrst deviznih tečajev pokazala, da se gibanja deviznega tečaja na kratki rok skoraj ne da ločiti od slučajnega gibanja, tako da se v praksi pogosto zagovarja stališče, da je najboljša napoved jutrišnjega tečaja kar današnji tečaj. Ta naj bi tudi vključeval že vse danes znane informacije, jutrišnja sprememba tečaja pa naj bi bila slučajna, spremenljiva, vztrajna in odvisna od prihoda novih informacij, različnih pričakovanj o pomembnih novih informacijah, različnih interpretacij obstoječih informacij ali preprosto pomanjkanja kakršnihkoli relevantnih informacij. Z drugimi besedami: ne samo, da se gibanje deviznega tečaja komajda loči od stohastičnega procesa slučajnega gibanja, ampak ima to slučajno gibanje tudi časovno spremenljivo in avtokorelirano varianco. To pomeni, da se intenziteta oscilacij deviznega tečaja v času spreminja, in to tako, da se menjavajo obdobja visoke in nizke volatilnosti deviznega tečaja.

Zgornje ugotovitve glede gibanja deviznega tečaja in nezmožnost napovedati prihodnji devizni tečaj pa nosijo pomembne implikacije za razvoj finančnega trga – ker se torej devizni tečaj giblje skoraj slučajno in nepredvidljivo, je kot tak stohastična spremenljivka, ki povzroča tveganje. Zato devizni tečaj imenujemo tudi faktor tveganja. Namreč če bi bil devizni tečaj fiksen oziroma če bi njegovo prihodnje gibanje lahko z gotovostjo pravilno napovedali, potem o tveganju kot razpršitvi nepričakovanih izidov opazovane kategorije ne bi mogli govoriti. Tveganje pa različni udeleženci trga sprejemajo različno – nefinančni udeleženci trga ga običajno niso pripravljeni nositi, saj je njihova specializacija proizvodnja dobrin in storitev ter s tem povezano upravljanje poslovnih tveganj, nikakor pa ne prevzemanje finančnih tveganj. Nasprotno tveganje za večino bank predstavlja poslovno priložnost – bankam z dolgoletno ekspertizo prevzemanja in obvladovanja kreditnih, obrestnih in likvidnostnih tveganj je prevzemanje valutnih (in drugih tržnih) tveganj zgolj razširilo asortiman bančnih produktov za stranke.

Izvedene finančne instrumente na tujo valuto smo predstavili v drugem sklopu magistrske naloge. Njihov nesluten razvoj je posledica dejstva, da določeni udeleženci trga niso pripravljeni nositi tveganja (za njih neugodne) spremembe deviznih tečajev, zato z namenom varovanja pred valutnim tveganjem vstopajo v posle z izvedenimi finančnimi instrumenti, ki to tveganje replicirajo in prenašajo na banke kot tiste udeležence trga, ki so valutno tveganje pripravljene prevzemati. Toda banke se valutnemu tveganju ne izpostavljajo zgolj zaradi prevzemanja valutnega tveganja svojih strank (preko uporabe izvedenih finančnih instrumentov na tujo valuto); glavni vir izpostavljenosti bank valutnemu tveganju danes izhaja iz trgovanja v svojem imenu in za svoj račun. Banke namreč večino trgovanja tako na promptnem trgu tuje valute kot na OTC in organiziranih trgih izvedenih finančnih instrumentov opravijo v želji po povečanju zaslužka. Odpiranje špekulativnih promptnih in terminskih pozicij ter pozicij v opcijah je tako posledica profitnega motiva bank. Selektivno prevzemanje valutnega tveganja in njegovo kasnejše upravljanje bankam prinaša dodatne zaslužke, zato je v zadnjem času trgovanje s tujo valuto v primerjavi s klasičnim komercialnim bančništvom pridobilo na pomenu in danes predstavlja enega pomembnejših poslovnih področij v vsaki večji mednarodni banki.

Toda posledice prevzemanja valutnega tveganja se ne kažejo zmeraj samo v povečanih dobičkih – ena osnovnih finančnih zakonitosti govori o tem, da je na učinkovitem trgu donos mogoče povečati zgolj ob prevzemanju večjega tveganja. Torej je na dolgi rok prevzemanje valutnega tveganja dobičkonosno le pod pogojem: da ima banka izkušen trgovski kader, ki se zna pravilno pozicionirati na trgu; in da ima banka razvito funkcijo obvladovanja tveganj, ki prevzeta tveganja ustrezno omeji in neprestano spremlja. Dasiravno v nalogi zaradi preobširnosti tematike niso bili predstavljeni vsi potrebni elementi uspešnega obvladovanja tveganj v bankah, je bil predmet zadnjega večjega sklopa naloge tehnični vidik merjenja tveganj s pomočjo koncepta tvegane vrednosti. Pokazali smo, na kakšnih predpostavkah temelji posamezni pristop metode tvegane vrednosti, in kako te predpostavke zdržijo v praksi. Ugotovili smo, da parametrični pristopi temeljijo na množici predpostavk, ki pogosto preveč poenostavljeno predstavljajo realnost. Zato ti pristopi niso primerni za banke s portfelji kompleksnejših instrumentov, za banke s pretežno linearnimi instrumenti pa predstavljajo hitro, relativno natančno in računsko nezahtevno rešitev. Nasprotno se morajo banke z večjim portfeljem opcij in drugih kompleksnih instrumentov posluževati bolj naprednih pristopov, ki temeljijo na simulacijskih metodah. Toda kompleksnim matematično-statističnim tehnikam uporabljenim v kateremkoli izmed teh pristopov se ne smemo nikoli pustiti zaslepiti – metoda tvegane vrednosti je še vedno zgolj statistični konstrukt, katerega rezultati niso nič drugega kot ocene in približki. Obvladovanje tveganj pač ni ekzaktna znanost, temveč stroka, kjer lastne izkušnje in občutek za dogajanje na finančnih trgih zasedajo ključno mesto.

Čisto za konec samo še kratek komentar: naloga je bila pripravljena v želji, da vsem, ki se v slovenskem bančništvu profesionalno ukvarjajo bodisi s trgovanjem bodisi z obvladovanjem tveganj, osvetli ključne povezave med deviznim tečajem in valutnim tveganjem. Čeprav naloga pokriva zgolj devizni tečaj, trgovanje z instrumenti trga tuje valute in obvladovanje valutnega tveganja, pa je način razmišljanja uporaben tudi v primeru lastniških, dolžniških (obrestnih) instrumentov, ki so tudi sicer pogosti v slovenskem prostoru. Vse prepogosto se namreč dogaja, da trgovci ne poznajo, katera tveganja prevzemajo, zaposleni na področju obvladovanja tveganj pa ne poznajo dovolj dobro delovanja finančnih trgov in njihovih instrumentov. Če bo katerakoli od teh nejasnosti zahvaljujoč tej nalogi v prihodnje razjasnjena, je bil cilj dosežen.

6. LITERATURA

1. Alexander Carol: *Evaluating The Use Of Riskmetrics™ As A Risk Management Tool For Your Operation. What Are Its Advantages And Limitations?*. Derivatives: Use Trading and Regulation, 1996, 2, str. 277 – 285

2. Allen Helen, Taylor Mark: *Charts, Noise and Fundamentals in the London Foreign Exchange Market*. The Economic Journal, 100, 1990, str. 49 - 59

3. Amman Manuel, Reich Christian: *Value-at-Risk for Nonlinear Financial Instruments – Linear Approximation or Full Monte-Carlo?*. Basel: WWZ/Department of Finance, Working paper No. 8/01, 2001. 18 str.

4. Bessis Joël: *Risk Management in Banking, Second Edition*. Chicester: John Wiley & Sons, 2003. 792 str.

5. Bodie Zvi, Kane Alex, Marcus Alan: *Investments*. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 1999. 967 str.

6. Bollerslev Tim: *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*. Journal of Econometrics, 1986, 31, str. 307 - 327

7. Bollerslev Tim, Melvin Michael: *Bid – ask spreads and volatility in the foreign exchange market. An empirical analysis*. Journal of International Economics, 1994, 36, str. 355 – 372

8. Cuthebertson Keith, Nitzche Dirk: *Investments: Spot and Derivative Markets*. Chicester: John Wiley & Sons, 2001. 732 str.

9. Cuthebertson Keith, Nitzche Dirk: *Financial Engeneering: Derivatives and Risk Management*. Chicester: John Wiley & Sons, 2001. 824 str.

10. DeGrauwe Paul, Dewachter Hans, Embrecht Mark. *Exchange rate theory: Chaotic models of foreign exchange markets*. Oxword: Blackwell, 1993. 273 str.

11. Duffie Darrel, Pan Jun: *An Overview of Value at Risk*. Stanford: Stanford University Working paper, 1997. 80 str.

12. Dunn Robert, Mutti James: *International Economics, Fifth Edition*. London: Routledge, 2000. 598 str.

13. Eiteman David, Stonehill Arthur, Moffet Michael: *Multinational Business Finance*. New York: Addison-Wesley Publishing Company, 1997. 854 str.

14. Enders Walter: *Applied Econometric Time Series*. New York: John Willey & Sons, 1995. 433 str.

15. Fenny Michael:*Charting the Foreign Exchange Market*. V Dunis Christian, Fenny Michael: *Exchange Rate Forecasting*. New York: Woodhead – Faulkner, 1989. 356 str.

16. Floyd John: *Real Exchange Rates, Efficient Markets and Uncovered Interest Parity: A Review*. Toronto: Working paper of University of Toronto, 2002. 51 str.

17. Frankel A. Jeffrey: *On the Mark: A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differentials*. American Economic Review, 1979, Vol. 69, No. 4, str. 610 – 622

18. Frankel A. Jeffrey, Froot Kenneth: *Chartists, Fundamentalists, and Trading in the Foreign Exchange Market*. American Economic Review, 1990, Vol. 80, No. 2, str. 24 - 38

19. Galati Gabriele: *Trading Volumes, Volatility and Spreads in Foreign Exchange Markets: Evidence from Emerging Market Countries*. Basel: BIS Working Papers, 2001. 31 str.

20. Galati Gabriele, Ho Corrinne: *Macroeconomic news and the euro/dollar exchange rate*. Basel: BIS Working Papers, 2001. 27 str.

21. Gujarati N. Damodar: *Basic Econometrics, Third Edition*. New York: McGraw – Hill, 1995. 838 str.

22. Hanenberg Ludger: *Zur Verlautbarung über Mindestanforderungen an das Betreiben von Handelsgeschäften der Kreditinstitute des Bundesaufsichtsamtes für das Kreditwesen. Die Wirtschaftsprüfung*, 1996, 18, str. 637 - 648

23. Hansen Lars Peter, Hodrick J. Robert: *Forward Exchange Rates as Optimal Predictors of Future Spot Rates: An Econometric Analysis*. Journal of Political Economy, 1980, Vol. 88, No. 51, str. 829 - 853

24. Hartmann Philipp: *Trading volumes and transaction costs in the foreign exchange market: Evidence from daily dollar – yen spot data*. Journal of Banking and Finance, 1999, 23, str. 801 – 824.

25. Holton A. Glyn: *Simulating Value-at-Risk*. The Journal of Performance Measurement, 1998, 3, str. 11 – 21

26. Hsieh A. David: *The Statistical Properties of Daily Foreign Exchange Rates: 1974 – 1983*. Journal of International Economics, 1988, 24, str. 129 – 145

27. Hull John: *Options, Futures, and Other Derivatives, 4th Edition*. London: Prentice-Hall International, 2000. 698 str.

28. Isard Peter: *Exchange Rate Economics*. Cabridge: Cambridge University Press, 1995. 275 str.

29. Jorion Philippe: *Value at risk: the new benchmark for managing financial risk, 2nd Edition*. New York: McGraw – Hill, 2001. 544 str.

30. Jorion Philippe: *Predicting Volatility in the Foreign Exchange Market*. The Journal of Finance, 1995, 50, str. 507 - 528

31. Locarek-Junge Hermann, Strassberger Mario, Vollbehr Hennig*: Dynamische Limitsetzung*. V Lutz Johannig, Bernd Rudolph: *Handbuch Risikomanagement*. Bad Sonnen am Taunus: Uhlenbruch Verlag, 2000. 1400 str.

32. Manganelli Simone, Engle Robert: Value at Risk Models in Finance. Frankfurt am Main: European Central Bank Working Paper No. 75, 2001. 35 str.

33. Penza Pietro, Bansal K. Vipul: *Measuring market risk with value at risk*. New York: John Wiley & Sons, 2001. 302 str.

34. Messe Richard, Rogoff Keneth: *Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample?*. Journal of International Economics, 1983, 14, str. 3 – 24

35. Ribnikar Ivan: *Denarni sistem in denarna teorija*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1997. 336 str.

36. Ribnikar Ivan: *Devizni tečaj*. Bančni vestnik, Ljubljana, 1998, 9, str. 76 – 79

37. Taylor Mark: *Covered Interest Parity: A High-frequency, High-quality Data Study*. Economica, 54, 1987, str. 429 - 438

38. Taylor Mark: *The Economics of Exchange Rates*. Journal of Economic Literature, 33, 1995, str. 13 - 47

39. Zangari Peter: *VaR methodology for portfolios that include options*. New York: RiskMetrics^{TM} Monitor, 1st Quarter, 1996. 24 str.

40. Zangari Peter: *When is non-normality a problem? The case of 15 time series from emerging markets*. New York: RiskMetrics^{TM} Monitor, 4th Quarter, 1996. 32 str.

7. Viri

1. *Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks*. Basel: Basle Committee on Banking Supervision, 1996, 56 str.

2. Deutsch Hans – Peter: *Backtesting and Validation of Internal Models.* Gradivo za semirar Market & Liquidity Risk Management, BIS, februar 2003

3. *Financial Times*: Frankfurt am Main: Financial Times Europe, Frankfurt branch

4. *Mednarodni računovodski standardi 2001*. Ljubljana: Zveza računovodij, finančnikov in revizorjev Slovenije, 2001, 1357 str.

5. *Risk Management Guidelines for Derivatives*. Basel: BIS, 1994, 17 str.

6. *RiskMetrics™ Technical Document, Fourth Edition*. New York: JP Morgan, 1996, 284 str.

7. *Sklep o kapitalski ustreznosti bank in hranilnic* (Uradni list RS, št. 16/01, 82/01 in 103/01)

8. *Triennial Central Bank Survey: Foreign exchange and rerivatives market activity in 2001*. Basel: BIS, 2002, 51 str.

9. *Verlautbarung über Mindestanforderungen an das Betreiben von Handelsgeschäften der Kreditinstitute*. Frankfurt am Main: Deutsche Bundesbank, 1996, 18 str.

10. *Zakon o bančništvu* (Uradni list RS, št. 7/99 in 59/01)

***PRILOGA 1*:**
VREDNOTENJE IZVEDENIH FINANČNIH INSTRUMENTOV NA TUJO VALUTO IN »GRKI«

Ker predpostavljamo, da so glavne karakteristike vsake izmed pojavnih oblik izvedenih finančnih instrumentov na tujo valuto (terminski posli in pogodbe, devizne in valutne zamenjave, opcije) vsaj v grobem poznane, bi se na tem mestu posvetili t.i. modelom vrednotenja (*valuation models*) posamezne vrste izvedenih finančnih instrumentov na tujo valuto. Na ta način bomo (i) določili spremenljivke, ki vplivajo na vrednost posamezne vrste izvedenega finančnega instrumenta, in (ii) določili različne mere občutljivosti vrednosti izvedenega finančnega instrumenta na spremembno vsake od teh spremenljivk. Tem meram občutljivosti pravimo tudi »Grki« (*the Greeks*), med katerimi so najpomembnejše delta, theta, gamma in kappa (oz. večkrat uporabljen izraz vega). »Grki« so zelo pomembni tako za postavitev ustreznih strategij varovanja pred tveganjem (še posebej, ko ima banka v svojem portfelju opcije) kot tudi za merjenje občutljivosti portfelja instrumentov banke na spremembo deviznih tečajev, volatilnosti deviznih tečajev ali katerih drugih spremenljivk. Merjenju občutljivosti vrednosti portfelja banke na omenjene spremembe pravimo tudi merjenje izpostavljenosti banke valutnemu tveganju in je predmet 4. poglavja[95].

V nadaljevanju bomo predstavili dva pristopa k vrednotenju izvedenih finančnih instrumentov; t.i. analitični pristop za vrednotenje terminskih pogodb in preprostih evropskih opcij in pa Monte Carlo simulacijo za vrednotenje bolj kompleksnih (eksotičnih) opcij.

1. Vrednotenje terminskih poslov in pogodb

Na začetku samo nekaj terminoloških pojasnil – preden preidemo na teoretične modele vrednotenja izvedenih finančnih instrumentov, moramo znati ločevati med ceno in vrednostjo. Za večino osnovnih instrumentov, to je delnic, obveznic, blaga, tuje valute, ta ločitev ni pomembna, saj vrednost instrumenta pogosto enačimo kar z njegovo ceno. Nasprotno je pri izvedenih finančnih instrumentih razlika med vrednostjo in ceno ključnega pomena, saj so že po definiciji izvedeni finančni instrumenti pravice, katerih vrednost vrednost je posredno ali neposredno odvisna od cene vrednostnega papirja, tuje valute ali blaga, višine obrestne mere ali indeksa oz. ocene kredine sposobnosti ali podobnih spremenljivk. Vrednost izvedenega finančnega instrumenta je torej funkcija cene osnovnega instrumenta. Prav tako smo že omenili, da tako terminski posli/pogodbe kot tudi opcije vključujejo določitev neke prihodnje cene, t.j. poravnalne cene pri terminskih poslih/pogodbah in izvršilne cene pri opcijah, po

95 Tveganje izhaja iz porazdelitve nepričakovanih izidov opazovane spremenljivke. Eden izmed možnih načinov merjenja tveganja, konkretno Delta-normalni pristop, zahteva oceno porazdelitve določenega faktorja tveganja in občutljivost (*sensitivity*) spremembe tržne vrednosti osnovnega/izvedenega instrumenta oz. portfelja instrumentov na spremembo tega faktorja tveganja. Kot bomo videli kasneje, so faktorji tveganja vse spremenljivke, ki vplivajo na tržno vrednost posameznega instrumenta in se stohastično spreminjajo. Da pa lahko ocenimo občutljivost instrumentov na spremembo teh faktorje tveganja, moramo bodisi (i) poznati modele vrednotenja posameznih instrumentov bodisi (ii) znati oceniti občutljivost instrumenta na posamezni faktor tveganja s pomočjo Monte Carlo simulacij.

kateri bo posel izvršen ob zapadlosti. Torej ne samo cena osnovnega instrumenta, temveč tudi vnaprej dogovorjena poravnalna/izvršilna cena vplivata na vrednost izvedenega finančnega instrumenta. Ker je tako vrednost izvedenega finančnega instrumenta funkcija (i) cene osnovnega instrumenta kot tudi (ii) dogovorjene poravnalne/izvršilne cene, moramo, ko govorimo o izvedenih finančnih instrumentih, cene in vrednost strogo ločevati.

Če se sedaj osredotočimo na terminske posle/pogodbe in še to zgolj na cene v povezavi z terminskimi posli/pogodbami (vrednotenje teh instrumentov sledi v nadaljevanju), moramo vedeti, da sta terminska (*forward*) in poravnalna cena (*delivery price*) dve različni kategoriji, ki sta običajno enaki samo ob sklenitvi posla. Kasneje se do poravnave terminska cena spreminja, poravnalna cena pa ostaja enaka. Razlog za spreminjanje terminske cene je preprost – ker namreč velja CIP, potem mora terminska cena onemogočiti kakršnekoli arbitražne dobičke, iz česar sledi, da je terminska cena funkcija znanih spremenljivk, in sicer trenutne promptne cene osnovnega instrumenta in netveganih obrestnih mer[96].

Vendar pa moramo na tem mestu poudariti, da terminske cene iz terminskih poslov v praksi niso nujno enake cenam terminskih pogodb. Določanje cene terminskih pogodb je bolj zapleteno zaradi dnevnega vrednotenja po tržnih cenah (*marking-to-market*) in dnevne poravnave eventuelnih kritij, medtem ko imamo pri terminskih poslih samo eno poravnavo ob zapadlosti posla. Faktorji, ki jih običajno ne vključujemo v teoretične modele terminskih cen, pa v praksi vseeno vplivajo na različnost cen terminskih poslov in pogodb, so različne davčne stopnje, različni transakcijski stroški, različno zagotavljanje kritij, poleg tega pa se s terminskimi pogodbami lažje trguje brez večjih nihanj v ceni zaradi njihove večje likvidnosti. Ne glede na vzroke za razlike med terminskimi cenami iz terminskih poslov in cenami terminskih pogodb pa empirične raziskave ne potrjujejo obstoja statistično značilnih razlik med omenjenimi cenami (vsaj ne pri terminskih poslih in pogodbah na tujo valuto) (Hull, 2000, str. 61), zato bomo tudi mi za ceno obeh vrst poslov v nadaljevanju uporabljali izraz terminska cena.

Pri določanju modelske terminske cene si pomagamo s sledečimi predpostavkami (ki pa jih v realnosti lahko razrahljamo), in sicer:

(i) pri trgovanju ni transakcijskih stroškov;
(ii) nič (ali za vse enake) davčne stopnje;
(iii) trgovci si lahko neomejeno sposojajo in posojajo denar po netvegani obrestni meri;
(iv) vse arbitražne priložnosti so takoj izničene.

Če zgornje predpostavke veljajo, potem lahko terminsko ceno določimo s pomočjo formiranja sintetičnega terminskega posla, ki izniči kakršnikoli pozitivne arbitražne dobičke. V primeru

[96] Netvegane obrestne mere se pri vrednotenju izvedenih finančnih instrumentov uporabljajo zato, ker je možno s kombinacijo osnovnega instrumenta in izvedenega instrumenta vedno sestaviti netvegano pozicijo, katere donos ne sme presegati netveganega donosa, sicer obstaja možnost za arbitražne dobičke.

valutnega terminskega posla, kjer je osnova tuja valuta, obrestne mere pa so domače in tuje netvegane obrestne mere, lahko terminsko ceno tuje valute določimo s pomočjo enačbe (9), ki jo tokrat namesto z diskretnimi zapišemo z zveznimi obrestnimi merami (Hull, 2000, str. 59):

$$F_t = S_t e^{(r-r^*)(T-t)} \tag{9a}$$

Ta terminska cena tuje valute, ali tudi terminski devizni tečaj (F_t), v vsakem trenutku zagotavlja, da arbitraža s pomočjo sintetičnega terminskega posla, to je sposojanja $e^{-r^*(T-t)}$ zneska tuje valute za obdobje $T - t$, zamenjave le-te v domačo valuto po promptnem S_t deviznem tečaju in investiranja $S_t e^{-r^*(T-t)}$ po domači obrestni meri r za obdobje $T - t$, nemogoča.

Sedaj, ko smo razjasnili oblikovanje terminskega deviznega tečaja, pa se lahko vrnemo nazaj k vrednotenju terminskih poslov in pogodb na tujo valuto. Kot rečeno v primeru izvedenih finančnih instrumentov cena (oz. tečaj) in vrednost instrumenta nista zamenljivi kategoriji. Ko namreč vstopimo v terminski posel, določimo poravnalno ceno (F_0), po kateri bomo posel poravnali ob njegovi zapadlosti v času T. Ker je dogovorjena poravnalna cena ob sklenitvi posla običajno enaka kar trenutnemu terminskemu deviznemu tečaju za tisti dan, je vrednost (dobiček/izguba) terminskega posla ob sklenitvi enaka 0. Kasneje se terminski devizni tečaj spreminja zaradi spreminjanja promptnega deviznega tečaja (preko arbitraže v skladu z (9a)), medtem ko ob sklenitvi posla dogovorjena poravnalna cena ostaja nespremenjena. Med dnevom sklenitve in poravnave posla se bo torej vrednost terminskega posla, ki niha v pozitivno ali negativno smer glede na predznak (F_t – F_0), spreminjala v skladu s spreminjanjem promptnega deviznega tečaja, saj le-ta preko arbitraže vpliva na F_t. Ta razlaga je skladna z definicijo izvedenega finančnega instrumenta, po kateri je valutni terminski posel izvedeni finančni instrument, ker je njegova vrednost odvisna od cene osnove, torej promptnega deviznega tečaja. Vendar je razlika med terminskim deviznim tečajem in dogovorjeno poravnalno ceno (F_t – F_0) lahko realizirana šele ob zapadlosti (v času T), zato je potrebno to razliko diskontirati na danes s pomočjo faktorja $e^{-r(T-t)}$. Ob poravnavi pa je vrednost terminskega posla na tujo valuto enaka razliki med trenutnim terminskim tečajem, ki je ob poravnavi enak kar promptnemu tečaju (F_T = S_T), ter ob sklenitvi dogovorjeno poravnalno ceno, to je (S_t – F_0).

Zgoraj zapisani postopek lahko strnemo v modelu vrednotenja terminskih poslov, to je (Hull, 2000, str. 59):

$$f = (F_t - F_0)e^{-r(T-t)} \tag{P.1.1}$$

in ugotovimo, da je ob sklenitvi, ko je $F_t = F_0$, vrednost posla enaka 0, ob poravnavi, ko je $T = t$ in $F_T = S_T$ je vrednost posla enaka $S_t – F_0$, v vmesnem obdobju pa je vrednost enaka f, to je diskontirani razliki med trenutnim terminskim in dogovorjenim terminskim tečajem. Če v

(P.1.1) namesto F_t uporabimo enačbo (9a), dobimo podoben model vrednotenja terminskih poslov, iz katerega se eksplicitno vidi, da je vrednost terminskega posla f funkcija promptnega deviznega tečaja S_t:

$$f = S_t e^{-r^*(T-t)} - F_0 e^{-r(T-t)} \tag{P.1.1a}$$

Vrednost terminske pogodbe pa se zaradi dnevnega prevrednotenja do tržne cene in dnevnega usklajevanja kritij od (P.1.1) razlikuje v tem, da diskontni člen ni potreben, saj klirinška hiša investitorju kakršnokoli pozitivno razliko med trenutno in prvotno ceno terminske pogodbe takoj izplača v obliki gibljivega kritja na trgovalni račun, oz. mora v nasprotnem primeru dodatno kritje vplačati investitor. Tako se model vrednotenja terminskih pogodb zapiše kot:

$$f = (F_t - F_0) \text{ oz.} \tag{P.1.2}$$

$$f = S_t e^{(r-r^*)(T-t)} - F_0 \tag{P.1.2a}$$

2. Vrednotenje opcij

Opcija je z razliko od terminskih poslov/pogodb t.i. nelinerani izvedeni finančni instrument, saj razmerje med vrednostjo opcije (ali premijo) in ceno osnovnega instrumenta ni linearno, temveč konveksno[97]. Nasprotno so terminski posli/pogodbe linearni instrumenti, saj se vrednost terminskega posla/pogodbe spreminja linearno glede na spreminjanje osnovnega instrumenta, kar je razvidno že iz enačb (P.1.1a in P.1.2a). Konveksno spreminjanje premije izhaja iz definicije opcije, ki daje kupcu in prodajalcu opcije različne pravice in obveznosti (kar je drugače kot npr. pri terminskih poslih/pogodbah, kjer so obveznosti za obe stranki v poslu enake). Opcija namreč daje kupcu pravico (ne pa obveznosti), da opcijo izvrši (kupi/proda določeno količino osnovnega instrumenta na nek v prihodnosti določen dan po danes določeni izvršilni ceni), prodajalec opcije pa ima obveznost pristati na izvršitev, če do nje pride. Vendar ta kupčeva pravica ni zastonj; kupec mora namreč prodajalcu danes plačati premijo, višina te premije pa se spreminja v odvisnosti od sledečih spremenljivk, ki opcijo parametrizirajo:

- trenutna tržna cena osnovnega instrumenta (S) (kot bomo videli kasneje iz modela vrednotenja opcij, je vrednost opcije odvisna od promptne cene osnovnega instrumenta, kar je v skladu z definicijo izvedenega finančnega instrumenta),
- izvršilna cena opcije (K),
- čas do zapadlosti ($T - t$),
- netvegane obrestne mere (r, r^*),

[97] Kot bomo videli kasneje, se delta opcije spreminja s spreminjanjem cene osnovnega instrumenta in ima zato gammo – mero občutljivosti delte opcije na spremembo cene osnovnega instrumenta – neenako nič, medtem ko je delta terminskih poslov/pogodb neobčutljiva na spremembo cene osnovnega instrumenta, kar pomeni, da imajo gammo vedno enako 0.

- volatilnost cene osnovnega instrumenta (σ), za katero se predpostavlja, da se do zapadlosti opcije ne spreminja. Volatilnost cene osnovnega instrumenta je edina izmed vhodnih spremenljivk, ki ob izdaji opcije ni znana in jo je potrebno oceniti. Za ta namen se poslužimo enega ali večih izmed modelov ocenjevanja prihodnje volatilnosti (glej tudi 4. poglavje magistrske naloge).

Izračun premije nakupne (*call*) ali prodajne (*put*) opcije so v osnovi razvili Fischer Black, Myron Scholes in Robert Merton v prvi polovici 70-ih let prejšnjega stoletja[98]. Izračun temelji na omenjenih predpostavkah in velja za evropsko opcijo na delnico, ki ne izplačuje dividend (za vrednotenje ameriškega tipa opcije se uporabljajo drugi pristopi). To enačbo danes v literaturi najdemo pod znanim imenom enačba Black–Scholes. Drugače kot pri osnovni verziji Black–Scholes enačbe pa se pri vrednotenju opcije na tujo valuto predpostavlja, da se le-ta obnaša enako kot opcija na delnico, ki kontinuirano izplačuje dividende v višini netvegane obrestne mere tuje valute (r*). Zato se za izračun premije valutne opcije uporablja enačba Garman–Kohlhagen (modificirane verzija Black–Scholes enačbe), in sicer (Cuthbertson in Nitzche, 2001, str. 314):

$$C = Se^{-r^*(T-t)}N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2) \qquad \text{(P.1.3)}$$

$$P = Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) - Se^{-r^*(T-t)}N(-d_1), \qquad \text{(P.1.4)}$$

pri čemer je

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) + (r - r^* + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} \qquad \text{(P.1.5)}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/K) + (r - r^* - \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)} \qquad \text{(P.1.6)}$$

---

98 Podobno kot pri določitvi terminske cene osnovnega instrumenta si tudi pri določitvi premije opcije pomagamo z istimi in eno dodatno predpostavko:

(i) pri trgovanju ni transakcijskih stroškov;

(ii) nič (ali za vse enake) davčne stopnje;

(iii) trgovci si lahko neomejeno sposojajo in posojajo denar po netvegani obrestni meri;

(iv) vse arbitražne priložnosti so takoj izničene;

(v) cena osnovnega instrumenta se giblje v skladu s posebno vrsto stohastičnega procesa, imenovanega »geometrijsko Brownovo gibanje«. Relativna sprememba cene osnovnega instrumenta (dS/S) ali tudi relativni donos instrumenta je vsota konstantnega pričakovanega donosa (μ) in člena, ki predstavlja produkt slučajne spremenljivke stohastičnega Wienerjevega procesa (dz) s konstantnim standardnim odklonom σ (vse v zveznem času), in sicer:

$$dS/S = \mu dt + \sigma dz$$

kjer je $dz = \varepsilon\sqrt{dt}$ in $\varepsilon \sim NIID\ (0,1)$ (*niid – normally, identically in independently distributed*), tako da

$$dS/S \sim N\ (\mu dt,\ \sigma^2 dt).$$

C in P sta premiji nakupne (*call*) oz. prodajne (*put*) opcije, S je trenutni promptni devizni tečaj izražen v enotah domače valute za eno enoto tuje valute, zaradi česar sta tudi C in P izraženi v enotah domače valute. Za volatilnost (σ) se uporablja letna volatilnost zveznega donosa tuje valute, t.j. letna volatilnost $\ln(S_t/S_{t-1})$, za domačo in tujo zvezno obrestno mero pa se predpostavlja, da sta enaki za vse zapadlosti (*flat yield curve*). Če uporabimo enačbo terminskega tečaja (9a), po kateri velja $S = Fe^{(r-r^*)(T-t)}$ lahko zgornje enačbe modificiramo, in dobimo (Cuthbertson in Nitzche, 2001, str 314):

$$C = e^{-r(T-t)}\left[FN(d_1) - KN(d_2)\right] \tag{P.1.3a}$$

$$P = e^{-r(T-t)}\left[KN(-d_2) - FN(-d_1)\right] \tag{P.1.4a}$$

ter

$$d_1 = \frac{\ln(F/K) + (\sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} \tag{P.1.5a}$$

$$d_2 = \frac{\ln(F/K) - (\sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)} \tag{P.1.6a}$$

Na tem mestu moramo definirati še funkciji $N(d_1)$ in $N(d_2)$. $N(d)$ je funkcija kumulativne verjetnostne porazdelitve standardizirane normalne spremenljivke. Izračuna verjetnost, da bo imela spremenljivka s standardizirano normalno porazdelitvijo $\sim N(0,1)$ vrednost manjšo od d. Tako za levi »rep« funkcije $N(d)$ velja, da je $N(-\infty) = 0$, za desnega pa $N(+\infty) = 1$. Funkcija je simetrična, tako da je $N(0) = 0{,}5$, prav tako pa velja $N(-x) + N(x) = 1$.

Iz zgornjih ugotovitev lahko naredimo kratko analizo Garman–Kohlhagen formule za vrednotenje valutnih nakupnih opcij. Če promptni devizni tečaj (S) pade globoko pod izvršilno ceno (K), potem bosta po enačbi (P.1.5) in (P.1.6) d_1 in d_2 prav gotovo negativna, tako da bosta vrednosti $N(d_1)$ in $N(d_2)$ sicer pozitivni, vendar zelo majhni (vendar še vedno velja $N(d_1) > N(d_2)$) in posledično bo majhna tudi C (nikoli pa ne bo negativna)[99]. Nasprotno velja v primeru, ko devizni tečaj (S) naraste visoko nad izvršilno ceno (K). V tem primeru velja $d_1 \approx d_2 \to +\infty$ in $N(d_1) = N(d_2) = 1$, kar pomeni, da bo opcija skoraj zagotovo izvršena. Vrednost nakupne opcije takrat postane enaka vrednosti terminskega posla (v katerem je dogovorjena poravnalna cena enaka izvršilni ceni; $F_0 = K$), in sicer velja $C = Se^{-r^*(T-t)} - Ke^{-r(T-t)}$, kar je identično rezultatu v enačbah (P.1.1) in (P.1.1a). Odveč je omeniti, da je rezultat ravno obraten v primeru prodajnih opcij.

[99] Če bi S (zgolj teoretično) padel na 0, potem bi bili vrednosti $d_1 = d_2 = -\infty$ in $N(d_1) = N(d_2) = 0$, opcija pa bi bila vredna 0.

Podobno lahko razmišljamo v primeru različnih volatilnosti promptnih deviznih tečajev. Kot smo videli iz zgornjega primera, ima nakupna opcija lahko vrednost med 0 in vrednostjo, ki je enaka diskontirani razliki med trenutnim terminskim tečajem in izvršilno ceno opcije (glej tudi enačbo (P.1.3a)). Vrednost nakupne opcije bo torej vedno med tema dvema ekstremoma. Če sedaj v vrednotenje vključimo še dodatno spremenljivko, ki vpliva na vrednost opcije, in sicer volatilnost deviznih tečajev, vidimo sledeče: če je opcija *in-the-money*, kar pomeni, da je $Se^{-r*(T-t)} > Ke^{-r(T-t)}$, potem bosta v primeru, da je $\sigma = 0$, d_1 in d_2 enaka $+\infty$, $N(d_1) = N(d_2) = 1$, in opcija bo vredna $C = Se^{-r*(T-t)} - Ke^{-r(T-t)}$ (*in-the-money* opcija bo pri volatilnosti enaki 0 ostala *in-the-money* do zapadlosti, njena vrednost pa bo enaka vrednosti ekvivalentnega terminskega posla). V diametralnem primeru pa je opcija *out-of-money*, kar pomeni, da je $Se^{-r*(T-t)} < Ke^{-r(T-t)}$; v tem primeru bosta ob $\sigma = 0$ d_1 in d_2 enaka $-\infty$, $N(d_1) = N(d_2) = 0$, in opcija bo vredna 0 (*out-of-money* opcija bo pri volatilnosti enaki 0 ostala *out-of-money* do zapadlosti, saj ni možnosti, da bi se S dvignil nad K; to pomeni, da bo vrednost nakupne opcije ves čas enaka 0). Identično je razmišljanje v primeru prodajnih opcij; tako *in-the-money* kot *out-of-the-money* prodajna opcija bosta ob volatilnosti 0 ostali *in-* oz. *out-of-the-money* do zapadlosti. Da volatilnost na podoben način vpliva tako na vrednost nakupne kot tudi prodajne opcije je vidno že iz enačb (P.1.5) in (P.1.6), kjer je d_1 pozitivno in d_2 negativno odvisnen od volatilnosti deviznih tečajev, kar posledično zvišuje vrednost tako nakupne kot prodajne opcije. Do istega rezultata pridemo tudi z intuitivnim razmišljanjem: bolj ko je volatilen promptni devizni tečaj, večja je verjetnost, da bo promptni devizni tečaj v obdobju do zapadlosti pri nakupni opciji narasel nad izvršilno ceno ali pri prodajni opciji padel pod izvršilno ceno. Večja ko je volatilnost deviznega tečaja, večja je ta verjetnost in večja bo premija, ki jo bo izdajatelj nakupne/prodajne opcije pri prodaji zaračunal kupcu.

Kljub navidez preprosti razlagi spreminjanja vrednosti opcije v odvisnosti od trenutnega promptnega tečaja, izvršilne cene in volatilnosti, pa obstaja med mejnimi primeri, ki smo jih navedli do sedaj (opcija je globoko *out-* ali *in-the-money*, volatilnost deviznih tečajev enaka 0) še cela paleta kombinacij delovanja drugih spremenljivk, ki vsak trenutek spreminjajo vrednost valutnih opcij. »Modelske« spremenljivke so katerakoli izmed spremenljivk v Garman–Kohlhagen formuli za vrednotenje valutnih opcij, in s spremembo katerekoli izmed teh spremnljivk se vrednost valutne opcije spremeni v odvisnosti od velikosti spremembe in občutljivosti opcije na spremembo te spremenljivke. Tem meram občutljivosti vrednosti opcij (pa tudi drugih izvedenih finančnih instrumentov) pravimo »Grki«, ki se jim bomo bolj podrobno posvetili v nadaljevanju, še prej pa si poglejmo, kako se vrednoti opcije s pomočjo Monte Carlo metode.

3. Vrednotenje opcij s pomočjo Monte Carlo metode

Monte Carlo metoda je zelo pomemben in fleksibilen pristop k vrednotenju opcij in drugih kompleksnih izvedenih finančnih instrumentov. Gre za eno izmed oblik numerične simulacije, katere cilj je generiranje številnih različnih scenarijev gibanja opazovane spremenljivke. Tako lahko te scenarije generiramo na popolnoma slučajen način s pomočjo generatorja slučajnih števil (kot pri Monte Carlo simulaciji), lahko jih generiramo iz historičnih podatkov (kot pri historični simulaciji) ali na kakšen drug sistematičen način. Vrednost izvedenega finančnega instrumenta pa nato izračunamo na podlagi gibanja opazovane spremenljivke v opazovanem obdobju.

Monte Carlo metoda je priljubljena zaradi svoje fleksibilnosti; metoda namreč omogoča generiranje gibanja osnovnega instrumenta, ki bo v skladu z želenim stohastičnim procesom. Prav tako je metoda uporabna v primeru vrednotenja eksotičnih opcij, katerih vrednost je odvisna od gibanja osnovnega instrumenta v celotnem obdobju do zapadlosti (*path dependent options*) in v primeru tistih opcij, katerih vrednost je odvisna ne od enega, temveč več osnovnih instrumentov. Ima pa metoda tudi nekaj slabosti: med prvimi je potrebno izpostaviti časovno zahtevnost metode in potrebo po močnih računalniških zmogljivostih (saj je za vrednotenje ene opcije pogosto potrebnih najmanj 10.000 scenarijev). Metoda se tudi ne obnese v primeru opcij ameriškega tipa (pri katerih je mogoča predhodna izvršitev).

Za primer si oglejmo vrednotenje nakupne opcije evropskega tipa (povzeto pa Cuthberston in Nitzche, 2001, str. 463 - 472). Monte Carlo metoda zahteva določitev stohastičnega procesa, ki opisuje gibanje osnovnega instrumenta. V naslednjem koraku je potrebno generirati ustrezno število scenarijev in oceniti izplačilo (*payoff*) opcije ob želeni zapadlosti za vsak generiran scenarij posebej. Končni korak, to je izračun premije nakupne opcije, zahteva diskontiranje s scenariji izračunano povprečno izplačilo opcije na današnji datum.

Predpostavimo, da devizni tečaj sledi stohastičnemu procesu, imenovanemu geometrijsko Brownovo gibanje[100]. Zapis (zveznega) stohastičnega gibanja logaritma deviznega tečaja zapišemo s pomočjo Itove lemme (*Ito's lemma*)[101]:

$$d\ln(S) = \left(\mu - \tfrac{1}{2}\sigma^2\right)dt + \sigma\varepsilon\sqrt{dt}, \quad \text{kjer} \quad d\ln(S) \sim N\left[\left(\mu - \tfrac{1}{2}\sigma^2\right)dt, \sigma^2 dt\right] \qquad \text{(P.1.7)}$$

kjer μ predstavlja pričakovani donos (rast) deviznega tečaja, σ pa njegovo pričakovano volatilnost (izraženo kot standardni odklon), ki jo je potrebno najprej oceniti. Proces v (P.1.7) za devizni tečaj S ustvari lognormalno porazdelitev. Ker gre v verziji (P.1.7) za gibanje deviznega tečaja, za potrebe vrednotenja opcije na tujo valuto μ zamenjamo z $r - r^*$[102]. Prav tako za potrebe simulacije namesto zveznega časa uporabimo zapis diskretnega čas (rezultat

[100] Kot smo že omenili, tudi enačba Black–Scholes za vrednotenje opcij temelji na isti predpostavki.

[101] Če S sledi Itovemu procesu (geometrijsko Brownovo gibanje je samo ena izmed oblik Itovega procesa), potem Itova lemma omogoča izpeljavo stohastične diferencialne enačbe za katerokoli funkcijo $f(S, t)$ (v našem primeru $\ln(S)$).

[102] Vrednotenje izvedenih finančnih instrumentov zahteva uporabo netveganih obrestnih mer, saj se da z osnovnim instrumentom in izvedenim finančnim instrumentom vedno sestaviti netvegan portfelj, katerega donos ne sme presegati netveganega donosa (sicer obstaja možnost arbitraže, ki bo vse presežne donose v trenutku izničila). Temu pristopu pravimo tudi vrednotenje nevtralno do tveganja (*risk neutral valuation*).

simulacije bo tako diskretno stohastično gibanje deviznega tečaja). Tako (P.1.7) preoblikujemo v:

$$S_t = S_{t-1}\exp\left[\left(r - r^* - \tfrac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t + \sigma\varepsilon_t\sqrt{\Delta t}\right] \qquad \text{(P.1.8)}$$

Na osnovi vhodnih podatkov za S_0, σ, r, r^* in Δt (ki predstavlja korak v simulaciji, ki traja $T = n \times \Delta t$ časa) lahko s pomočjo (P.1.8) generiramo poljubno število scenarijev z n koraki iz nabora slučajnih števil $\varepsilon_t \sim N\,(0,1)$, in za vsak scenarij ugotovimo višino deviznega tečaja v času S_n (= S_T). Vrednost izplačila nakupne opcije evropskega tipa v času T za prvi generiran scenarij predstavlja naslednji zapis:

$$C^{(1)} = \max\left\{0, S_T^{(1)} - K\right\}$$

Izračun premije nakupne opcije pa se opravi s pomočjo diskontiranja s scenariji izračunanega povprečnega izplačila opcije na današnji datum, in sicer:

$$\hat{C} = e^{-r\left(\frac{T}{leto}\right)} \sum_{i=1}^{m} \frac{C^{(i)}}{m} \qquad \text{(P.1.9)}$$

Monte Carlo metoda zahteva zelo veliko število simulacij, preden se $\hat{C}$ ustali pri neki konstantni vrednosti. Za kakšne bolj zapletene opcije se število potrebnih scenarijev hitro povzpne na milijon in več. Ta lastnost dela Monte Carlo metodo časovno zahtevno, zato se jo običajno uporablja samo takrat, ko imamo na voljo dovolj velike računalniške zmogljivosti.

4. »Grki«

Z besedo »Grki« označujemo skupino parametrov, ki opisujejo občutljivost vrednosti izvedenega finančnega instrumenta na spremembno posamezne spremenljivke, imenovane faktor tveganja. Faktorji tveganja so vse spremenljivke, ki vplivajo na tržno vrednost posameznega instrumenta in se stohastično spreminjajo; za izvedene finančne instrumente so to v prvi vrsti vse spremenljivke, ki jih sicer najdemo v modelih vrednotenja terminskih poslov/pogodb/opcij, kot so promptna cena osnovnega instrumenta, čas do zapadlosti, netvegane obrestne mere, pri opcijah tudi volatilnost cene osnovnega instrumenta. Poravnalna cena pri terminskih poslih/pogodbah ter izvršilna cena pri opcijah sta sicer spremenljivki, ki vplivata na vrednost instrumenta, ne vplivata pa na spremembno vrednosti instrumenta, ker se v času do zapadlosti instrumenta ne spreminjata[103].

[103] Zato poravnalna cena terminskih poslov in izvršilna cena opcije nista faktor tveganja.

4.1 Grki v primeru opcij

Celotno skupino »Grkov« najlaže predstavimo z zapisom vrednosti valutne opcije s pomočjo Taylorjeve ekspanzije[104] Garman–Kohlhagen formule za vrednotenje valutnih nakupnih (P.1.3) in prodajnih (P.1.4) opcij (iz katere smo zaradi preglednosti izpustili druge[105] in višje odvode ter križne odvode):

$$df = \frac{\partial f}{\partial S}(dS) + \frac{\partial f}{\partial t}(dt) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial S^2}(dS)^2 + \frac{\partial f}{\partial r}(dr) + \frac{\partial f}{\partial r^*}(dr^*) + \frac{\partial f}{\partial \sigma}(d\sigma) + \ldots, \qquad \text{(P.1.10)}$$

kar je enako

$$df = \Delta(dS) + \Theta(dt) + \frac{1}{2}\Gamma(dS)^2 + \rho(dr) + \rho^*(dr^*) + \Lambda(d\sigma) + \ldots. \qquad \text{(P.1.11)}$$

Ekspliciten zapis vrednosti »Grkov« lahko dobimo le v primeru uporabe analitičnega zapisa vrednosti opcije, kot je v našem primeru Garman–Kohlhagen formula. V primeru eksotičnih opcij pa tako kot vrednost opcije tudi vrednost posameznih »Grkov« pridobimo le s pomočjo Monte Carlo simulacije.

Sledi ekspliciten zapis vrednosti posameznega »Grka« v enačbi (P.1.11):

a. Δ ali delta opcije:

Matematično gre za prvi odvod funkcije vrednosti opcije po ceni osnovnega instrumenta. Delta opcije pove, za koliko se spremeni vrednost opcije, če se cena osnovnega instrumenta spremeni za eno enoto. Odveč je omeniti, da sta delta nakupne in prodajne opcije različni. Delta valutne opcije se izračuna na sledeči način (Cuthbertson in Nitzche, 2001, str. 270):

$$\Delta_{\mathrm{c}} = N(d_1)e^{-r^*(T-t)} \qquad \text{(delta nakupne opcije)} \qquad \text{(P.1.12a)}$$

$$\Delta_{\mathrm{p}} = [N(d_1) - 1]e^{-r^*(T-t)} \qquad \text{(delta prodajne opcije)} \qquad \text{(P.1.12b)}$$

Da je delta različna za nakupno in prodajno opcijo smo ugotovili že pri interpretaciji Garman–Kohlhagen formule. Če se namreč promptni devizni tečaj (cena osnovnega instrumenta) zviša, se poveča (ali vsaj ostane nespremenjena, nikakor pa ne zmanjša) tudi vrednost nakupne opcije. To je razvidno tudi iz (P.1.12a), po kateri delta nakupne opcije leži med 0 in $e^{-r^*(T-t)}$. Delta nakupne opcije tako ne bo nikoli negativna, v ekstremnih primerih bo bodisi 0 (ker je

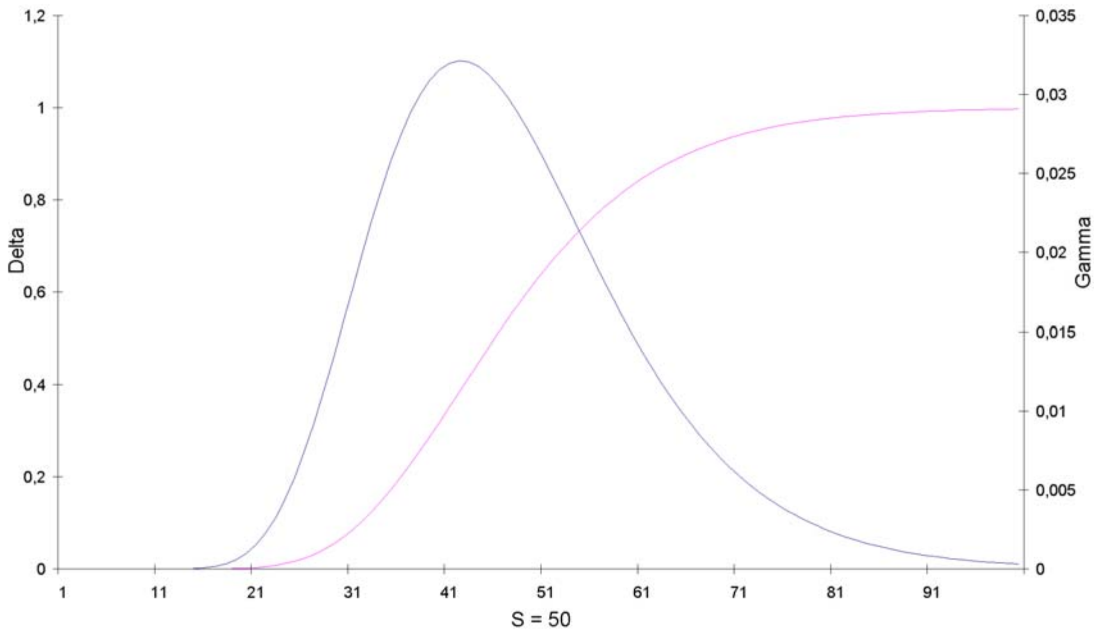
---

[104] V skladu s Taylorjevim teoremom lahko vsako funkcijo, ki jo je moč zvezno diferencirati, aproksimiramo s Taylorjevo vrsto.

[105] Nismo pa izpustili drugega odvoda po S, ker je to gamma opcije.

opcija tako globoko *out-of-the-money*, da tudi zvišanje promptnega deviznega tečaja ne bo vplivalo na povečanje možnosti izršitve opcije in s tem na dvig njene vrednosti) bodisi $e^{-r^*(T-t)}$ (pri globoko *in-the-money* opciji, ki bo z veliko verjetnostjo izvršena, se bo vsako dodatno povišanje promptnega deviznega tečaja skoraj v celoti odrazilo na vrednosti opcije). Delto nakupne opcije predstavlja *Slika P.1* (leva os). Nasprotno velja za prodajno opcijo; če se namreč promptni devizni tečaj zviša, se vrednost prodajne opcije zniža (ali vsaj ostane nespremenjena, nikakor pa ne poviša), kar je razvidno iz (P.1.12b), po kateri je delta prodajne opcije nepozitivna in leži med $-e^{-r^*(T-t)}$ in 0.

Slika P.1: Delta nakupne opcije (leva os) in gamma nakupne in prodajne opcije (desna os)



Vir: lastni izračun

b. Θ ali theta opcije:

Matematično gre za prvi odvod funkcije vrednosti opcije po času do zapadlosti opcije. Theta opcije pove, za koliko se spremeni vrednost opcije, če se čas do zapadlosti opcije skrajša za eno enoto, običajno en dan. Theta je za večino opcij negativna, saj vrednost opcije pade z vsakim dnem, ko se približujemo zapadlosti opcije[106].

c. ρ in ρ^* ali rho opcije:

Matematično gre za prvi odvod funkcije vrednosti opcije po domači/tuji netvegani obrestni meri. Rho je tako za nakupne kot prodajne opcije pozitiven, kar pomeni dvig vrednosti opcije

[106] Izjema od tega pravila je theta *in-the-money* nakupne opcije na valuto, ki nosi višjo obrestno mero. V tem primeru je theta pozitivna (Cuthbertson in Nitzche, 2001, str. 271).

v primeru porasta domačih obrestnih mer (in obratno v primeru tujih obrestnih mer, saj je rho* negativen).

Tako rho kot tudi theta opcije nista zelo pomembni meri občutljivosti, saj vrednost opcije ni pretirano občutljiva ne na spremembo obrestnih mer ne na vsakodnevno spremembo časa do zapadlosti (pri theti je sprememba časa do zapadlosti predvidljiva, tako da vsi trgovci z opcijami točno vedo, da vrednost njihovega portfelja opcij v veliki večini primerov s časom pada). Ker gre v primerjavi z drugimi »Grki« za bolj nepomembni meri občutljivosti, bomo bolj natančen zapis thete in rho-ja izpustili.

d. *Γ* ali gamma opcije:

V nasprotju s theto in rho pa je gamma ena izmed pomembnejših mer občutljivosti vrednosti opcije. Gre za drugi odvod funkcije vrednosti opcije po ceni osnovnega instrumenta. Pove nam, za koliko se spremeni delta opcije, če se cena osnovnega instrumenta spremeni za eno enoto. Medtem ko je delta opcije različna za nakupno in prodajno opcijo, pa je gamma tako za nakupno kot prodajno opcijo enaka, in to nenegativna. Gammo valutne opcije zapišemo na sledeči način (Cuthbertson in Nitzche, 2001, str. 270):

$$\Gamma_{\mathrm{c,p}} = \frac{N'(d_1)e^{-r^*(T-t)}}{S\sigma\sqrt{T-t}} \text{ (gamma nakupne in prodajne opcije), kjer je } N'(x) = \frac{e^{-x^2/2}}{\sqrt{2\pi}}. \qquad \text{(P.1.13)}$$

Gammo predstavlja *Slika P.1* (desna os). Gamma je skoraj konstantna (0 ali blizu 0), ko je opcija globoko *in-* ali *out-of-the-money*, saj je delta opcije v tem primeru v ekstremu (0 ali $e^{-r^*(T-t)}$ za nakupno opcijo in $-e^{-r^*(T-t)}$ ali 0 za prodajno opcijo) in se zato skoraj ne spreminja. Če se delta opcije ne spreminja je posledično gamma opcije enaka 0. Gamma oz. občutljivost delte opcije na spremembo cene osnovnega instrumenta pa je največja pri *at-the-money* opcijah, torej opcijah, pri katerih je $S_t = K$, saj se tu delta opcije najhitreje poveča tako pri nakupnih kot pri prodajnih opcijah. Nikoli pa ni gamma negativna, saj se delta opcije, tako nakupne kot prodajne, nikoli ne zniža, ko se cena osnovnega instrumenta dvigne.

e. *Λ* ali kappa (vega) opcije:

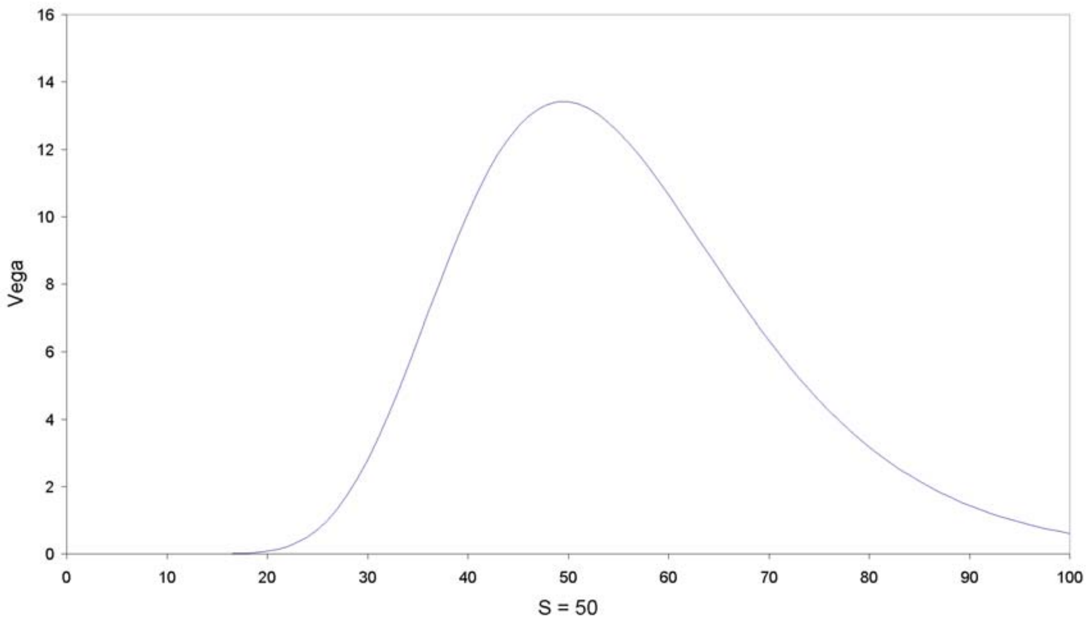
Tudi vega opcije je ena izmed ključnih mer občutljivosti vrednosti opcije, in sicer na spremembo volatilnosti cene osnovnega instrumenta. Naj za začetek samo omenimo, da Black–Scholes formula za vrednotenje opcije na delnico, ki ne izplačuje dividend (in posledično modifikacija Garman–Kohlhagen za vrednotenje valutnih opcij) predpostavlja, da je volatilnost konstantna ves čas do zapadlosti opcije. Kot smo že omenili, je potrebno prihodnjo volatilnost najprej oceniti. Ta ocena volatilnosti je še posebej pomembna za trgovce z volatilnostjo. Gre za tiste trgovce z opcijami, ki svoje trgovalne strategije oblikujejo glede na pričakovanja o prihodnjem gibanju volatilnosti osnovnega instrumenta. Npr. če trgovec pričakuje porast volatilnosti, oz. če je njegova ocena prave prihodnje volatilnosti višja od volatilnosti, implicirane v premiji opcije (*implied volatility*), potem bo ustvaril dolgo pozicijo v opcijah in ustvaril dobiček, če se njegova pričakovanja uresničijo in se cena opcije dvigne.

Toda ne glede na to, da lahko tekom življenja opcije večkrat ocenimo volatilnost osnovnega instrumenta in v skladu z Garman–Kohlhagen formulo določimo premijo opcije, se le-ta spreminja v skladu z vego (pod predpostavko, da bo ta volatilnost ostala nespremenjena do zapadlosti). Vego valutne opcije zapišemo (Cuthbertson in Nitzche, 2001, str. 270):

$$\Lambda_{\mathrm{c,p}} = S\sqrt{T}N'(d_1)e^{-r^*(T-t)} \text{ (vega nakupne in prodajne opcije), kjer je } N'(x) = \frac{e^{-x^2/2}}{\sqrt{2\pi}} \quad \text{(P.1.14)}$$

Vega je matematično prvi odvod funkcije vrednosti opcije po volatilnosti cene osnovnega instrumenta. Pove nam, za koliko se spremeni vrednost opcije, če se volatilnost cene osnovnega instrumenta spremeni za eno enoto, običajno za en odstotek. Podobno kot gamma opcije je tudi vega opcije enaka za nakupno in prodajno opcijo (nenegativna, se skoraj ne spreminja pri opcijah, ki so bodisi globoko *in-* ali *out-of-the-money*, ter je največja pri *at-the-money* opcijah – glej *Sliko P.2*). Kot smo videli že v predhodnem delu, povečanje volatilnosti cene osnovnega instrumenta tako pri nakupni kot prodajni opciji privede do povišanja premije, razen pri mejnih primerih, nikoli pa povišanje volatilnosti cene osnovnega instrumenta premije opcije ne zniža.

Slika P.2: Vega nakupne in prodajne opcije



Vir: lastni izračun

4.2 Grki v primeru terminskih poslov/pogodb

Toda delta, rho in theta so relevantne mere občutljivosti ne samo v primeru opcij, temveč tudi v primeru terminskih poslov/pogodb (gamma in vega terminskih poslov/pogodb pa sta namreč enaki 0). Vendar se uporabljajo veliko manj zaradi veliko manjšega pomena, kot ga imajo v primeru opcij. V primeru valutnih terminskih poslov/pogodb je tako relevantna zgolj delta, pa še ta je večinoma enaka 1 ali blizu 1 (in se tako skoraj izenači z delto osnovnega instrumenta, ki je vedno enaka 1[107]). Delto valutnih terminskih poslov zapišemo kot (gre za odvod funkcije (P.1.1a)):

$$\Delta = e^{-r^*(T-t)} \qquad \text{(delta terminskega posla)} \qquad \text{(P.1.15)}$$

Do delte terminskega posla bi lahko prišli tudi intuitivno: ker sprememba deviznega tečaja vpliva zgolj na spremembo sedanje vrednosti denarnega toka v tuji valuti, izražene v domači valuti, je posledično delta terminskega posla identična diskontnemu faktorju $e^{-r^*(T-t)}$, ki je potreben za diskontiranje prihodnjega denarnega toka v tuji valuti.

Delto valutnih terminskih pogodb pa zapišemo kot (gre za odvod funkcije (P.1.2a)):

$$\Delta = e^{(r-r^*)(T-t)} \qquad \text{(delta terminske pogodbe)} \qquad \text{(P.1.16)}$$

4.3 Grki in Monte Carlo metoda

Grke lahko izračunamo tudi s pomočjo Monte Carlo simulacije; potrebno je zgolj ponoviti celotno Monte Carlo proceduro z drugačnim naborom vhodnih podatkov za S_0, σ, r ali r^*. Npr., če želimo oceniti delto opcije, začetni S_0 spremenimo v $S_0^\delta = S_0 + \delta S_0$, kjer je δ predstavlja zelo majhno povečanje S_0 (če bi bila δ večja, bi pri Monte Carlo metodi zajeli tudi gamma učinek). Nato generiramo enako število scenarijev z identičnim naborom ostalih vhodnih podatkov (σ, r, r^* in Δt ostanejo nespremenjeni) in istim naborom slučajnih števil $\varepsilon_t \sim N(0,1)$, in z (P.1.9) ocenimo novo $\hat{C}^\delta$. Δ izračunamo kot:

$$\Delta = \frac{\hat{C}^\delta - \hat{C}}{(\delta S_0)} \qquad \text{(P.1.17)}$$

[107] Vrednost osnovnega instrumenta je enaka: $\omega_t = S_t \times$ št. enot tuje valute. Delta ali občutljivost vrednosti osnovnega instrumenta na spremembo cene osnovnega instrumenta (prvi odvod funckije vrednosti osnovnega instrumenta po promptnem deviznem tečaju S_t) je enaka 1 (za vsako enoto tuje valute).

4.4 Pomen Grkov

»Grki« so izjemnega pomena pri upravljanju portfelja osnovnih/izvedenih instrumentov, še posebej takrat, kadar portfelj sestavljajo tudi pozicije v opcijah ali drugih instrumentih z opcijskimi karakteristikami. Trgovci z valutnimi opcijami morajo namreč poskrbeti, da so tako delta kot tudi gamma in vega njihovega portfelja čim bliže 0, da se na tak način čim bolj zavarujejo tržno vrednost svojega portfelja pred spremembo deviznega tečaja ali spremembo njegove volatilnosti.

Dolge pozicije tako v nakupnih kot prodajnih opcijah (z isto izvršilno ceno in zapadlostjo) imajo namreč enako pozitivno vrednost tako gamme kot vege. Obratno velja za kratke pozicije. Čeprav trgovci običajno dnevno preoblikujejo svoj portfelj opcij s ciljem zagotoviti vsaj delta nevtralnost porfelja (oz. poskušajo minimizirati delto portfelja), pa zgolj redko istočasno zagotovijo tudi gamma in vega nevtralnost. Problem je namreč v tem, da je pogosto težko odkriti »prave« opcije z ustreznimi vrednostmi »Grkov« po konkurenčnih cenah. Še večji problem leži v tem, da banke v večini primerov izdajajo opcije za svoje stranke (ustvarjajo kratke pozicije v opcijah), kar vodi v negativno gammo in vego njihovega portfelja. Zato banke svojim trgovcem z opcijami običajno dovoljujejo neničelno gammo in vego portfelja, vendar le do določene najvišje sprejemljive meje. Pač pa banke natančno spremljajo to izpostavljenost in zapirajo pozicije šele takrat, ko postanejo delta, gamma in vega nesprejemljivo visoke. Takrat se banke iz neto izdajateljev opcij spremijo v neto kupce opcij (kar pa banke sicer nerade počnejo, saj to pomeni vnaprejšnje plačilo premije), in si tako nevtralizirajo negativno vego in gammo portfelja.

Problem, ki se pojavlja v tej zvezi, je predvsem nelinearna občutljivost višine premije opcije na spremembo višine deviznega tečaja, ki zahteva posebne tehnike pri merjenju izpostavljenosti valutnemu tveganju. In kot je prikazano v 4. poglavju magistrske naloge, so »Grki« dobrodošla mera občutljivosti ne samo pri vrednotenju opcij, temveč tudi pri merjenju izpostavljenosti banke valutnemu tveganju.

***PRILOGA 2*:**

IZPELJAVA DONOSA VALUTNE OPCIJE IN DELTA – GAMMA APROKSIMACIJA

Vrednost valutne opcije (na enoto tuje valute) lahko zapišemo kot funkcijo promptnega deviznega tečaja, izvršilne cene, volatilnosti deviznega tečaja, obdobja do zapadlosti, in obeh netveganih obrestnih mer:

$$V = f\,(S, K, \sigma, T - t, r, r^*) \tag{P.2.1}$$

Spremembo vrednosti opcije pa lahko zapišemo v obliki Taylorjeve aproksimacije (kjer druge in višje odvode izpustimo):

$$df = \Delta(dS) + \Theta(dt) + \frac{1}{2}\Gamma(dS)^2 + \rho(dr) + \rho^*(dr^*) + \Lambda(d\sigma) + \ldots \tag{P.2.2}$$

Če se osredotočimo zgolj na učinek spremembe promptnega deviznega tečaja, lahko spremembo vrednosti opcije (V_t) zapišemo kot:

$$V_{t+n} - V_t \approx \Delta(S_{t+n} - S_t) + 0{,}5 \times \Gamma \times (S_{t+n} - S_t)^2 \tag{P.2.3}$$

$$V_t\left(\frac{V_{t+n} - V_t}{V_t}\right) \approx \Delta \times S_t \times \left(\frac{S_{t+n} - S_t}{S_t}\right) + 0{,}5 \times \Gamma \times S_t^2 \times \left(\frac{S_{t+n} - S_t}{S_t}\right)^2 \tag{P.2.4}$$

Če (P.2.4) delimo s S_t in zamenjamo $R_V = \left(\frac{V_{t+n} - V_t}{V_t}\right)$, $R_S = \left(\frac{S_{t+n} - S_t}{S_t}\right)$, $\eta = \left(\frac{S_t}{V_t}\right)$ dobimo:

$$R_V = \Delta \times \eta \times R_S + 0{,}5 \times \Gamma \times \eta \times S_t \times (R_S)^2 = \eta \times \left[\Delta R_S + 0{,}5 \times \Gamma \times S_t \times (R_S)^2\right] \tag{P.2.5}$$

Čeprav so R diskretni donosi in torej niso popolnoma identični zveznim donosom, ki so sicer v uporabi pri vrednotenju izvedenih finančnih instrumentov, pa vseeno kažejo na povezavo med donosom deviznega tečaja in donosom valutne opcije. Iz (P.2.5) vidimo dve značilnosti donosa valutne opcije:

- prva je ta, da gre za donos, ki je v nelinearnem razmerju z donosom deviznega tečaja (vključuje tudi gamma člen, ki v razmerje vnaša konveksnost),
- druga pa kaže na pomen finančnega vzvoda, η. Opcije (in tudi drugi izvedeni finančni instrumenti) zagotavljajo finančni vzvod, torej bo donos opcije enak večkratniku donosa deviznega tečaja.

PRILOGA 3:
SLOVARČEK TUJIH IZRAZOV

ask rate – prodajni tečaj
asset equilibrium models of the balance of payments – premoženjski modeli plačilne bilance
at-the-money – instrument, katerega izvršilna/poravnalna cena je enaka trenutnemu tečaju/ceni osnove
autoregressive conditional heteroscedasticity (ARCH) – avtoregresivna pogojna heteroskedastičnost
back-office – zaledna služba
bandwagon expectations – čredni nagon
bid rate – nakupni tečaj
broker – trgovec, ki trguje v tujem imenu in za tuj račun
business risk – poslovno tveganje
call option – nakupna opcija
candelstick – začetno-končno-intervalni grafikon (sveča)
capital account – kapitalski in finančni račun
chartists – uporabniki analize grafov
consumer price index (CPI) – indeks življenjskih potrebščin
continuously compounded interest rate – zvezno sestavljena obrestna mera
covered interest parity (CIP) – krita obrestna pariteta
cross currency swap – medvalutna zamenjava obrestnih mer
cross rate – križni tečaj
currency option – valutna opcija
dealer – trgovec, ki trguje v svojem imenu in za tuj račun
delivery price – poravnalna cena
discrete interest rate – diskretna obrestna mera
drift – pričakovani odklon
duration – trajanje
efficient market hypothesis – hipoteza o učinkovitosti trga
exchange rate mechanism – menjalni mehanizem
filter rules – pravila filtrov
financial risk – finančno tveganje
foreign exchange (FX) – deviza
FX rate – devizni tečaj
FX swap – devizna zamenjava
forward rate forecast error – napaka napovedi terminskega tečaja
front-office – služba trgovanja
full valuation – polno vrednotenje
fundamentals – makroekonomske spremenljivke
fundamental analysis – temeljna analiza
future – terminska pogodba

geometrical Brownian motion – geometrijsko Brownovo gibanje
ghost effect – učinek duha
head-and-shoulders reversal pattern – vzorec glava rame obrat
implied volatility – volatilnost, implicirana v premiji opcije
in-the-money – instrument, ki se ga splača izvršiti
kurtosis – sploščenost
leptocurtic distribution – leptokurtična porazdelitev
line charts – linijski grafikoni
margin – marža
market-maker – vzdrževalec trga
mark-to-market – vrednotenje po tržnih cenah
mean absolute error (MAE) – povprečna absolutna napaka
mean error (ME) – povprečna napaka
mean reversion – vračanje k povprečni vrednosti
mixed-jump-diffusion models – mešani modeli razpršitve skokov
model risk – tveganje modela
momentum indices – indeksi zagona
monetary model – monetarni model
moving averages – drseče sredine
normally, independently and identically distributed (NIID) – normalno, neodvisno in identično porazdeljen
offer rate – prodajni tečaj
ordinary least squares (OLS) method – metoda navadnih najmanjših kvadratov
output – (domači) proizvod
out-of-money – instrument, ki se ga ne splača izvršiti
outright forward – terminski posel
overbought – predolg
overshooting – prekomerna reakcija
oversold – prekratek
plain-vanilla – osnovna oblika instrumenta
portfolio balance model – portfeljski model
probability distribution function – verjetnostna porazdelitvena funkcija
proprietary trader – trgovec, ki trguje v svojem imenu in za svoj račun
purchasing power parity (PPP) – pariteta kupne moči
put option – prodajna opcija
random walk – slučajno gibanje
relative strenght index – indeks relativne moči
resistance level – odporna raven
risk control – kontrola (nadzor) tveganj
risk management – obvladovanje tveganj
risk-neutral – nevtralen do tveganja
root mean square error (RMSE) – koren povprečne vrednosti kvadratov napak

sampling error – vzorčna napaka
sensitivity – občutljivost
skewness – asimetričnost
spot transaction – transakcija na promptnem trgu
spread – nakupno-prodajni razmik
spurious regression – dvomljiva regresija
square – zaprt
stress testing – testiranje izjemnih situacij
strike price – izvršilna cena
support level – podporna raven
symetric triangle – simetrični trikotnik
technical analysis – tehnična analiza
uncovered interest parity (UIP) – nekrita obrestna pariteta
underlying – osnova
unit root – enotni koren
upward shading – senčenje navzgor
valuation model – model vrednotenja
white noise error term – slučajni odklon belega šuma
white noise process – proces belega šuma