

EKONOMSKI KAPITAL U SKLADUSA BAZELSKIM NAPREDNIM MODELIMA ZA POKRIĆE KREDITNOG RIZIKA

SANJIN BOGDAN*

ECONOMIC CAPITAL IN ACCORDANCE TO THE BASEL ADVANCED MODELS FOR CREDIT RISK COVERAGE

Abstract: *Economic capital represents an internal measure of capital adequacy, which in the absence of regulations, would be defined by the shareholders and management of the Bank. The introduction of advanced Basel model for risk assessment (IRB) created basic prerequisites for the application of economic capital as verifiable and regulatory acceptable measure of capital adequacy in the banking industry. This work aims to theoretically describe the economic capital from the perspective of those interested parties and to present a theoretical framework of advance formula for calculation of necessary capital for the coverage of credit risk, which is in practice widely used as a basic approach for assessing the economic capital for credit risk.*

Key words: *economic capital, Basel II IRB approach, expected and unexpected losses, ASFR model*

Sažetak: *Ekonomski kapital predstavlja internu mjeru adekvatnosti kapitalakaju bi u odsustvu regulative definisali akcionari i uprava Banke. Uvođenjem naprednih Bazelskih modela za procjenu rizika (IRB) stvoreni su osnovni preduslovi za primjenu ekonomskog kapitala kao dokazive i regulatorno prihvaćene mjere adekvatnosti kapitala u bankarstvu. Ovaj rad ima za cilj da teoretski opiše ekonomski kapital iz perspektive navedenih zainteresovnih strana te da prikaže teoretsku osnovu napredne formule za pokriće kreditnog rizika koja se u praksi široko koristi kao osnovni pristup za procjenu ekonomskog kapitala za pokriće kreditnog rizik.*

*mr Sanjin Bogdan, dipl.oec. Sberbank Europe, Wien, Austrija

Ključne riječi: ekonomski kapital, Bazel II IRB pristup, očekivani i neočekivani gubici, ASFR model

Uvod

Upravljanje bankom je dužnost uprave banke, odnosno starijeg menadžmenta izabranog od strane vlasnika. S druge strane, nadzor nad upravljanjem bankom je isto tako i dužnost regulatora. Kapital, kao osnovni resurs banke, historijski se pokazao kao glavni i osnovni mehanizam kontrole banke, koji se očituje kroz regulatorne restrikcije rasta u odnosu na dostupni kapital i mjere koje nalažu dodatne kapitalne investicije i ograničenja. Dodatne kapitalne investicije podrazumijevaju privlačenje dodatnog kapitala od strane postojećih i novih investitora, a ograničenja - bafere za održanje određenog preddefinisanog nivoa kapitala.

Očigledno je banka kroz svoje upravljačke strukture i regulator, imaju zajednički interes adekvatnog upravljanja kapitalom. Razlika između pogleda banke i regulatora po ovom pitanju je u načinu definisanja šta je to adekvatan kapital. Regulatorne kapitalne mjere do uvođenja naprednih modela za kvantifikaciju rizika su se bazirale na procentualnim odnosima volumena rizične aktive, gdje su procenti rizičnosti definisani od strane regulatora. Sa naprednim modelima bankama je dopušten razvoj internih naprednih modela za procjenu rizika, te samim tim i određivanje interne adekvatnosti kapitala.

Interno određen kapital kao adekvatan kapital za pokriće rizika predstavlja ekonomski kapital. Osnovna razlika između regulatornog kapitala i ekonomskog kapitala je ta da regulatorni kapital definiše regulator koristeći isti „kalup“ za sve banke, dok ekonomski kapital predstavlja mjeru adekvatnosti na nivou pojedinačne specifične banke koja proističe iz statističkih podataka same banke.

Procjena ekonomskog kapitala ima svoje puno značenje u području internog upravljanja rizicima i postavlja nove zahtjeve za nadzor poslovanja banaka. U skladu sa Bazelskim propisima, ekonomski kapital se može definisati kao interno definisana mjera za pokriće budućeg nastanka i razvoja rizika što predstavlja budući neočekivani gubitak, koji nije pokriven cijenom usluga i rezervama.

Koncept ekonomskog kapitala

Porteus i Tapadar (2006, str. 42) pod „ekonomskim kapitalom“ podrazumijevaju kvantifikaciju iznosa kapitala koji je potreban, na bazi

ekonomskih ili tržišnih osnova, da podrži rizične aktivnosti firme (banke) u njenom poslovanju. Ekonomski kapital stoga povezuje rizike koje banka preuzima u svom poslovanju sa kapitalom koji je potreban da osigura (pokrije) ove rizike.

U teoriji se, takođe, ekonomski kapital se definiše i kao iznos kapitala koji bi akcionari banke odredili i držali da ne postoje regulatorne mjere adekvatnosti kapitala, s tim da je on utvrđen dokazivom metodologijom i adekvatnim sistemom procjene rizika poslovanja. Posmatrajući razvoj teorije ekonomskog kapitala i razvoj bankarske regulative, naročito naprednih modela za procjenu rizika, može se konstatovati da se ekonomski kapital od interne mjere potrebnog kapitala za pokriće rizika, danas približio regulatornoj mjeri adekvatnosti kapitala. Kroz definiciju metodologije za internu procjenu rizika u skladu sa Bazelskim modelom dobija se i mogućost validacije modela ekonomskog kapitala od strane regulatora te i široku primjenu istog u praksi.

Karakteristika ekonomskog kapitala sa aspekta budućih potreba za pokriće neočekivanih gubitaka, omogućuje nam da definišemo ekonomski kapital kao mjeru održavanja poslovanja, uzimajući u obzir i projekciju negativnog scenarija budućeg poslovanja. Sa ove tačke gledišta, ekonomski kapital se može definisati kao razlika između očekivanog gubitka i najvećeg mogućeg gubitka kojeg banka može da prihvati u skladu sa projektovanim scenarijima, gdje očekivani gubitak predstavlja prosječan trošak poslovanja u određenom periodu koji se pokriva rezervama za potencijalne gubitke. Zato se može reći da je ekonomski kapital iznos kapitala kojeg banka mora da posjeduje kako bi se vjerovatnoća mogućih izvanprosječnih gubitaka, odnosno gubitaka većih od prosjeka, održala ispod određenog nivoa.

Doprinos koncepta ekonomskog kapitala u procesu upravljanja rizicima

Doprinos ekonomskog kapitala u procesu upravljanja rizicima je sadržan u činjenici da ekonomski kapital, po prvi put, predstavlja mjeru potrebnog kapitala za pokriće rizika koji mogu nastati u narednim periodima, a koji su specifični za svaku pojedinačnu finansijsku instituciju. Dosadašnje mjere potrebnog kapitala za pokriće rizika, kao što su regulatorne mjere, prvenstveno su se bazirale na uniformnim mjerama i historijski kalibriranim parametrima, koje su dovodile u isti položaj banke koje kvalitetno i aktivno upravljaju preuzetim rizikom i one koje to vrše na manje adekvatan način. Druga prednost ekonomskog kapitala se odnosi na sveobuhvatnu mjeru rizika koji nije ograničena na osnovne rizike već se proteže i na širi skup ostalih rizika, kao što su npr. reputacioni rizik itd.

I ako ova oblast još uvijek nije idealno uređena i ne postoje jasno definisani standardi kvaliteta za korištene modele, sam koncept ekonomskog kapitala predstavlja solidnu platformu za usaglašavanje stavova između akcionara za interno određivanje potrebnog kapitala za pokriće rizika i supervizora za regulatorno propisivanje potrebnog iznosa kapitala, međutim sigurno je da predstoji još dug put da se ovi stavovi usaglase.

Izračunavanje ekonomskog kapitala za pokriće kreditnog rizika prema IRB Bazel II pristupu

Kapitalni zahtjevi za pokriće kreditnog rizika prema IRB pristupu predstavlja proizvod *stope adekvatnosti kapitala* (minimalno 8%) i *kreditnim rizikom ponderisane aktive* (kreditna RWA¹), odnosno:

$$\begin{aligned} \text{Stopa adekvatnosti kapitala} &= \\ &= \frac{\text{regulatorni (ekonomski) kapital}}{\text{kreditna RWA}} \geq 8\%(1) \end{aligned}$$

Bazel II omogućuje bankama izbor između dvije metodologije za proračun odgovarajućeg kapitalnog zahtjeva za kreditni rizik: *standardizovanog pristupa* ili u pristupa baziranog na *internom rangiranju* (IRB² pristup). Ekonomski kapital koji se izračunava primjenom pristupa baziranog na internim modelima procjene (IRB) ne koristi uniformna pravila, barem ne u potpunosti, za proračun rizične aktive po vrsti izloženosti, kao što je to slučaj kod osnovnog (standardizovanog) regulatornog pristupa gdje se, u principu, razmatra regulatorni a ne ekonomski kapital.

Kod IRB pristupa koriste se četiri ključne komponente rizika u determinisanju kapitalnih zahtjeva za danu izloženost i to:

- 1) Vjerovatnoća neizmirenja obaveza PD (engl. *Probability of Default*) u određenom periodu. PD je usmjeren na određenog dužnika i definisan kao vjerovatnoća da će dužnik doći u probleme koji će dovesti do nemogućnosti izmirenja obaveza u roku od jedne godine (vjerovatnoća nastanka statusa neispunjavanja obaveza dužnika). PD se izražava u % ili decimalnim brojem.
- 2) Gubitak uslijed neizmirenja obaveza LGD (engl. *Loss Given Default*). LGD predstavlja procjenu stvarnih gubitaka koja će se desiti u trenutku neizmirenja obaveza i zavisi od tipa korisnika kredita i samog

¹engl. *Risk-Weighted Asset (RWA)*

²engl. *Internal Rating-Based approach* = pristup baziran na internom rangiranju

- obezbjeđenja koje je dano za navedeni kreditni plasman. LGD se izražava u % ili decimalnim brojem.
- 3) Kreditna izloženost u slučaju neizmirenju obaveza EAD (engl. *Exposure at Default*). EAD je jednako izloženosti koje banka očekuje da će imati u trenutku neizmirenja obaveza dužnika. EAD se izražava novčanim jedinicama.
 - 4) Efektivni rok dospjeće (ročnost) kreditne izloženosti M (engl. *Effective Maturity*).

Banke, koje se odluče za IRB pristup, mogu da koriste njihove vlastito interno mjerenje komponenata kreditnog rizika kao inpute za proračun ekonomskog kapitala kada za to dobiju odobrenje od strane nadzornih organa. Zbog toga, banke moraju dokazati da su za upotrebu IRB pristupa ispunjeni određeni minimalni uslovi u pogledu metoda i transparentnosti. U IRB Bazel II pristupu kreditnim rizikom ponderisana aktiva *RWA* predstavlja funkciju pondera rizika³ (*RWF*), koja se može izraziti kao $RWF = f(PD, LGD, M)$, a koja transformiše komponente kreditnog rizika u rizikom ponderisanu aktivu⁴ (*RWA*), a timei ukapitalni zahtjev (*KZ*) za kreditni rizik, tj. ekonomski kapital (*EC*⁵) koji je namijenjen za osiguranje da se neočekivani kreditni gubici mogu pokriti saodređenim nivoom pouzdanosti koja je propisana od strane supervizora.

Osnovna karakteristika IRB Bazel II pristupa je da se on bazira na mjerenju očekivanih gubitaka *EL*⁶ i neočekivanih gubitaka *UL*⁷, pri čemu *RWF* generiše kapitalne zahtjeve za neočekivane gubitke, dok se očekivani kreditni gubici tretiraju posebno (Basel Committee on Banking Supervision [BCBS] 2006a, paragraf 212). Naime, u skladu sa IRB pristupom svako izlaganje kreditnom riziku može prouzrokovati gubitke koji se dijele nazv. očekivane gubitke *EL*, koji trebaju biti pokriven izračunatim troškovima rizika na teret tekućih prihoda i na tzv. neočekivane gubitke *UL*, koji predstavlja gubitke uslijed neočekivanih dešavanja i koje je potrebno pokriti, tj. osigurati odgovarajućim iznosom ekonomskog kapitala *EC*.

Metodologija proračuna ekonomskog kapitala u IRB Bazel II pristupu se zasniva na ideji da se budući dobiti ili gubici bankarskog kreditnog portfolija mogu opisati funkcijom raspodjele gustoće vjerovatnoće gubitka u određenom budućem vremenskom periodu (horizontu). Teoretski, banke koje poznaje ovu

³ engl. *Risk-Weighted Function (RWF)*

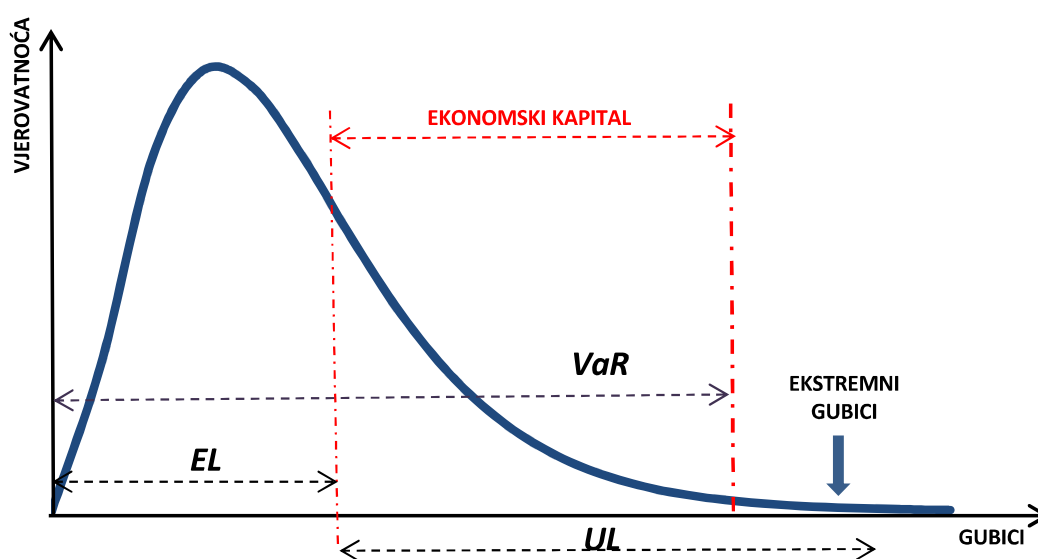
⁴ engl. *Risk-Weighted Asset (RWA)*

⁵ engl. *Economic Capital (EC)*

⁶ engl. *Expected Loss (EL)*

⁷ engl. *Unexpected Loss (UL)*

funkciju raspodjele mogu odvojiti kapital koji će pokriti eventualni gubitak u odgovarajućem budućem vremenskom horizontu sa odgovarajućim nivoom pouzdanosti, odnosno povjerenja. Ovaj nivo povjerenja, s druge strane, se može shvatiti kao vjerovatnoća ciljne solventnosti banke. Na Slici 1. je dana ilustracija krive funkcije gustine vjerovatnoće mogućih kreditnih gubitka neke banke. Očekivani gubici banke (EL) mogu biti prognozirani te se s njima može relativno lako upravljati. Naime, iako generalno nije moguće tačno predvidjeti gubitke koje će banka pretrpiti u određenom vremenskom razdoblju, banka još uvijek može da predvidi prosječni nivo kreditnog gubitka, koji može očekivati da će doživjeti za određeni kreditni portfolio.



Sl. 1 Funkcija gustoće vjerovatnoće gubitka

Izvor: Paudel (2007) - obrada: autor

S obzirom, da postoji značajna vjerovatnoća da će gubici premašiti očekivani gubitak EL , to držanje sredstva koji su jednaki očekivanim gubicima kao rizični kapital za slučajeve neočekivanih finansijskih problema neće biti odgovarajuće rješenje. U skladu sa navedenim, koncept ekonomskog kapitala (EC), koji je iskorišten za interne modele kreditnog rizika banaka, se bazira na razlici ukupnih gubitaka (koji se procjenjuju sa određenim nivoom povjerenja α (ovi gubici se u stručnoj literaturi nazivaju „vrijednost pod rizikom”⁸ - VaR) i očekivanih gubitaka. Vrlo rijetki ekstremni gubici (katasrofalni gubici veći od VaR) koji se mogu pojaviti s vjerovatnoćom manjom od $(1 - \alpha)$ se ne uzimaju u proračun i za njihovo pokriće se ne određuje potreban kapital (Slika 1). U tom smislu je ekonomski kapital EC_α , za dati nivo povjerenja α , definisan kao vrijednost pod rizikom (VaR) minus očekivani gubitak EL (Slika 1), to jeste:

⁸engl. *Value at Risk* (VaR)

$$EC_{\alpha} = VaR - EL \quad (2)$$

EC_{α} predstavlja ekonomski kapital koji banka treba rezervirati da ograniči vjerovatnoću gubitka uslijed neizmirenja obaveza dužnika sa danim nivoom povjerenja α . Vrijednost pod rizikom (VaR) se umanjuje za EL jer se VaR sastoji od dijela koji se odnosi na očekivane gubitke EL i dijela koji se odnosi na veći dio neočekivanih gubitak. Na ovaj način izračunati ekonomski kapital se naziva „VaR bazirani regulatorni kapital“ (Jorion, 2007, str. 49).

Proračun očekivanih gubitaka EL⁹

Za portfolio sa N kredita ($n = 1, 2, \dots, N$), neka D_n označava tzv. indikator defaultan-tog dužnika u vremenskom periodu $[0, T]$ pri čemu se podrazumijeva da u vremenu $t=0$ svi dužnici nisu u stanju (statusu) neizmirenju obaveza¹⁰ (u daljem tekstu: *default*). Pošto n -ti dužnik može biti u statusu *defaulta*, ali i ne mora, to je D_n Bernoullijeva slučajna varijabla koja uzima vrijednosti 1 ako je n -ti dužnik u stanju defaulta, a u suprotnom je $D_n = 0$. U tom slučaju su odgovarajuće vjerovatnoće pojedinih stanja date kao: $\mathbb{P}(D_n = 1) = PD_n$ i $\mathbb{P}(D_n = 0) = 1 - PD_n$, pri čemu PD_n označava vjerovatnoću *defaultan-tog* dužnika. Gubitak n -tog dužnika označimo varijablom L_n , kojaje predstavljena jednačinom:

$$L_n = EAD_n \cdot LGD_n \cdot D_n \quad (3)$$

Pretpostavka je da su EAD_n , LGD_n i D_n nezavisni. EAD_n je kreditna izloženost, a LGD_n gubitak u slučaju *defaultan-tog* dužnika. Iako generalno nije moguće tačno procijeniti kreditni gubitak koji će banka pretrpiti u slučaju *defaultan-tog* dužnika u određenom vremenskom razdoblju, banka uvijek može predvidjeti prosječan nivo tog gubitka. Ovaj gubitak se naziva *očekivani gubitak* EL_n (engl. *expected loss*) uslijed *defaultan-tog* dužnika. EL_n se definiše kao matematičko očekivanje (\mathbb{E}) varijable gubitka L_n definisanog jednačinom (3) i pri tome je:

$$EL_n = \mathbb{E}[L_n] = PD_n \cdot EAD_n \cdot LGD_n \quad (4)$$

⁹Izvođenje proračuna očekivanih gubitaka je bazirano na Lütkebohmert (2009, str. 5 - 12).

¹⁰ Neizmirenje novčanih obaveza = engl. *default*; *default* je uobičajen stručni termin u bankarstvu za slučaj da dužnik nije u stanju da izmiruje svoje novčane obaveze.

Matematičko očekivanje Bernoullijeve varijable D_n jednako je vjerojatnoći da će se n -ti dužnik naći u stanju *defaulta*: $\mathbb{E}(D_n) = \mathbb{P}(D_n = 1) = PD_n$. Očekivani gubitak ukupnog portfolija EL (*expected loss*) je prema tome:

$$EL = \mathbb{E}(L_N) = \sum_{n=1}^N EL_n = \sum_{n=1}^N EAD_n \cdot LGD_n \cdot PD_n \quad (5)$$

Banke obično vrše procjene PD_n i LGD_n na bazi istorijskih podataka u vezi n -tog dužnika ili uzimaju prosječne vrijednosti tih veličina grupno za sve dužnike iz nekog prethodnog perioda za određene klase aktive. PD_n se u finansijskoj stručnoj literaturi često naziva i *bezuslovna vjerovatnoća defaulta*. EAD_n predstavlja konkretnu kreditna izloženost u trenutku neizmirenju obaveza n -tog dužnika, odnosno novčani iznos duga koji banka ne može naplatiti od n -tog dužnika u trenutku kada on ne može dalje otplaćivati dug i ta se vrijednost ne uzima kao prosječna veličina. Ovako izračunati očekivani gubitak EL se izražava u novčanim jedinicama¹¹.

Proračun neočekivanih gubitaka

Matematički postupak za izračunavanje *neočekivanih gubitaka* u IRB pristupu je zasnovan na konceptu *vrijednost pod rizikom*, *asimptotskom modelu jednog faktora rizika* i *modelu vrijednosti aktive*.

Vrijednost pod rizikom

Koncept ekonomskog kapitala (EC) zasnovan na *vrijednosti pod rizikom* (VaR) je jedno od najvažnijih unapređenja koje je uvedeno Bazel II sporazumom. VaR metodologija podrazumijeva činjenicu da aktivnosti poslovanja u prosjeku generišu dobit za banke, ali da postoji niz mogućih ishoda koji uključuju i mogućnost značajnih poslovnih gubitaka. VaR se definiše kao statistička mjera, odnosno tehnika procjene rizika u oblasti finansija pomoću koje se određuje potencijalni gubitak vrijednosti nekog finansijskog instrumenta (ili neke druge rizične imovine), odnosno portfolija, sa danim nivoom povjerenja α i u nekom datom periodu vremena. Tako, na primjer, Linsmeier i Pearson (1996, str. 3) opisuju VaR kao jedinstvenu, sumarnu, statističku mjeru mogućih gubitaka portfolija. Gubici koji premašuju vrednost VaR -a, događaju se samo sa određenom malom vjerovatnoćom. Vrijednost pod rizikom se koristi za kvantifikovanje rizika događaja koji su prisutni u svim područjima upravljanja finansijskim rizicima, kao što su tržišni, kreditni,

¹¹U nekim slučajevima EL se izražava kao procentualni iznos od EAD i tada je

$$EL = PD \cdot LGD.$$

operativni ili rizik osiguranja. Nažalost, VaR nije jedinstvena metoda i u praksi se koristi veliki broj metoda za izračunavanje vrijednosti pod rizikom i premda su sve te metode logično objašnjive, rezultati dobijeni pomoću različitih metodologija mogu značajno varirati. S obzirom da je VaR kvantitativna statistička tehnika, ona obuhvata samo rizike koji mogu biti kvantifikovani. Za neku L/P ¹² distribuciju (distribuciju gubitka) formalna matematička definicija VaR -a je:

$$VaR(\alpha) = F^{-1}(\alpha) \quad (6)$$

odnosno VaR je kvantil funkcije distribucije gubitka prinosa (Rüschendorf, 2013, str 146), pri čemu je $F(x) = \mathbb{P}(L \leq x)$ kumulativna funkcija distribucije varijable gubitka, a $F^{-1}(\alpha)$ označava vrijednost inverzne kumulativne funkcije raspodjele gubitaka za danu vjerovatnoću α (koja se naziva *nivo povjerenja*), odnosno gubitak koji se očekuje s vjerovatnoćom α . $F^{-1}(\alpha)$ je kvantil (percentil), koji se naziva α -kvantil. U upravljanju rizikom tipične vrijednosti za α su 95% ili 99%. Nivo povjerenja α u Bazel II sporazumu je npr. 99.9% (što odgovara gornjem kraju BBB rejtinga), dok u praksi jedan broj banaka koristi nivo povjerenja (pouzdanosti) od 99,96% ili 99.99%. Razlog za ove visoke vrijednosti za α jeda banke žele da demonstriraju (pokažu) nivo solventnosti koji odgovara rejting klasi A ili AA.

Asimptotski model jednog faktora rizika

Funkcija pondera rizika (regulatorna funkcija pondera rizika) - $RRWF$ ¹³ za izračunavanje ekonomskog kapitala za pokrivanje neočekivanih kreditnih gubitaka u Bazel II IRB pristupu je bazirana na specifičnom modelu tzv. *asimptotskom modelu jednog faktora rizika* - $ASRF$ ¹⁴ modelu, koji je zasnovan na radu koji je Gordy¹⁵ objavio 2002. godine (BCBS, 2005). Realizacija $ASRF$ model je zasnovana na ideji invarijantnosti kreditnog portfolija tj. na ideji da kapitalni zahtjev za neki kredit ne smije zavisiti od kompozicije portfolija kojem se taj kredit dodaje. Ovaj uslov je neophodan da bi se omogućilo jednostavno i brzo proračunavanje RWF funkcije, odnosno ekonomskog kapitala. U osnovi $ASRF$ modela je primjenjen zakon velikih brojeva, tj. velikog broja različitih izloženosti. Naime, kada su izloženosti jednako distribuirane, idiosinkratski rizik¹⁶ asociran svakoj pojedinačnoj

¹² engl. *Loss/Profit* - L/P (gubitak/dobit)

¹³ engl. *Regulatory Risk Weight Function*

¹⁴ engl. *Asymptotic Single Risk Factor*

¹⁵ Gordy, B. M. (2002).

¹⁶ Faktori koji utiču na kreditni rizik su mnogostruki a mogu se podijeliti na idiosinkratske i sistematske. Idiosinkratski rizik predstavlja rizik zbog specifičnih okolnosti samog

izloženosti je uglavnom diversifikovan, što znači da idiosinkratski rizici poništavaju jedni druge. Ovo ujedno ukazuje na slabu stranu ASRF modela jer on očigledno zahtjeva veoma velik kreditni portfolio, odnosno, ako portfolio sadrži mali broj kredita tada idiosinkratski rizik može biti značajan. Kada je idiosinkratski rizik diversifikovan, ostaje samo sistematski rizik koji utiče na sve kreditne izloženosti. Takav jedan teoretski veliki kreditni portfolio se naziva beskonačno sitnozrnosti, odnosno, beskonačno fino granulirani (engl. *infinitely fine-grained*) portfolio. Naravno, savršeno granuliran portfolio ne postoji u praksi. Realni bankarski portfoliji imaju ograničen broj dužnika i ova asimptotska pretpostavka može samo približno važiti za neke od najvećih banaka sa velikim portfolijima. Ekonomski kapital izračunat pod pretpostavkom asimptotski sitnozrnatog portfolija za neki realni, konačni portfolio dovodi do potcijenjenija veličine potrebnog kapitala. Uticaj ovog nediversifikovani idiosinkratskog rizika na kapital banke bi trebale uzeti u obzir u okviru Stuba 2 u Bazel II pristupu.

Prema tome, prva pretpostavka ASFR modela je da je portfolio beskrajno fine strukture, odnosno ni jedna izloženost ne čini više nego proizvoljno mali udio u ukupnoj izloženosti portfolija, a druga je - da je zavisnost u izloženostima prouzrokovana jednim faktorom sistematskog rizika. Sa ovim pretpostavkama moguće je izračunati sumu očekivanih i neočekivanih gubitaka povezanih sa svakim kreditom, što se postiže računanjem tzv. *uslovnog očekivanog gubitka*¹⁷ za svaku izloženost, odnosno uslovno očekivani gubitak izloženosti određen je odgovarajućom konzervativnom vrijednosti jedinstvenog faktora sistematskog rizika. To praktično znači da su u ASRF modelu svi sistematski rizici, koji utiču u određenoj mjeri na sve zajmoprimce, modelirani sa samo jednim („pojedinačnim“) sistematskim faktorom rizika.

U kreditnom portfoliju s N različitih kredita osnovni kreditni model nekog n -tog zajmoprimca (dužnika), koji ima samo jedan kredit¹⁸, je predstavljen modelom njegove kreditne sposobnosti. Pri tome se pretpostavlja da vrijednost aktive n -tog dužnika Y_n linearno zavisi od izvjesnog broja (K) sistematskih faktora rizika za koje se smatra da imaju normalnu raspodjelu. Ovi sistematski faktori rizika predstavljaju faktore uticaja industrije, geografije, globalne ekonomije ili bilo kojih drugih relevantnih indikatora koji mogu uticati na *default* dužnika na neki sistematski način. To znači da na vrijednost aktiven-

dužnika (npr. lošeg menadžmenta preduzeća-zajmotražioca). Sistematski rizik se tiče opštih faktora rizika kao što su pogoršanje tržišnih uslova, rastuća inflacija, negativne kursne razlike ili povećanje konkurencije, odnosno uticaj različitih okolnosti iz makrookruženja banke.

¹⁷ engl. *conditional expected loss*

¹⁸ Ako dužnik ima više kredita svaki pojedinačni kredit se tretira kao da je u pitanju drugi dužnik sa odgovarajućom klasom aktive

tog dužnika utiče određena kombinacija ovih sistematskih faktora koja je specifična upravo za tog dužnika, tj. čini njegov sistematski rizik. Ta kombinacija sistemskih faktora rizika je poznata pod imenom *kompozitni faktor* i označava se sa Z_n . Zbog jednostavnijeg postupka proračuna Pykhtin (2004) pretpostavlja da su faktori nezavisni, te se K originalno korelisanih sistemskih faktora rastavlja na K nezavisnih standardnih normalnih sistemskih faktora X_k ($k = 1, 2, \dots, K$). Relacija između $\{X_k\}$ i kompozitnog faktora Z_n tada je dana relacijom:

$$Z_n = \sum_{k=1}^K \alpha_{n,k} X_k \quad (7)$$

Težinski faktori, tj. ponderi $\alpha_{n,k}$ opisuju zavisnost n -tog dužnika od k -tog industrijskog ili regionalnog faktora rizika reprezentovanog faktorom X_k . S obzirom da se u ASFR modelu podrazumijeva da su sistematski faktori rizika X_k standardne normalno distribuirane varijable (tj. da im je srednja vrijednost jednaka 0 i standardna devijacija jednaka 1), to je Z_n standardna normalno distribuirana varijabla ako je ispunjen uslov da je $\sum_{k=1}^K \alpha_{n,k}^2 = 1$.

Osim uticaja sistematskih faktora rizika na vrijednost aktiven-tog dužnika utiču i faktori rizika, koji su specifični samo njemu a ne i ostalim dužnicima., odnosno idiosinkratski faktori rizika ili idiosinkratski šokovi¹⁹. U tom slučaju konačno se može pisati da je vrijednost aktive (kreditna sposobnost) n -tog dužnika funkcija kompozitnog faktora rizika (sistematskih faktora rizika) Z_n i idiosinkratskog šoka ε_n (Pykhtin, 2004):

$$Y_n = \beta_n \cdot Z_n + \sqrt{1 - \beta_n^2} \cdot \varepsilon_n \quad (8)$$

Jednačina (8) formalno predstavlja ASFR model koji postulira da vrijednost aktive zavisi od sistematskog faktora Z_n i idiosinkratskog faktora ε_n . Faktor β_n u jednačini (1) predstavlja osjetljivost n -tog dužnika na sistematski rizik, tj. onobuhvata linearnu korelaciju između Y_n i X_n , a ε_n je idiosinkratski šok koji je standardizovana normalna varijabla.

Model vrijednosti aktive

¹⁹ Pod šokom (izraz preuzet iz stručne engleske terminologije) se podrazumijevaju slučajna promjenljiva čije su vrijednosti iznenadne, neočekivane i iznenađujuće, odnosno, pod idiosinkratskim šokom se podrazumijeva da je *default* dužnika rezultat nekog šoka svojstvenog samo njemu, npr. *default* zbog unutrašnjih poslovnih propusta, prevara i slično.

Da bi se izvela regulatorna funkcija pondera rizika $RRWF$ potrebno je teorijski ASRF model transformisati u praktični model za kalkulaciju regulatornog kapitala. Da bi se to uradilo prvo je potrebno dobiti *uslovnu vjerovatnoću defaulta* adaptacijom Merton-ovog²⁰ modela (Merton, 1974). Merton-ov model je tzv. *model vrijednosti aktive*²¹ što znači da je distribucija gubitka izvedena fokusiranjem na opis vrijednosti aktive dužnika, a *default* dužnika se dešava ako njegova vrijednost aktive padne ispod praga njegove obaveze. Vasicek (2002) je pokazao da pod određenim uslovima Mertonov model može da se proširi na specifični ASFR model kreditnog portfolija. Razlika između Mertonovog modela i Vasicekovog modela je da se u Vasicekovom modelu, umjesto da se uzima nivo obaveze izvodi zaključak na bazi PD dužnika. Prednost ovoga pristupa je da nivoi vrijednosti aktive i obaveza nestaju iz formule, što pojednostavljuje model. S obzirom na Gordyijev, Mertonov i Vasicekov rad, Bazelski komitet je odlučio da usvoji pretpostavke normalne distribucije za sistematske i idiosinkratske faktore rizika.

Prema Mertonovom modelu dužnik dolazi u stanje nemogućnosti ispunjenja kreditnih obaveza (stanje *defaulta*) kada njegova kreditna sposobnost (uzeta kao vrijednost njegove aktive), predstavljena slučajnom promjenljivom Y_n , padne ispod određenog praga (c_n) u nekom vremenskom horizontu (obično se u proračunu uzima da je to taj horizont jedna godina). Ako sa PD_n označimo dužnikovu (beuslovnu) vjerovatnoću *defaulta* tada je:

$$PD_n = \mathbb{P}[Y_n < c_n] \quad (9)$$

a kako je $Y_n \sim \mathcal{N}(0,1)$, to slijedi da je prag *defaulta* c_n dan sa:

$$c_n = \mathcal{N}^{-1}(PD_n) \quad (10)$$

gdje \mathcal{N} označava kumulativnu funkciju standardne normalne distribucije vjerovatnoće, a \mathcal{N}^{-1} je njena inverzija (U Mertonovom modelu vrijednost aktive je opisana normalno distribuiranom slučajnom varijablom.). Dakle, u faktorskoj reprezentaciji, a na bazi pretpostavke ASFR modela, odnosno jednačine (8), uslov $Y_n < c_n$ može da se napiše kao:

$$\beta_n \cdot Z_n + \sqrt{1 - \beta_n^2} \cdot \varepsilon_n < c_n$$

odnosno na bazi jednačine (10) slijedi da je:

²⁰ Mertonov model prethodnik svih modela vrijednosti aktive i, premda je mnogo proširenja ovog modela kasnije razvijeno, Mertonov model je ostao uticajan i popularan u praksi analize kreditnog rizika.

²¹ engl. *asset-value model*

$$\varepsilon_n < \frac{\mathcal{N}^{-1}[PD_n] - \beta_n Z_n}{\sqrt{1 - \beta_n^2}}$$

Odnosno, na bazi činjenice da je $PD_n = \mathbb{P}[Y_n < c_n]$ imamo da je vjerovatnoća defaulta n -tog dužnika, uslovno na kompozitni faktor Z_n (često nazvana uslovna vjerovatnoća defaulta n -tog dužnika) dana sa:

$$PD_n(Z_n) = \mathcal{N}\left(\frac{\mathcal{N}^{-1}[PD_n] - \beta_n Z_n}{\sqrt{1 - \beta_n^2}}\right) \quad (11)$$

Shodno ovome, može se reći da je uslovnu vjerovatnoću defaulta $PD_n(X)$ n -tog dužnika funkcijom bezuslovne vjerovatnoće defaulta PD_n tog dužnika i stanja makroekonomskih faktora Z_n koji su značajni za njega. U jednačini (11) za uslovnu vjerovatnoću defaulta jedini preostali slučajni dio je faktor Z_n .

Slijedeća pretpostavka u Mertonovom modelu je da je vrijednost prinosa aktive opisana normalno distribuiranom slučajnom varijablom (na bazi čega je i Bazelski komitet usvojio pretpostavku normalno distribuiranih faktora rizika), a s obzirom da su u ASRF modelu svi sistematski rizici u portfoliju modelirani samo s jednim faktorom sistematskog rizika koji predstavlja, na primjer, ukupnu ekonomsku (makroekonomsku) klimu, to se u jednačini (11) može staviti da je $Z_n = X$, a pošto je $\beta_n = \sqrt{\rho_n}$, uslovna vjerovatnoća defaulta n -tog dužnika postaje:

$$PD_n(X) = \mathcal{N}\left(\frac{\mathcal{N}^{-1}[PD_n] - \sqrt{\rho_n} \cdot X}{\sqrt{1 - \rho_n}}\right) \quad (12)$$

gdje ρ_n predstavlja korelacioni koeficijent aktive n -tog dužnika.

Ako izaberemo da je realizacija faktora sistematskog rizika, $X = x$, jednaka α -kvantilu faktora sistematskog rizika $q_\alpha(X)$, pri čemu je α vjerovatnoća, generalno imamo da je $q_\alpha(X) = F^{-1}(\alpha)$. Uz usvojenu pretpostavku da X ima normalnu raspodjelu vjerovatnoće, kao što je to uzeto u Morton - ASRF modelu, slijedi da je:

$$x = q_\alpha(X) = \mathcal{N}^{-1}(\alpha) \quad (13)$$

Stavljajući $X = x$ jednačinu (12) slijedi da je uslovna vjerovatnoća defaulta n -tog dužnika:

$$PD_n(x) = \mathcal{N}\left(\frac{\mathcal{N}^{-1}[PD_n] - \sqrt{\rho_n} \cdot x}{\sqrt{1 - \rho_n}}\right) \quad (14)$$

Jednačina (14) odgovara uslovnoj vjerovatnoći gubitka uslijed *defaultan*-tog dužnika kada je *kompozitni faktor* fiksiran najednu vrijednost. Uvodeći vrijednost x iz jednačine (13) u jednačinu (14) dobija se konačno da je *uslovna vjerovatnoća defaultan*-tog dužnika:

$$PD_n(q_\alpha(X)) = \mathcal{N}\left(\frac{\mathcal{N}^{-1}[PD_n] - \sqrt{\rho_n} * \mathcal{N}^{-1}(\alpha)}{\sqrt{1 - \rho_n}}\right) \quad (15)$$

Jednačina (15) kaže da se na osnovu vrijednosti *beuslovne vjerovatnoće defaulta* PD_n izračunava se *uslovna vjerovatnoća defaulta* $PD_n(X)$ n -tog dužnika za određeni (zadani) α -kvantil faktora sistematskog rizika $q_\alpha(X)$. Prema tome očekivani gubitak koji je uslovan na α -kvantil faktora sistematskog rizika X , tj. *uslovni očekivani gubitak* odgovara *vrijednosti pod rizikom VaR*-u (Slika 1). Analogno jednačini (4) za *beuslovni očekivani gubitak* (EL_n) *uslovni očekivani gubitak* $\mathbb{E}[L_n | q_\alpha(X)]$ može biti izražen kao:

$$\mathbb{E}[L_n | q_\alpha(X)] = PD_n(q_\alpha(X)) \cdot EAD_n \cdot LGD_n \quad (16)$$

i s obzirom na jednačine (15) i (16) *uslovni očekivani gubitak* uslijed *defaultan*-tog dužnika je dan sa :

$$\mathbb{E}[L_n | q_\alpha(X)] = \mathcal{N}\left(\frac{\mathcal{N}^{-1}[PD_n] - \sqrt{\rho_n} \cdot \mathcal{N}^{-1}(\alpha)}{\sqrt{1 - \rho_n}}\right) \cdot EAD_n \cdot LGD_n \quad (17)$$

Iz jednačine (17) je vidljivo da je *uslovni očekivani gubitak* u zavisnosti od vrijednosti *beuslovog očekivanog gubitka* PD_n uslijed *defaultan*-tog dužnika, konkretne kreditne izloženosti u trenutku neizmirenju obaveza n -tog dužnika EAD_n , (beuslovnog) očekivanog gubitka u slučaju *defaultan*-tog dužnika LGD_n i korelacionog koeficijenta aktive n -tog dužnika ρ_n .

Premda gubitak u slučaju *defaulta* n -tog dužnika LGD_n igra veliku ulogu u funkciji kapitalnih zahtjeva, Bazel II ne obezbjeđuje eksplicitnu funkciju koja transformiše prosječne (očekivane) LGD u uslovne LGD -ove. LGD upotrebljen za kalkulaciju *uslovnog očekivanog gubitka* u slučaju *defaulta* treba reflektovati eventualne finansijske neprilike. Za tu svrhu Bazel II (BCBS, 2006a, paragraf 468) koristi tzv. *krizni LGD* koji odražava krizne ekonomske

uslove²². Zamisao ovog koncepta je da, u vrijeme finansijskih neprilika ili ekonomske krize, gubici uslijed kreditnog *defaulta* su veći nego pod normalnim uslovima. S obzirom, da su prakse banaka, koje se odnose na *LGD* kvantifikacije, veoma sofisticirane, BCBS (Basel Committee on Banking Supervision) je bio prisiljen da prihvati da nije pogodno da se koristi jedna supervizorska funkcija mapiranja *LGD*-a. Stoga je BCBS odlučio da banke koje koriste A-IRB pristup mogu procijeniti vlastite „krizne“ *LGD*-ove uz obavezu da ovi „krizni“ *LGD*-ovi u vrijeme okolnosti recesije moraju biti konzervativniji u odnosu na *LGD*-ove u normalnim okolnostima.

Ekonomski kapital EC_α (Slika 1): je dat izrazom $EC_\alpha = VaR - EL$, što može, na osnovu prethodno izloženog, da se napiše kao:

$$EC_\alpha = \text{uslovni očekivani gubitak} - \text{bezuslovni očekivani gubitak}$$

odnosno:

$$EC_\alpha = \mathbb{E}[L_n | q_\alpha(X)] - \mathbb{E}[L_n] \quad (18)$$

Ekonomski kapital EC_α je ona vrijednost kapitala koju banka mora imati za pokriće neočekivanih gubitaka (ustvari neočekivanih gubitaka koji neće biti prevaziđeni s vjerovatnoćom α , tj. nivoom povjerenja α), a sastoji se u pravilu od osnovnog kapitala, zadržanih zarada i rezervi poslije oporezivanja te dopunskog kapitala. Omjer potrebnog kapitala u odnosu na izloženost rizicima banke od minimalno 8% (tzv. McDonough Ratio²³) ostaje nepromijenjen²⁴ u odnosu na Bazel I. Koeficijent (stopa) adekvatnosti kapitala za pokriće kreditnog rizika prema Bazelu II, prema tome, mora biti jednaka ili veća od 8% (0,08), izračunava se na bazi jednačine (1) iz čega slijedi da je:

$$RWA \text{ za kreditni rizik} = 12,5 \cdot EC_\alpha$$

Prema Bazelu II za privredu, državne institucije i banke pri proračunu *RWA* u obzir se uzima četvrta komponenta rizika - ročnost (engl. *Maturity* – M), tj.

$$RWA = 12,5 \cdot EC_\alpha \cdot M$$

²²engl. *economic downturn conditions*

²³ McDonough odnos (McDonough Ratio) je dobio ime po Williamu McDonoughu, predsjedniku Bazelskog odbora u periodu 1998-2003. god. kada se je usvajao Bazel II i stopa adekvatnosti kapitala je bila definisana rizikom ponderisane aktive.

²⁴Centralne banke mogu odrediti i veću minimalnu stopu adekvatnosti kapitala od navedene stope za banke za koje utvrde da izrazito rizično posluju. (minimalna stopa adekvatnosti kapitala prema Zakonu o bankama u Hrvatskoj, BiH i Srbije je u rasponu 10% do 12%).

Naime, kreditni portfolio se sastoji od instrumenata s različitim rokovima dospijea. Empirijski dokazi ukazuju na to da su dugoročni krediti rizičnije od kratkoročnih kredita. Kao posljedica toga, potrebni kapital bi se trebao povećati s povećanjem roka dospijea. Alternativno, podešavanje ročnosti se može tumačiti kao predviđanja dodatnih kapitalnih zahtjeva zbog povećanja rizičnosti. Povećanje rizičnosti je češće u slučaju dugoročnih kredita, a time i predviđenih kapitalnih zahtjeva će biti veća nego za kratkoročne kredite (BCBS, 2005). Prilagođavanje ročnosti se može objasniti kao posljedica tržišnog (engl. *Mark-to-market*) vrednovanja kredita. Krediti sa visokom vjerovatnoćom *defaulta* imaju manju tržišnu vrijednost negokrediti s niskim *PD* uz istu vrijednost nominalne vrijednosti, jer investitori uzimaju u obzir očekivani gubitak, kao i različita podešavanja faktora popusta. Efekt ročnosti se odnosi na potencijalni gubitak tržišne vrijednosti kredita. Tako se na osnovu jednačine (18) dobija daje rizikom ponderisana aktiva za n -ti kredit:

$$RWA_n = 12,5 \cdot (\mathbb{E}[L_n | q_\alpha(X)] - \mathbb{E}[L_n]) \cdot MA_n \quad (19)$$

pri čemu je MA_n funkcija podešavanja ročnosti (engl. *maturity adjustment function*) za n -ti kredit. Funkcija prilagođenja ročnosti je funkcija ročnosti (M) i bezuslovne vjerovatnoće *defaulta* PD . MA_n je veća (u relativnim izrazima) za niži PD nego za visoki PD dužnika. BCBS (BCBS, 2006a) podrazumijeva standardnu ročnost od 2,5 godina i konstruisana funkcija podešavanja ročnosti je:

$$MA_n = \frac{1 + (M_n - 2,5) \cdot b(PD_n)}{1 - 1,5 \cdot b(PD_n)} \quad (20)$$

gdje je M_n efektivna ročnost n -tog kredita, a $b(PD_n)$ je podešenost izravnavanja ročnosti²⁵ $b(PD) = [0,11852 - 0,05478 \cdot \log(PD)]^2$. Za *retail* izloženost banke nisu obavezne da u obzir uzimaju ročnost, tako da se može smatrati je u tom slučaju $M_n = 1$ što znači da je prema jednačini (20) i $MA_n = 1$.

Konačno na bazi jednačina (4), (17) i (19) se dobija rizikom ponderisana aktiva n -tog dužnika iz privrede, državnih institucija ili banaka:

$$\begin{aligned} RWA_n &= \\ &= 12,5 \cdot EAD_n \cdot \left\{ LGD_n \cdot \mathcal{N} \left[\frac{\mathcal{N}^{-1}[PD_n] - \sqrt{\rho_n} \cdot \mathcal{N}^{-1}(\alpha)}{\sqrt{1 - \rho_n}} \right] - LGD_n \cdot PD_n \right\} \cdot MA_n \quad (21) \end{aligned}$$

²⁵engl. *smoothed maturity adjustment*

gdje LGD_n predstavlja krizni LGD n -tog dužnika. Jednačina (21) se dalje može se pisati kao:

$$RWA_n = 12,5 \cdot MCR_n \cdot EAD_n \quad (22)$$

Na bazi rezultata Studije QIS 5²⁶ Bazelski komitet za bankarsku superviziju uveo je faktor skaliranja²⁷ $SF = 1,06$ za rizikom ponderisanu aktivu za kreditne rizike kako bi se održao ukupni nivo minimalnog kapitalnog zahtjeva (BCBS 2006a, paragraf 14). Ova vrijednost SF -a za kreditne rizike je zadržana i u Bazelu III pri primjeni IRB pristupa (BCBS 2016). Shodno ovome konačan oblik formule za izračunavanje rizikom ponderisane aktive dane jednačinom (27) je:

$$RWA_n = 12,5 \cdot MCR_n \cdot EAD_n \cdot 1,06 \quad (23)$$

U jednačinama (22) i (23) MCR_n je oznaka za *minimalni kapitalni zahtjev*²⁸ za n -tog dužnika, koji je poznat i pod imenom *parametar alokacije kapitala* i koji se izražava u procentima, odnosno decimalnim brojem. Formula za MCR_n je:

$$MCR_n = \left\{ LGD_n \cdot N \left[\frac{N^{-1}[PD_n] - \sqrt{\rho_n} \cdot N^{-1}(\alpha)}{\sqrt{1 - \rho_n}} \right] - LGD_n \cdot PD_n \right\} \cdot MA_n \quad (24)$$

Jednačina (24) za *minimalni kapitalni zahtjev* MCR_n je istovjetna *kapitalnom zahtjevu* KIRB Bazel II pristupa (BCBS, 2006a, paragraf 272), koji je predstavljen jednačinom:

$$K = \left[LGD \cdot N \left[\frac{1}{\sqrt{1 - R}} \cdot G(PD) + \sqrt{\frac{R}{1 - R}} \cdot G(0,999) \right] - PD \cdot LGD \right] \cdot MA_n \quad (25)$$

pri čemu je:

- $K = MCR_n$ minimalni kapitalni zahtjev;
- Nivo povjerenja po Bazelu 2 iznosi 99,9% , odnosno $\alpha = 0,999$;
- $R^{29} = \rho_n$ korelacioni koeficijent aktive;

²⁶fifth Quantitative Impact Study(BCBS (2006b)

²⁷ engl. *scaling factor*

²⁸engl. *minimal capital requirement*

²⁹Varijabla R , odnosno ρ_n , opisuje stepen dužničke izloženosti na faktor sistematskog rizika posredstvom korelacije aktive, odnosno to je korelacija između pojedinačnog kredita i stanja ekonomije, i ona se posebno determiniše za različite klase aktive. U IRB Bazel II pristupu korelacija vrijednosti aktive za privredu (korporacije), države i banke predstavljena je u saglasnosti sa bezuslovnom vjerovatnoćom *defaulta* PD_n , a za preduzeća (privredu) i u saglasnosti sa veličinom preduzeća (BCBS, 2006a, paragraf 272 i 273). Funkcija korelacije ρ_n za *retail* izloženosti zavisi od vrste *retail kredita* pa se u IRB pristupu daje kao fiksna vrijednosti ili izračunava formulom za neke

- $N(x) = \mathcal{N}(x) = P(X \leq x)$, označava kumulativnu funkciju distribucije standardne normalne slučajne varijable;
- $G(z) = \mathcal{N}^{-1}(z)$ označava inverznu kumulativnu funkciju raspodjele standardne normalne slučajne varijable;
- MA_n je funkcija podešavanja ročnosti (jednačina (20)) i
- 0,999 je broj koji se odnosi na nivo pouzdanosti $\alpha = 99,9\%$

Prema Bazelu II reper (engl. *benchmark*) za određivanje nivoa pouzdanosti je procjena kreditne sposobnosti banke od BBB + , odnosno banka koja ima vjerovatnoću *defaulta* fiksiranu na prosjek od 0,1% tada njena vjerovatnoća preživljavanja (engl. *survival*) iznosi 99,9%. Nivo pouzdanosti koji iznosi 99,9% ukazuje na činjenicu da banka može imati gubitke koji prelaze njen Tier 1 i Tier 2 kapital u prosjeku jednom u hiljadu godina. Osim toga ovaj nivo pouzdanosti je, takođe, izabran za zaštitu od grešaka procjene, što bi moglo neminovno doći zbog internih *PD*, *LGD* i *EAD* procjena banaka, kao i drugih nesigurnosti (neizvjesnosti) modeliranja. Čak ako je banka ispod BBB + rejtinga, ona mora poštovati nivo pouzdanosti od 99,9%. U budućnosti se može očekivati rast nivoa povjerenja iznad 99,9% kako bi bolje odgovarao stvarnom stanju ekonomije i njenom razvoju jer u suprotnom, smanjenje nivoa povjerenja može prouzrokovati kritično i masivno degradiranje bankarskog sektora.

Za ukupni portfolio sa N kredita dobijamo *minimalni kapitalni zahtjev* MCR_N na osnovu slijedeće jednačine:

$$MCR_N = 0,08 * \sum_{n=1}^N \frac{RWA_n}{EAD_n} \quad (26)$$

odnosno, prema (21) i (31) slijedi da je *minimalni kapitalni zahtjev* za ukupni kreditni portfolio određen jednačinom:

$$MCR_N = \sum_{n=1}^N \left\{ LGD_n \cdot \mathcal{N} \left[\frac{\mathcal{N}^{-1}[PD_n] - \sqrt{\rho_n} * \mathcal{N}^{-1}(\alpha)}{\sqrt{1 - \rho_n}} \right] - LGD_n \cdot PD_n \right\} \cdot MA_n \quad (27)$$

slučajeva. (BCBS, 2006, paragrafi 328-330). Ako se korelacija izračunava formulom tada bez obzira na klasu aktive ona je funkcija bezuslovne vjerovatnoće *defaulta*, tj. $R = f(PD)$.

ZAKLJUČAK

Ekonomski kapital, uz uslove transparentnosti i dokumentovanosti, se posmatra kao interni od strane banke definisani kapital za pokriće neočekivanih gubitaka. To je suprotno od pogleda na regulatorni kapital koji se prvenstveno odnosi na pokriće gubitaka prema standardnom Bazel II pristupu, odnosno zadanim ponderima rizika. U tom smislu, uloga ekonomskog kapitala je da osigura banke, čak i u slučajevima ekstremno loših kreditnih situacija, obezbijedi solventnost banke i omogući njeno dalje neometano poslovanje. Primjenom naprednih Bazelskih ASFR modela stvorili su se uslovi za izjednačavanje pogleda regulatora i vlasnika banaka u stavu šta to predstavlja adekvatan kapital.

Međutim zbog velikih razlika u iznosima definisanog ekonomskog kapitala za slične portfolije određenih od strane banaka koje primjenjuju IRB pristup, trenutni fokus razvoja nove regulative, posebno u vezi standarda za adekvatno definisanje kvaliteta internih modela i modela „debelog repa“ koji imaju sposobnosti da pokriju nedostatke VaR modela (nemogućnost obuhvata „rizika u repu“ inekoherentnost jer nema osobinu subaditivnosti).

Bez obzira na određene slabosti i nedorečenost naprednog IRB Bazel II pristupa u određivanju ekonomskog kapitala, on definitivno poboljšava praksu upravljanja rizicima kroz zahtjeve za kontinuirano praćenje i izvještavanje rizičnih parametara i uz određene dopune može da predstavlja mjeru adekvatnog kapitala banke.

LITERATURA

Basel Committee on Banking Supervision, Bank for International Settlements: An Explanatory Note on the Basel II IRB Risk Weight Functions, July 2005 (<http://www.bis.org/bcbs/irbriskweight.pdf>).

Basel Committee on Banking Supervision, Bank for International Settlements: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards - A Revised Framework, Comprehensive Version, June 2006.a. (<http://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf>).

Basel Committee on Banking Supervision, Bank for International Settlements: Results of the fifth quantitative impact study (QIS 5), June 2006.b. (<https://www.bis.org/bcbs/qis/qis5results.pdf>).

Basel Committee on Banking Supervision, Bank for International Settlements: Instructions for Basel III monitoring, August 2016. (http://www.bis.org/bcbs/qis/biiiimplmoninstr_aug16.pdf).

Gordy, B. M. : A Risk-Factor Model Foundation for Ratings-Based Bank Capital Rules. (Working Paper), 2002. (<https://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2002/200255/200255pap.pdf>)
Rad je objavljen u Journal of Financial Intermediation 12(3), July 2003, pp. 199-232.

Jorion, P.: *Value at Risk - The New Benchmark for Managing Financial Risk*, 3rd ed. McGraw-Hill. New York. 2007.

Linsmeier, J. T. i Pearson D. N.: (1996). *Risk Measurement: An Introduction to Value-at-Risk*, (Working Paper), University of Illinois at Urbana-Champaign, Department of Agricultural and Consumer Economics, 1996. (<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/14796/1/aceo9604.pdf>).

Lütkebohmert, E.: *Concentration Risk in Credit Portfolios*. Springer, Berlin - Heidelberg, 2009.

Merton R.: On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates, Journal of Finance 29 (2), p. 449-470, 1974.

Paudel,, Y.: Minimum Capital Requirement Basel II - Credit Default Model & its Application, Vrije Universiteit Amsterdam, 2007. (https://www.few.vu.nl/en/Images/werkstuk-paudel_tcm244-91410.pdf).

Porteu, T. B. i Tapadar P.: *Economic Capital and Financial Risk Management for Financial Services Firms and Conglomerates*, Palgrave Macmillan, Basingstoke, 2006

Pykhtin, M.: Multi-factor adjustment, RISK, p. 85-90, 2004, ([http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/e9c944cf9ab30ac9c12577b4001e0342/\\$FILE/Pykhtin-Multi-fractor%20adjustment.pdf](http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/e9c944cf9ab30ac9c12577b4001e0342/$FILE/Pykhtin-Multi-fractor%20adjustment.pdf)).

Rüschendorf, L.: *Mathematical Risk Analysis - Dependence, Risk Bounds, Optimal Allocations and Portfolios*, Springer, Berlin - Heidelberg 2013.

Vasicek, O.: Loan portfolio value, RISK, p. 160 - 162, 2002, (http://www.risk.net/data/Pay_per_view/risk/technical/2002/1202_loan.pdf).