

Metody stanovení výše rezerv pro úvěrové ztráty

*Michal Kováč**

Abstrakt:

Príspevok sa zaoberá témou stanovenia výšky rezerv na úverové straty. Medzi najpoužívanejšie spôsoby stanovenia výšky rezerv využívané úverovými inštitúciami patria metódy úrovne prechodu a Markovových reťazcov. Cieľom príspevku je ukázať a vysvetliť jednotlivé kroky vedúce ku kvantifikácii výšky rezerv na úverové straty použitím zmienaných metód a ďalej charakterizovať príčiny rozdielnej úrovne rezerv jednotlivých prístupov. Metódy úrovne prechodu a Markovových reťazcov sú následne testované na dvoch reálnych portfóliách retail klientov v dvoch rôznych krajinách. Pomocou empirických testov boli dokázané značné rozdiely potvrdzujúce teoretický predpoklad rozdielnej úrovne rezerv tvorených použitím metód úrovne prechodu a Markovových reťazcov.

Kľúčové slova: Úverové riziko; Retail klientela; Rezerva na úverové straty.

JEL klasifikace: G32.

1 Úvod

Úverová činnosť finančných inštitúcií je vystavená radu rizík, pričom za najvýznamnejšie lze považovať kreditné (resp. úverové) riziko. Úverové riziko vyplýva z úverovej angažovanosti finančných inštitúcií, kde úver lze definovať ako vzťah medzi veriteľom (finančnou inštitúciou) a dlžníkom, ktorý sa zaväzuje k umoreniu úveru a uhrazeniu predpísaných úrokov v predem stanovenom termíne (BIS, 1999). V prípade nesplnenia alespoň jednej z predem stanovených úverových podmienok (nesplatenie úveru v predem stanovenom termíne, platba nižšia než hodnota predpísanej splátky, žiadosť o odklad splátky) dochádza k naplneniu podstaty kreditného rizika. Pre dané prípady si úverové inštitúcie vytvárajú rezervy, ktoré lze definovať z pohľadu:

a) Ekonomického

Predstavujú tvorbu rezerv na úvery v selhání, ktorými jsou úvery v prodlení, úvery v odkladu, úvery ve vymáhání aj. (dělení úverů v selhání je zcela ponecháno na finanční instituci).

Úvery v prodlení zahrnují takové úvery, které nebyly zaplacené v plné výši k datu splatnosti.

Úvery v odkladu představují situaci, kdy klient z vlastní iniciativy požádá o odklad splátky (zejména z důvodu zhoršené platební schopnosti) pro předem

* Michal Kováč; katedra měnové teorie a politiky, Fakulta financí a účetnictví, Vysoká škola ekonomická v Praze, nám. W. Churchilla 4, 130 67 Praha 3; <kovac.michal@email.cz>.

stanovený časový interval. O odklad nelze požádat, pokud je úvěr v prodlení, anebo ve vymáhání.

Úvěr ve vymáhání představuje poslední fázi, do které se úvěr v selhání může dostat, přičemž na konci této fáze úvěr zaniká splacením, anebo odpisem (příp. částečným splacením a odpisem nesplacené části).

b) Účetního

Hodnota účetní rezervy (resp. Rezerva pro úvěrové ztráty, Loan Loss Provision – LLP) představuje matematicky stanovenou hodnotu opravných položek k současnému portfoliu pohledávek, která se účtuje do nákladů. Rezervy představují budoucí očekávanou ztrátu z úvěrového portfolia.

c) Daňového

Hodnota daňově uznatelných rezerv vychází z účetního pohledu, přičemž jejich výše je omezena zákonem¹ a proto mohou být maximálně ve výši účetní hodnoty rezerv.

d) Regulačního

Z regulačního pohledu se nejedná o hodnotu rezerv, ale o hodnotu očekávané ztráty (Expected Loss, EL). Hodnota očekávané ztráty by měla být totožná s účetní hodnotou rezerv, tj. $EL = LLP$ (BIS, 2005).

Cílem příspěvku je determinace hodnoty rezerv pro budoucí ztráty, které odpovídají účetní hodnotě rezerv (LLP). Nezbytnost pozorně sledovat vývoj úvěrového portfolia a tvorby adekvátního objemu rezerv potvrzuje i fakt, že úvěry v selhání signalizují budoucí problémy v podobě nárůstu odpisů úvěrů (Bergen a De Young, 1997).

Způsob výpočtu rezerv pro úvěrové ztráty není přesně vymezen. Omezena je pouze úroveň opravných položek, kterou lze uplatnit jako daňově uznatelný náklad. Mezi nejčastěji využívané metody úvěrových institucí patří metoda úrovně přechodu a Markovových řetězců, méně využívané jsou přístupy skupinových průměrů, celoodvětvové předpovědi, vintage modely a ekonometrické modely (FED, 2013). Důležitost co nejpřesnějšího a zejména nenadsazeného odhadu budoucích ztrát dokazuje fakt, že tvorba rezerv pro úvěrové ztráty představuje nejvyšší jednorázový náklad ve výsledovce úvěrových institucí pohybující se v průměru na úrovni 20 % výnosů během nekrizových let (Lloyd a Nieto, 2015).

V předloženém příspěvku je věnován prostor nejpoužívanějším přístupům pro stanovení výše rezerv pro úvěrové ztráty, kterými jsou metody úrovně přechodu a Markovových řetězců. Srovnáním zkoumaných metod se rovněž zabývali i Choy a

¹ Hodnota opravných položek za zdaňovací období nesmí přesáhnout výši 2 % ze základu, kterým je průměrný stav rozvahové hodnoty nepromlčených pohledávek z úvěrů vzniklých z titulu jistiny a úroku v ocenění nesníženém o opravné položky a rezervy již vytvořené a sníženém o tu část průměrného stavu rozvahové hodnoty nepromlčených pohledávek z úvěrů, která je zajištěna přijatými bankovními zárukami nebo pojištěna (ČSFR, 1992)

Ma (2011), ovšem pouze z hlediska času, který uplyne, než budou dané úvěry z portfolia odstraněny. Cílem zkoumání je pomocí empirických testů provést porovnání výše rezerv pro úvěrové ztráty. Pro porovnání využijeme metody úrovně přechodu a Markovových řetězců. Empirické porovnání bude provedeno na portfoliích retail klientely za účelem jasně demonstrovat odlišnosti při výpočtu dílčích a celkových rezerv úvěrového portfolia.

Příspěvek je uspořádán následovně: Ve druhé kapitole je představen proces tvorby homogenních rizikových tříd, stanovení pozorovacího okna pro jednotlivé homogenní třídy a způsob kalkulace ztráty z portfolia pohledávek ve vymáhání. Další dvě kapitoly jsou věnovány výpočtu pravděpodobnosti přechodu do vymáhání. Nejdřív je prezentována metoda úrovně přechodu, následně metoda Markovových řetězců. V závěrečné části článku je provedeno porovnání hodnoty rezerv pro úvěrové ztráty s využitím prezentovaných přístupů pro výpočet pravděpodobnosti vstupu do vymáhání včetně empirického testování na reálných portfoliích retail klientů.

2 Charakteristika a výpočet společných prvků pro obě metody výpočtu pravděpodobnosti

Cílem této části je podrobný popis procesů, které jsou totožné pro výpočet rezerv pro úvěrové ztráty. K společným prvkům, které jsou nezbytné ke kalkulaci rezerv pro úvěrové ztráty, patří tvorba homogenních tříd, stanovení pozorovacího okna pro jednotlivé třídy a výpočet očekávané ztráty z úvěrů ve vymáhání.

2.1 Tvorba homogenních rizikových tříd

Základ co nejpresnějšího výpočtu rezerv pro úvěrové ztráty (Loan Loss Provision – LLP) spočívá v determinování homogenních rizikových tříd. Důvod tvorby homogenních rizikových tříd vyplývá z různorodých bankovních aktivit, se kterými je spojena odlišná úroveň rizika klientů nacházejících se v jednotlivých třídách. Způsob tvorby homogenních rizikových tříd je založen na segmentaci z hlediska podobných rizikových charakteristik, jakými jsou typ produktu (revolvingový úvěr, osobní půjčka, spotřebitelský úvěr, kontokorent atd.), průměrná délka splácení, typ klientů, kterým je daný produkt nabízen (McPhail, McPhail a Bazyluk, 2015).

Počet homogenních rizikových tříd závisí zejména na velikosti portfolia úvěrové instituce a s tím souvisejícím počtu nabízených produktů. Pro účely kalkulace rezerv pro očekávané ztráty je nejčastěji využívána pouze produktová segmentace. V praxi to znamená, že počet homogenních rizikových tříd je totožný anebo menší s počtem poskytovaných produktů. Nižší počet homogenních rizikových tříd lze zdůvodnit snahou úvěrových institucí využívat pokročilejší a přesnější metody kalkulace očekávané ztráty, které vyžadují podstatně větší vzorek pozorování pro co nejlepší fungování modelů.

2.2 Stanovení pozorovacího období pro jednotlivé homogenní rizikové třídy

Pozorovací období (resp. pozorovací okno) představuje časový interval, pro který se pravděpodobnost přechodu do vymáhání počítá. Pravděpodobnost přechodu do vymáhání představuje pravděpodobnost, že se úvěr dostane do stavu vymáhání. Tématu pravděpodobnosti přechodu do vymáhání je věnována kap. 4 a kap. 5. Délka pozorovacího okna závisí na délce životního cyklu úvěru, resp. délce splatnosti úvěru. Ideální délka pozorovacího okna by měla být totožná s délkou splatnosti úvěrů homogenní třídy. Protože pro úplné splacení všech úvěrů by bylo pozorovací okno příliš dlouhé, v praxi je považováno za dostačující, pokud zbytková hodnota² původních portfolií, klesne pod 20 %. Kratší pozorovací okno vede k rychlejší aktualizaci (při změně pravděpodobnosti přechodu do vymáhání). Delší pozorovací okno má výhodu v podobě vyšší přesnosti výpočtu pravděpodobnosti přechodu do vymáhání. Interval pozorovacího okna se v praxi pohybuje v rozmezí 12 – 48 měsíců, ovšem s měnícími se podmínkami na trhu a s tím spojenou změnou chování klientů je pro přesnost výpočtu rezerv nezbytná pravidelná kalibrace délky pozorovacího okna.

Délka pozorovacího okna nemusí být pro jednotlivé segmenty totožná. Liší se zejména z důvodu odlišných charakteristik jednotlivých produktů (zejména délkou a způsobem splácení) a typem klientely, kterým je produkt nabízen.

2.3 Výpočet očekávané ztráty z úvěrů ve vymáhání

Cílem výpočtu je stanovení výše ztráty z úvěrového portfolia ve vymáhání. Vstupní data nezbytná pro výpočet ztráty z úvěrů ve vymáhání jsou celková výše pohledávek včetně úroků v době vstupu do vymáhání a příjmy od klientů generované po vstupu do vymáhání v jednotlivých obdobích, přičemž způsob zápisu je zachycen v horní části následující tabulky 1 níže.

Jednotlivé řádky zobrazují 11 generací klientů (2013-4–2016-2), které vstoupily v jednotlivých kvartálech do vymáhání. Výše pohledávek (pohl1– pohl11) představují celkové výše pohledávek včetně úroků pro danou generaci klientů v momentě vstupu do vymáhání. Řádky s označením p1-0 až p1-10 představují příjmy v jednotlivých obdobích (kvartálech) od klientů z jedné generace (2013-4) po vstupu do vymáhání. Generace 2013-4 představuje skupinu klientů, která vstoupila do vymáhání v období od 1. 10. 2013 do 31. 12. 2013. Sloupce s označením p1-1–p10-1 představují platby deseti generací (2013-4–2016-1) v průběhu prvního období (kvartálu) po vstupu do vymáhání. Příjmy v nultém období zachycují situaci, kdy klient vstoupil do vymáhání, a během téhož kvartálu byla přijata platba od klienta. Samostatné zachycení nulté generace má význam zejména pro účely diskontování, ale představuje i cennou informaci popisující reakci klientů na vstup do vymáhání. Z důvodu, že výše přijatých plateb od klientů

² Hodnota úvěrů, které nebyly splaceny celkem během pozorovacího okna.

ve vymáhání má s rostoucím počtem období výrazně klesající charakter, je sběr dat na úrovni kvartálů dostatečný a poskytuje dostatečné informace pro výpočet očekávané ztráty z portfolia úvěrů ve vymáhání.

Tab. 1: Vstupní data pro výpočet očekávané ztráty

Generace	Výše pohledávky	Období						
		0	1	2	...	8	9	10
2013-4	pohl1	p1-0	p1-1	p1-2	...	p1-8	p1-9	p1-10
2014-1	pohl2	p2-0	p2-1	p2-2	...	p2-8	p2-9	
2014-2	pohl3	p3-0	p3-1	p3-2	...	p3-8		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			
2015-4	pohl9	p9-0	p9-1	p9-2				
2016-1	pohl10	p10-0	p10-1					
2016-2	pohl11	p11-0						
Hrubá výtěžnost		%h0	%h1	%h2	...	%h8	%h9	%h10
Čistá výtěžnost		%net0	%net1	%net2	...	%net8	%net9	%net10

Zdroj: vlastní zpracování.

V dalším kroku je s využitím dat zachycených v tabulce 1 vypočtena hrubá a čistá výtěžnost pro jednotlivá období. Schéma výpočtu je zachyceno ve spodní části tabulky.

Výpočet hrubé výtěžnosti (např. %h0) představuje poměr celkové sumy příjmů daného období (období 0) a sumy pohledávek ve vymáhání. Hrubá výtěžnost tedy popisuje vývoj příjmů od dlužníků po jednotlivých obdobích od momentu vstupu do vymáhání. Čistá výtěžnost (např. %net2) představuje diskontovanou hrubou výtěžnost (%h2) k momentu (kvartálu) vstupu do vymáhání. Diskontují se všechny příjmy, kromě příjmů v nultém období, kde hodnota hrubé výtěžnosti je totožná s hodnotou čisté výtěžnosti. Výše diskontní sazby je rovná váženému průměru smluvní úrokové sazby při poskytnutí úvěrů, kde váhami jsou původní objemy úvěrů bez smluvních úroků a poplatků. Hodnoty čisté výtěžnosti představují doplňkový ukazatel a dále do výpočtu očekávané ztráty nevstupují.

Hodnoty hrubé výtěžnosti jsou následně využity v posledním kroku pro finální výpočet ztráty z úvěrového portfolia ve vymáhání. Princip výpočtu očekávané ztráty (Loss Rate) spočívá v aplikaci historických hodnot hrubé výtěžnosti pro odhad očekávaných příjmů ze současného portfolia úvěrů ve vymáhání. V případě hrubé výtěžnosti %h1, která představuje podíl celkových příjmů k celkové pohledávce pro generace 2013-4 až 2016-1 (Tab. 1), se hodnota %h1 uplatní jako parametr pro výpočet očekávané výše příjmů pro generaci 2016-2 pro období 1 (Tab. 2). V případě %h2, která představuje podíl celkových příjmů k celkové pohledávce pro generaci 2013-4 až 2015-4, se %h2 použije jako parametr pro výpočet očekávané

výše příjmů pro generaci 2016-2 pro období 2 a rovněž pro generaci 2016-1 pro období 1. Stejnou logikou se vyplní celý trojúhelník, který bude mít na diagonále totožnou hodnotu hrubé výtěžnosti. Průběh výpočtu zachycuje Tab. 2.

Tab. 2: Kalkulace úrovně ztráty (Loss Rate, LR)

Generace	Výše pohledávky	Zůst. výše pohledávky	1	2	...	9	10
2013-4	pohl1	zůst1					
2014-1	pohl2	zůst2	%h10				
2014-2	pohl3	zůst3	%h9	%h10			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
2016-1	pohl10	zůst10	%h2	%h3	...	%h10	
2016-2	pohl11	zůst11	%h1	%h2	...	%h9	%h10
	sumPohl	sumZůst					
①	sum všech Kvartálů		sum Kvar1	sum Kvar2	...	sum Kvar9	sum Kvar10
②	disSum všech Kvartálů		disSum Kvar1	disSum Kvar2	...	disSum Kvar9	disSum Kvar10

Zdroj: vlastní zpracování.

Výpočet celkové hodnoty očekávaných příjmů ze současného portfolia je proveden ve dvou variantách – bez diskontování (1) a s diskontováním (2). Kromě hodnoty pohledávky je nezbytné znát výše aktuálních zůstatků pro jednotlivé generace. U nejstarších generací je hodnota zůstatků rovná anebo blízká nule. Hodnota zůstatků může klesat v případě, že došlo k jedné z následujících událostí, kterými mohou být splacení části anebo celého závazku klientem, odprodej pohledávky externí agentuře anebo odpis pohledávky.

V prvním kroku se spočítají veškeré sumy očekávaných příjmů pro jednotlivé kvartály (resp. období) jako skalární součin hrubé výtěžnosti a hodnoty zůstatků. Danou hodnotu (sumKvar1–sumKvar10) následně diskontujeme, kdy výše diskontní sazby a průběh diskontování je totožný s metodou použitou pro výpočet čisté výtěžnosti. Součtem všech diskontovaných příjmů (disSumKvar1–disSumKvar10) dostaneme celkovou diskontovanou sumu všech kvartálů. Daným způsobem jsme dostali celkový diskontovaný očekávaný příjem pro současné portfolio ve vymáhání. Následně, celkovou očekávanou absolutní diskontovanou ztrátu dopočítáme jako rozdíl celkové sumy zůstatků a diskontované sumy všech kvartálů, které představují očekávaný příjem. Relativní diskontovaná ztráta, která představuje očekávanou úroveň ztráty – Loss Rate (LR) je dána podílem absolutní diskontované ztráty a sumy zůstatků. Matematický zápis výpočtu Loss Rate (LR) na základě dat obsažených v Tab. 2 lze zapsat následovně:

$$LR = \left(\sum_{j=1}^{11} zůst j - \sum_{j=1}^{10} disSumKvar j \right) / \sum_{j=1}^{11} zůst j, \quad (1)$$

kde $\sum_{j=1}^{11} zůst j$ je suma všech zůstatků, ze kterých je LR počítán a
 $\sum_{j=1}^{10} disSumKvar j$ je diskontovaná suma očekávaných budoucích příjmů.

Z důvodu, že se hodnoty hrubé výtežnosti a následně i hodnoty relativní diskontované ztráty mohou v průběhu času výrazně lišit (zejména u historie převyšující 10–15 let), se v praxi výše popsany postup za cílem získání aktuálnější hodnoty očekávané úrovně ztráty (LR) využívá omezený časový interval, který obsahuje pouze hodnoty posledních 12–48 měsíců. Zmíněný časový interval bývá zpravidla totožný s délkou pozorovacího okna pro výpočet pravděpodobnosti vstupu do vymáhání.

3 Kalkulace pravděpodobnosti přechodu do vymáhání pomocí metody úrovně přechodu

Kalkulace pravděpodobnosti přechodu do vymáhání pomocí metody úrovně přechodu je založena na stanovení kumulativní pravděpodobnosti, že skupina pohledávek, které se na začátku pozorovacího okna nachází v portfoliu pohledávek v prodlení anebo v odkladu, dostane během pozorovacího okna do vymáhání. Tato metoda tím pádem nesleduje úvěry jednotlivě, nýbrž na úrovni portfolia. Počet skupin, do kterých se rozpadá portfolio úvěrů v prodlení³, závisí na výsledných hodnotách kumulativních pravděpodobností vstupu do vymáhání. V konečném důsledku je ponechán nejvyšší počet skupin, které generují dostatečně odlišné pravděpodobnosti vstupu do vymáhání, a tudíž jsou významné. Je to zejména z důvodu, že vyšší počet skupin nemá negativní dopad na výslednou hodnotu rezerv, zatímco při nižším počtu může dojít ke ztrátě informace a tím pádem i k nedostatečně přesné kalkulaci rezerv pro úvěrové ztráty. Následně, finální počet skupin je použit na všechny homogenní rizikové třídy.

Obvykle se počet skupin v prodlení pohybuje kolem 5–8. Způsob kalkulace pravděpodobnosti přechodu do vymáhání je prezentován na příkladu s následujícími skupinami portfolií:

- Portfolio zdravých úvěrů (z)
 - Za zdravý úvěr lze považovat veškeré úvěry, které nejsou součástí portfolia v odkladu, v prodlení anebo ve vymáhání a nebyly umořeny v plné výši
- Portfolio úvěrů v odkladu (r)

³ Dělení do skupin dle počtu prodlení, přičemž u retail klientů se předpokládá měsíční předpis splátek.

- Portfolio S=0
 - Hodnota pohledávky po splatnosti je méně než 1 předepsaná splátka⁴
- Portfolio S=0r
 - Hodnota portfolia zdravých úvěrů nebo portfolio úvěrů v odkladu⁵
- Portfolio S=1
 - Hodnota pohledávky po splatnosti je min. 1 splátka a méně než 2 splátky
- Portfolio S=2
 - Hodnota pohledávky po splatnosti je min. 2 splátky a méně než 3 splátky
- Portfolio S=3
 - Hodnota pohledávky po splatnosti je min. 3 splátky a méně než 4 splátky
- Portfolio S=4
 - Hodnota pohledávky po splatnosti je min. 4 splátky a méně než 5 splátek
- Portfolio S=5+
 - Hodnota pohledávky po splatnosti je minimálně 5 splátek a víc
- Portfolio ve vymáhání (v)

Na základě uvedeného dělení dochází k naplnění vstupní Tab. 4 objemem pohledávek⁶ včetně předepsaných úroků pro jednotlivé měsíce.

Tab. 3: Objem pohledávek včetně předepsaných úroků

	2016-1	2016-2	2016-3	2016-4	2016-5	2016-6
Zdravé (z)	pohl z ₁	pohl z ₂	pohl z ₃	pohl z ₄	pohl z ₅	pohl z ₆
S=0r	pohl 0r ₁	pohl 0r ₂	pohl 0r ₃	pohl 0r ₄	pohl 0r ₅	pohl 0r ₆
S=1	pohl 1 ₁	pohl 1 ₂	pohl 1 ₃	pohl 1 ₄	pohl 1 ₅	pohl 1 ₆
S=2	pohl 2 ₁	pohl 2 ₂	pohl 2 ₃	pohl 2 ₄	pohl 2 ₅	pohl 2 ₆
S=3	pohl 3 ₁	pohl 3 ₂	pohl 3 ₃	pohl 3 ₄	pohl 3 ₅	pohl 3 ₆
S=4	pohl 4 ₁	pohl 4 ₂	pohl 4 ₃	pohl 4 ₄	pohl 4 ₅	pohl 4 ₆
S=5+	pohl 5+ ₁	pohl 5+ ₂	pohl 5+ ₃	pohl 5+ ₄	pohl 5+ ₅	pohl 5+ ₆
Vymáhání (v)	pohl v ₁	pohl v ₂	pohl v ₃	pohl v ₄	pohl v ₅	pohl v ₆

Zdroj: vlastní zpracování.

K jednotlivým portfoliím v Tab. 3 je přičten objem transferů (v Tab. 4 zkr. „transf“). Transfery představují objem pohledávek, které se dostaly do portfolia ve vymáhání z jiné skupiny, než je skupina pohledávek v prodlení pět a víc splátek (S=5+). Je to z důvodu, že za určitých podmínek⁷ dochází k transferům pohledávek do vymáhání

⁴ Pouze pro metodu Markovových řetězců, pokud je dané portfolio významné.

⁵ Pouze pro metodu „úrovně přechodu“ místo portfolií v odkladu a portfolia S=0.

⁶ Tab. 3 je naplněna objemem pohledávek, které jsou součástí jedné homogenní rizikové třídy. Stejný postup aplikován pro všechny homogenní rizikové třídy.

⁷ Např. zneužití osobních dokladů, klient v prodlení nereaguje na výzvy, obsílky atd.

dříve, než by byly v prodlení minimálně po dobu pěti nezaplacených splátek. Objem transferů zachycuje následující tabulka.

Tab. 4: Objem transferů do portfolia ve vymáhání

	2016-1	2016-2	2016-3	2016-4	2016-5	2016-6
S=0r	transf 0r ₁	transf 0r ₂	transf 0r ₃	transf 0r ₄	transf 0r ₅	0
S=1	transf 1 ₁	transf 1 ₂	transf 1 ₃	transf 1 ₄	transf 1 ₅	0
S=2	transf 2 ₁	transf 2 ₂	transf 2 ₃	transf 2 ₄	transf 2 ₅	0
S=3	transf 3 ₁	transf 3 ₂	transf 3 ₃	transf 3 ₄	transf 3 ₅	0
S=4	transf 4 ₁	transf 4 ₂	transf 4 ₃	transf 4 ₄	transf 4 ₅	0
S=5+	transf 5+ ₁	transf 5+ ₂	transf 5+ ₃	transf 5+ ₄	transf 5+ ₅	0

Zdroj: vlastní zpracování.

Připočítání objemu transferů (Tab. 4) k původní hodnotě pohledávek (Tab. 3) je ilustrováno na příkladu skupiny pohledávek v prodlení ($S=5+$). K původnímu objemu pohledávek pohl 5+ je připočítán objem transferů do portfolia ve vymáhání pohl 4 pro období 2016-5, pohl 3 pro období 2016-4, pohl 2 pro období 2016-3, pohl 1 pro období 2016-2 a pohl <1 pro období 2016-1. Pro ostatní skupiny původních portfolií (pohl 1 až pohl 4) je výpočet analogický a rovněž kratší.

Daným způsobem je zajištěno nezkrácení ukazatelů úrovně přechodu mezi jednotlivými skupinami pohledávek, protože transfery významně ovlivňují jak čitatele, tak i jmenovatele při daném výpočtu. Pokud by objem transferů nebyl přičten k objemu pohledávek, docházelo by k následujícím nepřesnostem vedoucím k podhodnocení (resp. nadhodnocení) ukazatele úrovně přechodu mezi jednotlivými skupinami pohledávek (Tab. 5 dole)

- Transfery do vymáhání z portfolia v čitateli → podhodnocení ukazatele
- Transfery do vymáhání z portfolia ve jmenovateli → nadhodnocení ukazatele (v případě hodnoty ukazatele vyšší než 100 % → nonsens)
- Transfery do vymáhání z portfolia v čitateli i ve jmenovateli o stejném objemu → podhodnocení ukazatele.

S využitím celkového objemu pohledávek (Σpohl), který představuje součet původních objemů pohledávek (Tab. 3) a objemu transferů do portfolia pohledávek ve vymáhání (Tab. 4), lze stanovit relativní ukazatele přechodu mezi jednotlivými skupinami portfolií, jak je znázorněno v Tab. 5.

Tab. 5: Kalkulace relativních ukazatelů

	2016-1	2016-2	2016-3	2016-4	2016-5	2016-6
S=0r	$\sum \text{pohl } 0r$	$\sum \text{pohl } 0r$	$\sum \text{pohl } 0r$	$\sum \text{pohl } 0r$	$\sum \text{pohl } 0r$	$\sum \text{pohl } 0r$
S=1	$\sum \text{pohl } 1$	$\sum \text{pohl } 1$	$\sum \text{pohl } 1$	$\sum \text{pohl } 1$	$\sum \text{pohl } 1$	$\sum \text{pohl } 1$
S=2	$\sum \text{pohl } 2$	$\sum \text{pohl } 2$	$\sum \text{pohl } 2$	$\sum \text{pohl } 2$	$\sum \text{pohl } 2$	$\sum \text{pohl } 2$
S=3	$\sum \text{pohl } 3$	$\sum \text{pohl } 3$	$\sum \text{pohl } 3$	$\sum \text{pohl } 3$	$\sum \text{pohl } 3$	$\sum \text{pohl } 3$
S=4	$\sum \text{pohl } 4$	$\sum \text{pohl } 4$	$\sum \text{pohl } 4$	$\sum \text{pohl } 4$	$\sum \text{pohl } 4$	$\sum \text{pohl } 4$
S=5+	$\sum \text{pohl } 5+$	$\sum \text{pohl } 5+$	$\sum \text{pohl } 5+$	$\sum \text{pohl } 5+$	$\sum \text{pohl } 5+$	$\sum \text{pohl } 5+$

↓

2016-6	
S=0r/S=1	$\sum \text{pohl } 1 \text{ 2016-6} / \sum \text{pohl } 0r \text{ 2016-5}$
S=1/S=2	$\sum \text{pohl } 2 \text{ 2016-6} / \sum \text{pohl } 1 \text{ 2016-5}$
S=2/S=3	$\sum \text{pohl } 3 \text{ 2016-6} / \sum \text{pohl } 2 \text{ 2016-5}$
S=3/S=4	$\sum \text{pohl } 4 \text{ 2016-6} / \sum \text{pohl } 3 \text{ 2016-5}$
S=4/S=5+	$\sum \text{pohl } 5+ \text{ 2016-6} / \sum \text{pohl } 4 \text{ 2016-5}$
S=5+/v	$\sum \text{pohl } v \text{ 2016-6} / \sum \text{pohl } 5+ \text{ 2016-5}$

Zdroj: vlastní zpracování.

V případě, že relativní ukazatele úrovně přechodu mezi sousedními skupinami pohledávek v prodlení a odkladu vykazují známky nestability, je daný nedostatek možné odstranit průměrováním jednotlivých úrovní přechodu za posledních 6 až 12 měsíců. V případě vyšší nestability, je zvolen delší – 12měsíční interval, přičemž kalkulaci lze na základě značení z Tab. 5 zapsat následovně

$$\left(\frac{S = 0r}{S = 1}\right) = \phi \left[\left(\frac{S = 0r}{S = 1} 2015_7\right), \dots, \left(\frac{S = 0r}{S = 1} 2016_6\right) \right], \quad (2)$$

⋮

$$\left(\frac{S = 5+}{v}\right) = \phi \left[\left(\frac{S = 5+}{v} 2015_7\right), \dots, \left(\frac{S = 5+}{v} 2016_6\right) \right], \quad (3)$$

kde ϕ je aritmetický průměr,
 $\left(\frac{S = 0r}{S = 1}\right)$ je aritmetický průměr úrovní přechodu mezi portfoliem úvěrů v odkladu a portfoliem v prodlení ($S=1$)
 $\left(\frac{S = 5+}{v}\right)$ je aritmetický průměr úrovní přechodu mezi portfoliem v prodlení ($S=5+$) a portfoliem ve vymáhání,
 $\left(\frac{S = 0r}{S = 1} YYY Y_M\right)$ jsou jednotlivé úrovně přechodu mezi portfoliem úvěrů v odkladu a portfoliem v prodlení ($S=1$) v jednotlivých měsících, a
 $\left(\frac{S = 5+}{v} YYY Y_M\right)$ jsou jednotlivé úrovně přechodu mezi portfoliem v prodlení ($S=5+$) a portfoliem ve vymáhání v jednotlivých měsících.

S využitím stabilních hodnot úrovně přechodu lze stanovit pravděpodobnost, že skupina pohledávek se stejnou výší prodlení anebo odkladu skončí během předem stanoveného pozorovacího okna ve vymáhání. Výsledná pravděpodobnost přechodu do vymáhání představuje kumulativní součin úrovní přechodu všech skupin nacházejících se mezi skupinou pohledávek, pro kterou je pravděpodobnost počítána a portfoliem (resp. skupinou) pohledávek ve vymáhání. Výpočet pravděpodobnosti přechodu do vymáhání pro jednotlivé skupiny pohledávek lze vyjádřit pomocí následujících vzorců:

$$\begin{aligned} P_{5+} &= \left(\frac{S = 5+}{v} \right), \\ P_4 &= \left(\frac{S = 5+}{v} \right) \times \left(\frac{S = 4}{S = 5+} \right), \\ &\vdots \\ P_{0r} &= \left(\frac{S = 5+}{v} \right) \times \dots \times \left(\frac{S = 0r}{S = 1} \right), \end{aligned} \quad (4)$$

kde P_{5+} je pravděpodobnost vstupu do vymáhání ze skupiny $S = 5+$,
 P_4 je pravděpodobnost vstupu do vymáhání ze skupiny $S = 4$, a
 P_{0r} je pravděpodobnost vstupu do vymáhání ze skupiny $S = 0r$.

Výsledné hodnoty pravděpodobnosti jednotlivých skupin v prodlení a odkladu jsou následně vynásobeny úrovní ztráty (Loss Rate), která představuje očekávanou ztrátu z portfolia ve vymáhání a objemy jednotlivých portfolií v prodlení, odkladu a vymáhání. Daným způsobem dostaneme hodnoty rezerv pro jednotlivá portfolia pohledávek v odkladu, prodlení a vymáhání. Součtem jednotlivých hodnot rezerv dostaneme celkovou hodnotu rezerv pro úvěrové ztráty ze současného portfolia užitím metody úrovně přechodu.

$$\text{Celková výše rezerv}_{\text{ÚP}} = \sum_{j=0r}^v (\text{pohl } j \times P_j \times \text{LR}), \quad (5)$$

kde $\text{pohl } j$ je aktuální výše portfolia v odkladu, prodlení anebo ve vymáhání,
 P_j je kumulativní pravděpodobnost přechodu do vymáhání pro jednotlivá portfolia, a
 LR je hodnota Loss Rate (úrovně ztráty).

4 Kalkulace pravděpodobnosti přechodu do vymáhání pomocí Markovových řetězců

Princip výpočtu rezerv pro úvěrové ztráty užitím Markovových řetězců představuje rozšířený model úrovně přechodu a spočívá ve stanovení individuálních pravděpodobností přechodu portfolia pohledávek (Breedén, 2003) v odkladu anebo v prodlení do vymáhání během předem stanoveného pozorovacího okna. Metoda

Markovových řetězců, na rozdíl od metody úrovně přechodu, sleduje pohyby uvnitř pozorovacího okna na úrovni úvěru. To znamená, že pro výpočet pravděpodobností bere v úvahu pouze úvěry, které byly součástí úvěrového portfolia na počátku pozorovacího období. Pro stanovení individuálních pravděpodobností přechodu do vymáhání se využívají absorpční Markovovy řetězce, přičemž absorpční stav představuje situaci, kdy se pohledávka dostane do vymáhání.

Absorpční Markovovy řetězce představují speciální typ Markovových řetězců. Na rozdíl od klasického typu, u absorpčních Markovových řetězců se vyskytuje alespoň jeden stav, ze kterého nelze vystoupit, resp. opustit ($p_{ii} = 1$) a z každého stavu lze do stavu absorpce vstoupit (nikoli nutně v jednom kroku).

Všeobecnou formu lze zapsat následovně:⁸

$$P = \begin{array}{c} \text{TRANS} \\ \text{ABSORPCE} \end{array} \left| \begin{array}{cc} \text{TRANS} & \text{ABSORPCE} \\ Q & R \\ 0 & I \end{array} \right|$$

kde Q znázorňuje přechodovou $t \times t$ matici, R je nenulová $t \times r$ matice, kde t je počet transientních stavů a r počet absorpčních stavů⁹, 0 je nulová $r \times t$ matice a I představuje jednotkovou $r \times r$ matici (Grinstead a Snell, 2015).

Fundamentální matice absorpčního Markovského řetězce je charakterizována:

$$N = (I - Q)^{-1}. \quad (6)$$

Pro účely výpočtu pravděpodobnosti přechodu do vymáhání představuje matice Q přechodovou matici všech neabsorpčních stavů – portfolia zdravých pohledávek, pohledávek v odkladu a pohledávek v prodlení. Jednotková matice I představuje stav absorpce – portfolio pohledávek ve vymáhání. Prvky výsledné matice N popisují očekávanou dobu, kterou stráví úvěry v jednotlivých neabsorpčních stavech.

Výpočet pravděpodobnosti přechodu do vymáhání užitím metody Markovových řetězců začíná naplněním vstupní tabulky (Tab. 6) vývojem jednotlivých skupin pohledávek během pozorovacího okna.

⁸ TRANS představuje tzv. přechodové stavy (transient states).

⁹ Stav absorpce představuje pouze stav vymáhání, tudíž v příspěvku platí $r = 1$

Tab. 6: Objem pohledávek včetně předepsaných úroků

Hodnota portfolia na konci pozorovacího období*							
	Zdravé	Odklad	S=0	S=1	S=5+	Pohl(v)	Pohl k T1
Zdravé (z)	$H_z \rightarrow z$	$H_z \rightarrow r$	$H_z \rightarrow 0$	$H_z \rightarrow 1$	$H_z \rightarrow 5+$	$H_z \rightarrow v$	$H \sum(z, v)$
Odklad (r)	$H_r \rightarrow z$	$H_r \rightarrow r$	$H_r \rightarrow 0$	$H_r \rightarrow 1$	$H_r \rightarrow 5+$	$H_r \rightarrow v$	$H \sum(r, v)$
S=0	$H_0 \rightarrow z$	$H_0 \rightarrow r$	$H_0 \rightarrow 0$	$H_0 \rightarrow 1$	$H_0 \rightarrow 5+$	$H_0 \rightarrow v$	$H \sum(S=0, v)$
S=1	$H_1 \rightarrow z$	$H_1 \rightarrow r$	$H_1 \rightarrow 0$	$H_1 \rightarrow 1$	$H_1 \rightarrow 5+$	$H_1 \rightarrow v$	$H \sum(S=1, v)$
S=2	$H_2 \rightarrow z$	$H_2 \rightarrow r$	$H_2 \rightarrow 0$	$H_2 \rightarrow 1$	$H_2 \rightarrow 5+$	$H_2 \rightarrow v$	$H \sum(S=2, v)$
S=3	$H_3 \rightarrow z$	$H_3 \rightarrow r$	$H_3 \rightarrow 0$	$H_3 \rightarrow 1$	$H_3 \rightarrow 5+$	$H_3 \rightarrow v$	$H \sum(S=3, v)$
S=4	$H_4 \rightarrow z$	$H_4 \rightarrow r$	$H_4 \rightarrow 0$	$H_4 \rightarrow 1$	$H_4 \rightarrow 5+$	$H_4 \rightarrow v$	$H \sum(S=4, v)$
S=5+	$H_{5+} \rightarrow z$	$H_{5+} \rightarrow r$	$H_{5+} \rightarrow 0$	$H_{5+} \rightarrow 1$	$H_{5+} \rightarrow 5+$	$H_{5+} \rightarrow v$	$H \sum(S=5+, v)$

Zdroj: vlastní zpracování.

Poznámka: * délka pozorovacího okna vychází z kalkulace pozorovacího okna při jednotlivých segmentech. Počátek (T0) sledovaného období je 2013-2, konec (T1) je 2016-2.

S využitím hodnot jednotlivých portfolií mezi počátkem (T0) a koncem (T1) pozorovacího okna je proveden v Tab. 7 výpočet relativních ukazatelů. Pro kalkulaci pravděpodobnosti vstupu do vymáhání je nezbytný dopočet relativních ukazatelů zachycující přechod z původních skupin (na počátku pozorovacího okna) do portfolia ve vymáhání, který je proveden v posledním sloupci Tab. 7.

Tab. 7: Kalkulace relativních ukazatelů

	Zdravé	Prodlení	S=0	...	S=5+	Vymáhání
Zdravé (z)	$H_z \rightarrow z / H_z$	$H_z \rightarrow r / H_z$	$H_z \rightarrow 0 / H_z$	...	$H_z \rightarrow 5+ / H_z$	$H \sum(z, v) / H_z$
Prodl (r)	$H_r \rightarrow z / H_r$	$H_r \rightarrow r / H_r$	$H_r \rightarrow 0 / H_r$	...	$H_r \rightarrow 5+ / H_r$	$H \sum(r, v) / H_r$
S=0	$H_0 \rightarrow z / H_0$	$H_0 \rightarrow r / H_0$	$H_0 \rightarrow 0 / H_0$	...	$H_0 \rightarrow 5+ / H_0$	$H \sum(S=0, v) / H_0$
S=1	$H_1 \rightarrow z / H_1$	$H_1 \rightarrow r / H_1$	$H_1 \rightarrow 0 / H_1$	...	$H_1 \rightarrow 5+ / H_1$	$H \sum(S=1, v) / H_1$
S=2	$H_2 \rightarrow z / H_2$	$H_2 \rightarrow r / H_2$	$H_2 \rightarrow 0 / H_2$	...	$H_2 \rightarrow 5+ / H_2$	$H \sum(S=2, v) / H_2$
S=3	$H_3 \rightarrow z / H_3$	$H_3 \rightarrow r / H_3$	$H_3 \rightarrow 0 / H_3$	...	$H_3 \rightarrow 5+ / H_3$	$H \sum(S=3, v) / H_3$
S=4	$H_4 \rightarrow z / H_4$	$H_4 \rightarrow r / H_4$	$H_4 \rightarrow 0 / H_4$	...	$H_4 \rightarrow 5+ / H_4$	$H \sum(S=4, v) / H_4$
S=5+	$H_{5+} \rightarrow z / H_{5+}$	$H_{5+} \rightarrow r / H_{5+}$	$H_{5+} \rightarrow 0 / H_{5+}$	...	$H_{5+} \rightarrow 5+ / H_{5+}$	$H \sum(S=5+, v) / H_{5+}$

Zdroj: vlastní zpracování.

Následně s využitím relativních ukazatelů, které představují jednotlivé prvky matice Q , dopočítáme matici $(I - Q)$, kdy od jednotkové matice odpočítáme matici Q . V dalším kroku provedeme (např. pomocí Gaussovy eliminace) výpočet inverzní matice, čímž dostaneme očekávanou dobu, kterou stráví pohledávky z výchozích portfolií (vertikální dělení) v jednotlivých skupinách portfolií (horizontální dělení). Horizontální součet prvků matice N pro jednotlivá portfolia představuje celkovou očekávanou dobu, než je dosaženo absorpčního stavu (resp. stavu vymáhání).

Poslední krok spočívá ve výpočtu pravděpodobnosti přechodu z portfolií zdravých úvěrů, úvěrů v odkladu a prodlení do stavu absorpce, resp. do vymáhání. Hodnoty pravděpodobnosti přechodu do vymáhání dostaneme vynásobením regulární matice N maticí, která je naplněna relativními ukazateli přechodu jednotlivých portfolií do vymáhání (viz Tab. 7) během pozorovacího okna. Maticový zápis výpočtu pravděpodobnosti vstupu do vymáhání metodou Markovových řetězců je následovný:

$$\begin{pmatrix} Nz \rightarrow z & \cdots & Nz \rightarrow 5+ \\ Nr \rightarrow z & \cdots & Nr \rightarrow 5+ \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ N4 \rightarrow z & \cdots & N4 \rightarrow 5+ \\ N5+ \rightarrow z & \cdots & N5+ \rightarrow 5+ \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \frac{H\Sigma z, v}{Hz} \\ \frac{H\Sigma z, v}{Hr} \\ \vdots \\ \frac{H\Sigma z, v}{H4} \\ \frac{H\Sigma z, v}{H5} + \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P(z \rightarrow v) \\ P(r \rightarrow v) \\ \vdots \\ P(4 \rightarrow v) \\ P(5+ \rightarrow v) \end{pmatrix}, \quad (7)$$

kde $Nz \rightarrow z, \dots, N5+ \rightarrow 5+$

$H\Sigma(z, v)/Hz, \dots, H\Sigma(z, v)/H5 +$

$P(z \rightarrow v), \dots, P(5+ \rightarrow v)$

jsou prvky regulární matice N ,

jsou podíly portfolia ve vymáhání k původním portfoliím (Tab. 7),

jsou výsledné pravděpodobnosti přechodu do vymáhání pro jednotlivá portfolia.

Výsledné hodnoty pravděpodobnosti přechodu do portfolia ve vymáhání, stejně jako v případě výpočtu rezerv metodou úrovně přechodu, vynásobíme úrovní ztráty (Loss Rate) a současným objemem pohledávek jednotlivých skupin portfolií. Následně, celkovou výši rezerv pro úvěrové ztráty užitím metody Markovových řetězců dostaneme jako součet rezerv pro jednotlivá portfolia v odkladu, v prodlení a portfolia úvěrů ve vymáhání.

$$\text{Celková výše rezerv}_{\text{MR}} = \sum_{j=r}^v (\text{pohl } j \times P(j \rightarrow v) \times \text{LR}) \quad (8)$$

kde $\text{pohl } j$ je aktuální výše portfolia v odkladu, prodlení nebo ve vymáhání,

$P(i \rightarrow v)$ je pravděpodobnost přechodu do vymáhání pro jednotlivá portfolia,

LR je hodnota Loss Rate (úroveň ztráty).

5 Vzájemné porovnání metod pro stanovení výše rezerv pro úvěrové ztráty

Při vzájemném porovnání metod úrovně přechodu a metody Markovových řetězců bylo identifikováno několik významných rozdílů vedoucích k odlišné hodnotě rezerv pro úvěrové ztráty. Jeden z hlavních rozdílů mezi zmíněnými metodami lze považovat úroveň vstupů pro výpočet pravděpodobností do vymáhání. Zatímco při

užití metody úrovně přechodu se sledují pouze objemy v jednotlivých portfoliích pohledávek, v případě metody Markovových řetězců se sledují jednotlivá portfolia pohledávek na úrovni úvěrů. Sledování portfolií pohledávek na úrovni úvěrů je nutné z důvodu, že metoda Markovových řetězců vyžaduje sledování vývoje pouze úvěrů, které byly součástí portfolia úvěrů na počátku pozorovacího okna. Úvěry, které byly poskytnuty v průběhu pozorovacího okna, již nevstupují na rozdíl od metody úrovně přechodu do výpočtu. Naopak, sledování portfolia úvěrů pouze na úrovni portfolia způsobuje, že do výpočtu pravděpodobnosti vstupu do vymáhání, vstupuje minimálně 12 generací¹⁰, resp. linií úvěrů na rozdíl od metody Markovových řetězců, kde je jednoznačně identifikována pouze jedna počáteční generace úvěrů.

Za další rozdíl mezi porovnávanými metodami, vedoucí k značně rozdílné úrovni rezerv pro úvěrové ztráty, lze jednoznačně považovat problematiku odkladů. Stanovení pravděpodobnosti přechodu do vymáhání metodou úrovně přechodu sledující úvěry pouze na úrovni portfolií, vede k nepřesnému stanovení rezervy pro portfolio v odkladu. Problematika odkladů spočívá v nepřesné kalkulaci úrovně přechodu mezi portfoliem v odkladu a portfoliem v prodlení ($S=1$). Je to z důvodu, že portfolio úvěru v prodlení ($S=1$) je naplňováno nejen úvěry z portfolia v odkladu, ale i z portfolia zdravých úvěrů. V praxi rovněž často dochází k situaci, že portfolio úvěrů v odkladu je objemově větší než portfolio v prodlení ($S=1$), což by znamenalo, že úroveň přechodu mezi portfoliem v odkladu a portfoliem ($S=1$) by byla vyšší než 100 %. Daný problém je řešen aproximací, při které je úroveň přechodu mezi portfoliem v odkladu a v prodlení ($S=1$) nahrazena úrovní přechodu mezi portfoliem zdravých úvěrů a úvěrů v prodlení ($S=1$) nebo úrovní přechodu mezi portfoliem v prodlení ($S=1$) a portfoliem v prodlení ($S=2$). Druhý způsob¹¹ aproximace je využíván častěji z důvodu značné recidivy klientů nacházejících se v portfoliu v odkladu vedoucí k významně vyšší pravděpodobnosti vstupu do vymáhání. Vysoká hodnota recidivy byla potvrzena výpočtem pravděpodobnosti přechodu do vymáhání metodou Markovových řetězců.

Pro portfolia s prodlením vyšším než dvě splátky ($S=2, \dots, S=5+$) může metoda úrovně přechodu s využitím průměrování více generací vést k vyšší stabilitě pravděpodobnosti vstupu do vymáhání pro jednotlivá portfolia, ovšem za cenu nižší pružnosti při změnách trendů chování klientů v prodlení. Za mírnou nevýhodu metody Markovových řetězců, kterou je nutno zmínit, představuje fakt, že pracuje s implicitním předpokladem, že pravděpodobnost absorpce různých klientů je navzájem nezávislá, tudíž neexistuje korelace mezi jednotlivými procesy (Lyn, 2009). Daný nedostatek způsobuje porušení pravidla, že skupina s vyšším počtem prodlení na počátku pozorovacího okna má vyšší pravděpodobnost vstupu do

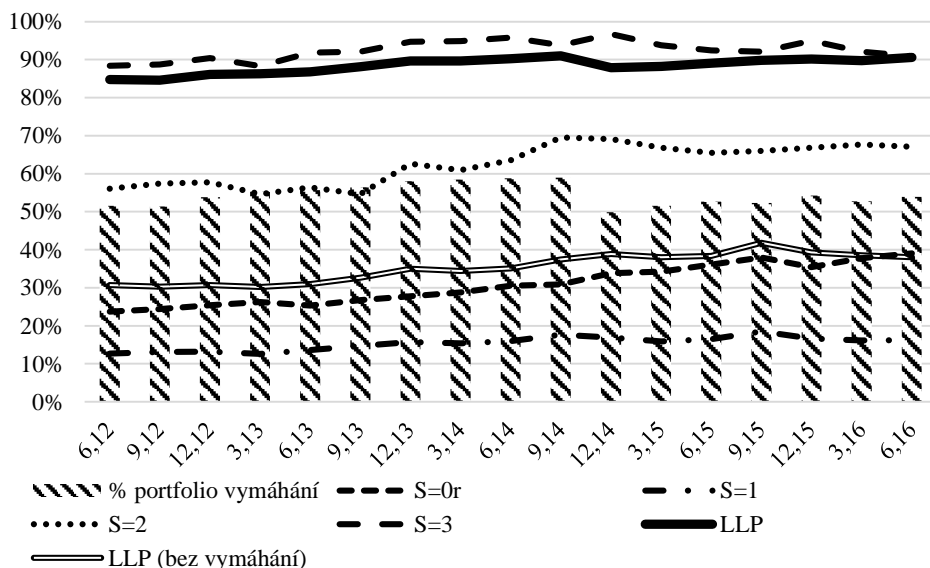
¹⁰ Za předpokladu využití dvanácti měsíčních průměrů.

¹¹ Kumulativní pravděpodobnost vstupu do vymáhání ($S=2$) je vždy vyšší než ($S=1$).

vymáhání než skupina s nižším počtem prodlení. Zmíněný problém je odstraněn dosazením hodnoty pravděpodobnosti ze skupiny s nižším počtem prodlení na skupinu s vyšším počtem prodlení. To znamená, že v případě portfolia v prodlení ($S=2$) s vypočítanou pravděpodobností vstupu do vymáhání na úrovni 60 % a portfolia v prodlení ($S=3$) pouze na úrovni 50 %, bude pro výpočet rezerv pro úvěrové ztráty počítáno s hodnotou 60 % pro obě skupiny portfolií.

Pro empirické ověření teoretických poznatků jsme metody výpočtu rezerv pro úvěrové ztráty testovali na příkladu dvou portfolií¹² retail klientely, přičemž portfolio 1 využívá pro potřeby účetnictví metodu Markovových řetězců a portfolio 2 metodu úrovně přechodu. Pro stanovení rozdílů byla dopočítána hodnota rezerv pro úvěrové ztráty metodou úrovně přechodu pro portfolio 1, resp. metodou Markovových řetězců pro portfolio 2. Porovnání je provedeno pomocí relativního ukazatele, který představuje dílčí a kumulativní poměry hodnoty rezerv vytvořených metodou úrovně přechodu a Markovových řetězců pro jednotlivá portfolia.

Obr. 1: Poměr metod úrovně přechodu a Markovových řetězců - Portfolio 1



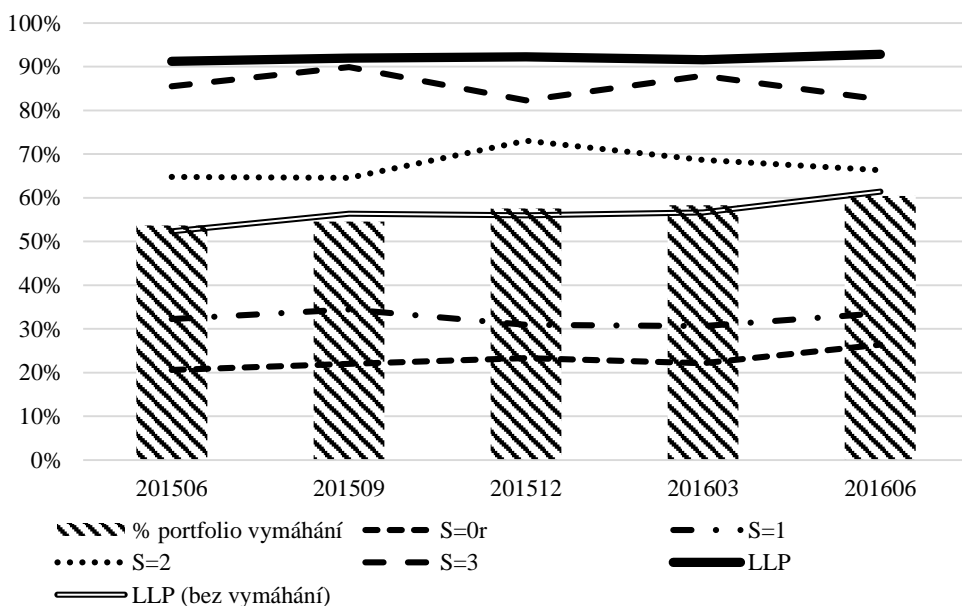
Zdroj: vlastní zpracování.

Grafy na Obr. 1 a Obr. 2 zachycují vývoj úrovně rezerv vypočítaných pomocí metody úrovně přechodu vzhledem k hodnotě rezerv vytvořených pomocí metody Markovových řetězců (tj. hodnota rezerv vytvořených pomocí metody

¹² Portfolio 1: 500 tis. klientů, portfolio 2: 100 tis. klientů.

Markovových řetězců představuje 100 % pro jednotlivé porovnávané úrovně rezerv). Grafy, pro vyšší přehlednost, nezobrazují vývoj pravděpodobnosti přechodu do vymáhání portfolií ($S=4$) a ($S=5+$) z důvodu téměř totožné hodnoty pravděpodobnosti vstupu do vymáhání, která byla v obou případech blízka jedné. Mírné odchylky lze pozorovat ve skupině ($S=3$), kde se hodnota rezerv pohybuje na úrovni 90 % u portfolia 1, resp. 80–90 % u portfolia 2. Významné odchylky lze sledovat u portfolia v prodlení ($S=2$), kde rozdíl mezi hodnotou rezerv vytvořených pomocí úrovně přechodu jsou nižší o 30–40 % u obou testovaných portfolií.

Obr. 2: Poměr metod úrovně přechodu a Markovových řetězců – Portfolio 2



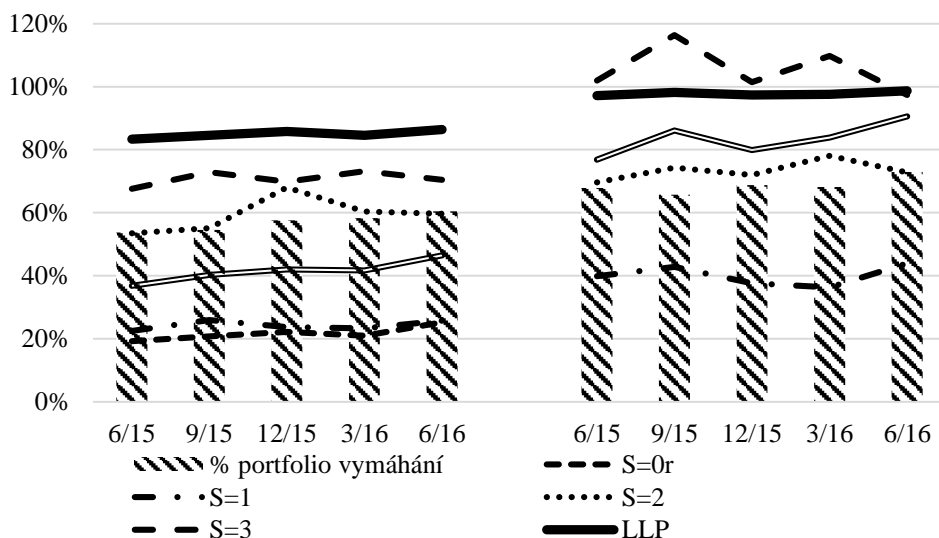
Zdroj: vlastní zpracování.

Největší rozdíly, které jsou i v souladu s teoretickými předpoklady, lze pozorovat v hodnotě rezerv u portfolia s odkladem a portfolia v prodlení ($S=1$). V případě portfolia v odkladu se v obou případech její výše pohybuje pouze na úrovni 20–30 % vzhledem k objemu rezerv vytvořených pomocí metody Markovových řetězců. Hodnota rezerv pro portfolia v prodlení ($S=1$) je dokonce ještě nižší, v intervalu 10–20 % v případě portfolia 1, resp. kolem 30 % u portfolia 2. Výše zmíněné rozdíly mezi jednotlivými metodami tvorby rezerv vedou v konečném důsledku k nižší celkové hodnotě rezerv pro úvěrové ztráty (LLP) celého úvěrového portfolia. U obou testovaných portfolií byla celková hodnota rezerv použitím metody úrovně přechodu o 10 % nižší. Rozdíl pouze 10 % je způsoben vysokým podílem portfolia ve vymáhání (% portfolia vymáhání) na celkovém portfoliu, u kterého je způsob kalkulace rezerv totožná u obou metod. V případě porovnání

výše rezerv pouze na portfoliích v prodlení a odkladu (LLP bez vymáhání) je rozdíl podstatně výraznější. Hodnota rezerv pro dané skupiny pohledávek u portfolia 1 se pohybovala v intervalu 30–40 %, u portfolia 2 byla hodnota vyšší a nacházela se na úrovni 50–60 %, což bylo zapříčiněno značným rozdílem ve výši rezerv pro portfolia v odkladu a prodlení ($S=1$), jako následek již zmiňované problematiky odkladů u metody úrovně přechodu.

Obr. 3 zachycuje vývoj dvou objemově nejvýznamnějších homogenních segmentů portfolia 2 – segment osobních půjček a segment revolvingových úvěrů. Porovnání je provedeno za účelem srovnání rezerv pro úvěrové produkty, u kterých klient může (resp. nemůže) požádat o odklad.

Obr. 3: Segment revolvingových úvěrů a osobních půjček – Portfolio 2



Zdroj: vlastní zpracování.

Zatímco vývoj poměrů rezerv (metoda úrovně přechodu/metoda Markovových řetězců) u portfolií osobních půjček (graf vpravo) má téměř identický vývoj jako u celkového portfolia 2, segment revolvingových úvěrů má hodnotu celkových rezerv prakticky totožnou s hodnotou vypočítanou pomocí metody Markovových řetězců. Poměr rezerv očištěných o hodnoty rezerv pro portfolio ve vymáhání (LLP bez vymáhání) se rovněž výrazně posunul nahoru a dosahoval hodnoty až 91 %, čímž lze jednoznačně potvrdit negativní efekt portfolia v odkladu při výpočtu hodnoty rezerv pro úvěrové ztráty užitím metody úrovně přechodu. Negativní efekt spočíval v prokazatelné nedostatečné tvorbě rezerv pro portfolio v odkladu, portfolio v prodlení ($S=1$) a následně i celkovou hodnotu rezerv pro úvěrové portfolio.

6 Závěr

Cílem příspěvku bylo ukázat a vysvětlit jednotlivé kroky vedoucí ke stanovení výše rezerv pro úvěrové ztráty s důrazem na výpočet pravděpodobnosti přechodu do vymáhání. Při vzájemném porovnání metod lze metodu úrovně přechodu charakterizovat jako metodu jednodušší nejen z hlediska implementace, ale i samotného výpočtu. Na druhou stranu, složitější výpočet užitím metody Markovových řetězců z důvodu kalkulace pravděpodobnosti vstupu do vymáhání na úrovni úvěru, vede k rychlejšímu a přesnějšímu zachycení změny schopnosti klientů splácet své závazky.

Významnou nevýhodu metody úrovně přechodu představuje neschopnost modelu vypořádat se s tvorbou rezerv pro úvěrové produkty, u nichž je možný odklad splátek, vyznačující se vysokou recidivou klientů. Daný problém vede nejen k tvorbě nedostatečné rezervy pro dané portfolio pohledávek, ale i portfolio následující, tj. portfolio v prodlení ($S=1$). Pomocí empirických testů, které byly za účelem vyšší hodnověrnosti testu provedeny na dvou portfoliích retail klientely působících ve dvou zemích, byly prokázány značné rozdíly ve výši rezerv vytvořených jednotlivými metodami. Rozdíl v případě tvorby rezerv pro portfolio v odkladu činilo 60–80 %, pro portfolio v prodlení ($S=1$) 65–85 % hodnoty rezerv vytvořených metodou Markovových řetězců. Celková hodnota rezerv testovaných portfolií vytvořených pomocí úrovně přechodu byla v průměru o 10 % nižší. Rovněž bylo prokázáno, že v případě úvěrových produktů neumožňujících odklad splátek (revolvingové úvěry) byla hodnota celkových rezerv téměř totožná.

Výše uvedené poznatky vedou k závěru, že metoda Markovových řetězců ve srovnání s metodou úrovně přechodu představuje přesnější nástroj pro kvantifikaci výše rezerv pro úvěrové produkty umožňující odklad splátek (spotřebitelský úvěr, hypoteční úvěr, osobní půjčka aj.). V případě úvěrových produktů neposkytujících možnost odkladu splátek, metody Markovových řetězců i úrovně přechodu vedly k tvorbě téměř identických objemů rezerv pro budoucí ztráty ze stávajících úvěrových portfolií.

Literatura

- BERGEN, N., DE YOUNG, R., 1997. Problem Loans and Cost Efficiency in Commercial Banks. *Journal of Banking and Finance* [online], roč. 21, č. 6, s. 849–870. [cit. 28. 8. 2016] Dostupné z: <https://www.federalreserve.gov/pubs/feds/1997/199708/199708pap.pdf>. doi: 10.1016/s0378-4266(97)00003-4.
- BIS [Bank for International Settlements], 1999. *Principles for the Management of Credit Risk* [online]. [cit. 31. 07. 2016] Dostupné z: <http://www.bis.org/publ/bcbs75.pdf>.

Kováč, M.: *Metody stanovení výše rezerv pro úvěrové ztráty*.

BIS [Bank for International Settlements], 2005. *An Explanatory Note on the Basel II IRB Risk Weight Functions* [online]. [cit. 2. 10. 2016]

Dostupné z: <<http://www.bis.org/bcbs/irbriskweight.pdf>>.

BREEDEN, J., 2003. Portfolio Forecasting Tools: What you need to know. *The RMA Journal* [online], sv. 86, č. 2, s. 78–87. [cit. 28. 8. 2016] Dostupné z:

<<http://www.strategicanalytics.com/pdf/RMAJ200310ForecastTools.pdf>>.

ČSFR, 1992, 593/1992 Sb. ZÁKON České národní rady ze dne 20. 11. 1992 o rezervách pro zajištění základu daně z příjmu [online], [cit. 31. 07. 2016]

Dostupné z:

<<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=40382&nr=593~2F1992&rpp=15#local-content>>.

FED [Federal Reserve Board], 2013. *Capital Planning at Large Bank Holding Companies: Supervisory Expectations and Range of Current Practice* [online]. [cit. 28. 6. 2016].

Dostupné z: <<http://www.federalreserve.gov/bankinforeg/bcreg20130819a1.pdf>>.

GRINSTEAD, C., SNELL, J., 2015, *Introducion to Probability*, [online]. [cit. 31. 07. 2016] Dostupné z:

<https://www.dartmouth.edu/~chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/amsbook.mac.pdf>.

CHOY, M., MA, N. L., 2011. A Markov Chain approach to determine the optimal performance period and bad definition for credit scorecard. *Research Journal of Social Science and Management* [online], sv. 1, č. 6, s. 227–234. [cit. 28. 8. 2016]

Dostupné z: <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1106/1106.4513.pdf>>.

LLOYD, S., NIETO, F., 2015. *Expected losses – a paradigm shift, Amsterdam IFRS Focus Update*, [online]. [cit. 28. 8. 2016] Dostupné z:

<http://www.ifrs.org/Meetings/MeetingDocs/Other%20Meeting/2015/November/CMAC/AP4-IFRS-9_Roadshow-deck_2015_october.pdf>.

LYN, T., 2009. Modeling the credit risk portfolios of consumer loans: Analogies with corporate loan models. *Mathematics and Computers in Simulation*, roč. 79, č. 8, s. 2525–2534. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2008.12.006>.

McPHAIL, J., McPHAIL, L., BAZYLUK, B., 2015. Considerations for determining the allowance for loan and lease losses. *The RMA Journal: The Journal of Enterprise Risk Management* [online], sv. 97, č. 8, s. 44–49. [cit. 28. 8. 2016]

Dostupné z:

<http://www.rmahq.org/uploadedFiles/Knowledge_Center/Publications_and_Tools/Research_and_Surveys/RMA-Journal-articles-Loan-Loss-Reserves.pdf>.

Methods for determining the amount of Loan Loss Provisions

Michal Kováč

Abstract:

This paper deals with theme methods for determining the amount of Loan Loss Provisions (LLP). The most common methods for determining the amount of loan loss provisions used by credit institutions include Roll Rates and Markov's chains methods. This paper aims to show and explain the steps leading to the determining the amount of loss loan provisions for credit losses using mentioned methods and to define the causes of different levels of reserves for individual approaches. Roll Rates and Markov's chains approaches are subsequently tested on two real portfolios retail clients in two different countries. Empirical tests have demonstrated significant differences confirming the theoretical assumption of different levels of loan loss provisions using Roll Rates and Markov's chains approaches.

Keywords: Credit risk; Retail clients; Loan loss provision (LLP).

JEL Classification: G32.