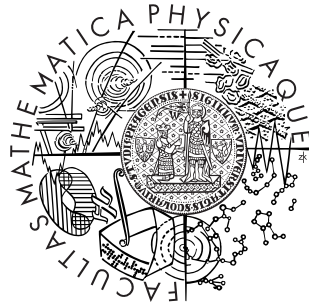


Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta
Katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky



Modelování rent z pojištění odpovědnosti

Autor: Bc. Agáta Eštoková
Vedoucí projektu: RNDr. Martin Branda, Ph.D.
Vedoucí práce: Mgr. Karolína Kočová

Projekt modelace rent v povinném ručení
v rámci grantu
Fondu pro podporu vzdělávání v pojišťovnictví

Praha 2011

Obsah

1	Základní kategorie pojištění odpovědnosti	3
1.1	Odlišnosti jednotlivých států Evropské unie	5
1.1.1	Francie	5
1.1.2	Španělsko	6
1.1.3	Německo	6
1.1.4	Švédsko	7
1.2	Pojištění odpovědnosti za škody na zdraví	7
2	Tvorba rezerv	9
2.1	Tvorba rezerv	9
2.2	Numerická studie	12
	Literatura	14

Kapitola 1

Základní kategorie pojištění odpovědnosti

Postupujeme podle knihy [2].

Pojišťovnictví je finanční služba, která má různé úkoly. Především poskytuje pojistnou ochranu (ve formě pojištění) osoby nebo jiného individuálního subjektu, podporuje chod ekonomiky státu a spolupracuje s bankovním sektorem nebo mu konkuruje. Pojištění se vztahuje na předem stanovené nodilé události (pojistná událost), která je blíže specifikovaná ve pojistné smlouvě. Pojistná smlouva je uzavřená mezi pojišťovnou (pojistitelem) a pojištěním.

Podle obsahu pojištění se rozlišují základní druhy:

1. Soukromné pojištění

- pojištění osob
- pojištění majetku
- pojištění odpovědnosti
- úrazové pojištění
- soukromné zdravotní a nemocenské pojištění

2. Sociální pojištění

3. Zdravotní pojištění

Dále podle účasti se pojištění dělí na dobrovolné a povinné.

Pojištění odpovědnosti je typ pojištění, která nám poskytuje ochranu pro případ, když jinému subjektu způsobíme škodu, za kterou zodpovídáme

a kterou jsme povinni nahradit. Toto pojištění poskytuje ochranu při škodě, která vznikne při plnění povolání, v zaměstnání nebo v běžném občanském životě. Pojistnou událostí může být škoda na majetku, zdraví nebo na životě. Pojištění odpovědnosti za škody slouží k finančnímu krytí škod, které vznikly třetí poškozené osobě, která však v okamžiku uzavření pojistné smlouvy ještě není známa. Škoda, na kterou se pojištění odpovědnosti vztahuje, obvykle není úmyslně způsobená.

Odpovědnostní pojištění se dělí na:

1. Smluvní pojištění odpovědnosti

- Pojištění odpovědnosti za škody občana v běžném občanském životě
- Speciální pojištění odpovědnosti za škody občana
 - pojištění odpovědnosti za škody občana - vlastníka, držitele, nájemce nebo správce nemovitosti
 - pojištění odpovědnosti za škody občana - vlastníka budovy ve stavbě nebo demolici
 - pojištění odpovědnosti za škody občana - vlastníka nebo opatrovatele psa
 - pojištění odpovědnosti občana za škody způsobené při výkonu povolání
- Pojištění odpovědnosti za škody podnikatele
 - pojištění odpovědnosti podnikatele za škody způsobené při výkonu povolání
 - pojištění odpovědnosti podnikatele za výrobek
 - pojištění odpovědnosti zaměstnavatele za škody způsobené zaměstnancem
 - pojištění odpovědnosti za škody způsobené podnikáním v zemědělství

2. Povinné smluvní pojištění odpovědnosti

- povinné smluvní pojištění odpovědnosti provozovatelů civilních letadel
- povinné smluvní pojištění odpovědnosti za škody vzniklé při výkonu práva myslivosti

- povinné smluvní pojištění odpovědnosti za škody vzniklé při výkonu povolání

3. Zákonné pojištění odpovědnosti

- zákonné pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem motorového vozidla
- zákonné pojištění odpovědnosti organizace za škodu při pracovním úrazu a nemoci z povolání

1.1 Odlišnosti jednotlivých států Evropské unie

V této části používáme zdroj [1].

1.1.1 Francie

Kompenzace škody na zdraví se ve Francii provádí jednorázovým odškodným nebo ve formě renty.

Jednorázové odškodné:

Speciální škody, neschopnost nebo ekonomické ztráty, k nimž došlo před dnem vypořádání, jsou většinou vyplaceny formou jednorázového odškodného. Tato forma odškodnění je výhodná, když je dostatečně velká na to, aby jí bylo možné investovat.

Renty:

Pokud oběť není schopna využít jednorázovou výplatu na pokrytí budoucích ekonomických ztrát, preferuje se výplata ve formě indexovaných rentů. Kvůli daňovým nevýhodám nebo podle přání obmyšlené osoby je někdy nahrazená frekvenční výplata jednorázovou hodnotou, která je osvobozená od zdanění.

Strukturovaný systém, který je používán ve Francii, je proto většinou kombinací jednorázové výplaty a rent. Financování indexovaných rent závisí na typu pojistné události. V případě dopravní nehody jsou úpravy k rentům vyplacené státem. To znamená, že pojišťovna platí pouze stabilní rentu a celkové náklady na indexaci nese stát. Z hlediska dopravních nehod je pojišťovna zabezpečená, ale cena nastalých škod kvůli poklesu technické úrokové míry u kalukaci rezerv je pořád rostoucí. Pokud se zdravotní stav obětí zhoršuje, je možnost upravit výši rent. Za ostatní nehody musí stanovit náklady na indexaci pojišťovna. Hodnota nákladů je díky zvláštním pravidlům

tvorby rezervy velmi odlišná.

Vypořádání ve formě strukturovaných rent jsou více rozšířené, protože jsou příznivější pro pojistitele i pro pojišťovnu. Tento systém je používán i ve Velké Británii.

1.1.2 Španělsko

V Španělsku je kompenzace za škodu na zdraví zpravidla uskutečněna jednorázovou výplatou. Opakované výplaty jsou praktizované většinou u vážně zraněných osob (osoba, která utrpěla trvalé zranění a potřebuje pomoc jiné osoby v každodenním životě), ale jsou málo aplikované.

Oproti Francii jsou renty v praxi přidělovány vždy soudem bez ohledu na typ nehody. Renty jsou většinou indexované a pojistitel nese celkové náklady na indexaci bez finanční účasti státu. V případě změn ve zdravotním stavu oběti není možnost revalorizace renty. U dopravních nehod jsou renty indexované. Při zhodnocení se používá jako měřítko závažnost zranění, kvůli čemu pojišťovny mají vyhodnocovat přesně jejich technické rezervy.

Stejně jako ve Francii, se i ve Španělsku začíná rozšiřovat strukturovaný systém rent. Velké obtíže jsou spojené s nedostatečností kapitalizačních faktorů, což zhoršuje účast zajistitele v pojištění.

Rostoucí povědomí mezi oběťmi a obmyslenými osobami může výhodně ovlivnit vývoj odškodnění ve formě rentů, stejně jako ve Francii a ve Velké Británii.

1.1.3 Německo

V Německu je princip výplaty rent, které mají kompenzovat budoucí potřeby oběti, ustanoveny zákonem, ale jednorázové odškodné jsou častější. Tento způsob odškodnění je preferován oběťmi. Vypořádání ve formě rentů je zvolené většinou v případě dopravních nehod.

U škody na zdraví se kompenzace obvykle řeší pomocí rent. Tento způsob nicméně v budoucnosti pravděpodobně nebude dominantní, a to kvůli pojistním událostem bez soudního sporu. Důvodem je, že pojišťovna preferuje nabídnout jednorázovou sumu o mírně navýšenou částkou. Renty nejsou indexované. Pojišťovna při stanovení rezerv používá zcela odlišné metody pro tvorbu rent, které jsou vzhledem ke stabilitě Německé ekonomiky adekvátní.

1.1.4 Švédsko

V jednotlivých skandinávských zemích se kompenzace škody na zdraví liší. Například v Dánsku a Norsku je preferované jednorázové vypořádání. Ve Švédsku je úroveň kompenzace velmi vysoká, náklady na škody pokrývané pojišťovnou jsou nižší kvůli účasti třetí strany na kompenzaci.

Prostředky kompenzace podléhají jistým právním předpisům. Kompenzace ztráty budoucích zisků nebo ztráty podpory jsou pokryté doživotními rentami, jednorázovým odškodným nebo jejich kombinacemi. Nejčastější formou jsou renty, které balancovat ekonomickou situaci oběti a jeho oprávněným příjemcům. U tvorbě rezerv je zřejmé, že hodnota rezervy zejména v případě mladých obětí je příliš vysoká.

1.2 Pojištění odpovědnosti za škody na zdraví

Postupujeme podle dokumentu [4] a podle [3].

Jedna z nejdůležitějších typů mezi pojištěními odpovědnosti v dnešní době je pojištění odpovědnosti za škody na zdraví, která je definovaná jako zhoršení tělesného nebo psychického stavu. V důsledku různých činitelů se dá pozorovat rostoucí trend nákladů za škody na zdraví. Významnou příčinou tohoto růstu tvoří dopravní nehody, u kterých je v poslední době pozorován jasný posun od nehod se smrtelnými následky k nehodám končícím škodami na zdraví. Důvodem posunu je zdokonalování bezpečnostních prvků ve vozidlech a zlepšování záchranných služeb. Kvůli těmto zlepšením oběti nehod s větší pravděpodobností přežijí nehody, utrpí ale vážné a často trvalé zranění. V takových případech vzniká nárok na odškodnění, který může být vyplacen jednorázově nebo formou důchodu po dobu určenou v pojistné smlouvě. Proto je velmi důležitým úkolem pojišťovny odhadnout a stanovit škodní rezervu (rezerva na pojistná plnění). Pojišťovna musí co nejrychleji a pokud možno přesně ohodnotit pojistné události, aby tím zabezpečila rychlou a spravedlivou náhradu škod nebo vytvořila dostatečné rezervy na pojistné události, jejichž vyřizování je pravděpodobně zdlouhavé a nebudou uhrazeny před koncem účetního období.

Každá pojišťovna podle svých kapitálových možností dělí škody podle závažnosti na malé a velké.

Malé škody, jinými slovy frekvenční škody, mají častý výskyt a tvoří homogenní profil škod. Velký počet takových škod umožňuje statistickou analýzu.

Zákon velkých čísel pro dostatečně velký počet dat říká, že pokud se množství událostí zvyšuje, průměrná výše pojistného plnění na jednu pojistnou událost se stále větší pravděpodobností blíží k určité konkrétní hodnotě. Proto není nutné odhadovat každou malou škodu ale stačí rezervovat částku odpovídající váženému průměru. Odchylky od váženého průměru se pochybují uvnitř úzkého intervalu a mají tendenci ke vzájemnému vyrovnání během delšího období.

Velké škody se vyskytují ve výrazně menším počtu a tvoří nehomogenní profil škod. Nedostatečný počet výskytů neumožňuje použití zákona velkých čísel. Velké škody je nezbytné odhadovat jednotlivě. Takto se eliminuje možnost velkého rozdílu mezi stanovenou rezervou a konečnou částkou, která bude vyplacena jako pojistné plnění.

Kapitola 2

Tvorba rezerv

2.1 Tvorba rezerv

V mnoha případech je registrace škody na zdraví nebo za usmrcení hlášen s časovým odstupem a z dostupných podkladů přesně nevyplývá, jaká zranění poškozený utrpěl. Zdravotní stav zraněné osoby musí být nejprve stabilizován. Délka stabilizace v případě těžkého zranění může trvat i několik let. Teprve potom se dá přesne stanovit ztrátu, kterou pro poškozeného působila těžká škoda na zdraví a vyplatit pojistné plnění. Pro každou ohlášenou pojistnou událost, která nebyla ke konci roku úplně vyřízená musí pojišťovna vytvořit postačující rezervu na nevyplacenou část. Existují různé postupy při stanovení škodní rezervy:

- je-li známa konečná výše škod, stanoví se škodní rezerva v této výši.
- není-li známa konečná výše škod a není-li k dispozici dostatek podkladů nebo informací ani pro kvalifikovaný odhad předpokládaného plnění, stanoví se škodní rezerva pomocí paušálu. Paušální částky jsou určeny analýzou historických dat pomocí matematicko-statistických metod při zohlednění inflace nákladů na pojistná plnění
- není-li známa konečná výše škod, ale z dostupných podkladů lze zjistit charakter zranění (lehké, těžké, smrtelné) - stanoví se škodní rezerva na základě minulých zkušeností.

Druhy nároků, z nichž může vzniknout renta:

- ztráta na výdělku po skončení léčení

- ztráta na důchodu
- náklady spojené s léčením
- výživa pozůstalým

Nejčastějším případem je ztráta na výdělku. Renta v tomto případě kompenzuje hodnotu výdělka vinou poškození zdraví do výše výdělku před poškozením zdraví. Hodnota renty (R) v tomto případě se vypočítává následně:

$$R = V - (D + M) \quad (2.1.1)$$

kde V značí výdělek před poškozením (za poslední čtvrtletí před poškozením, případně za celý rok, pokud to je výhodnější pro klienta), D značí invalidní důchod, M je mzda (výdělek po poškození). Celkový příjem po poškození tedy tvoří $D + M$.

Výdělek, důchod, mzda se podstoupí ročnímu úročení (valorizaci), ozn. i_V, i_D, i_M . Budoucí platby renty diskontujeme pomocí diskontního faktoru v_R .

Pro stanovení rezervy na renty uvažujeme následující klasifikace:

Z - zdravý

CI - částečně invalidní

PI - plně invalidní

NI - neinvalidní, tj. poškozený má nárok na invalidní důchod, ale nepobírá jej

M - mrtvý

Nechť $A \in \{PI, CI, NI\}$ a $S \in \{\text{žena, muž}\}$, potom $q_x^{A,S}$ značí pravděpodobnost toho, že osoba ve věku x opustí stav $\{PI, CI, NI\}$ a přejde do stavu Z nebo M , a ${}_t p_x^{A,S}$ je pravděpodobnost setrvání osoby ve věku x ve stavu $A \in \{PI, CI, NI\}$ v čase $x + t$.

Rezervu na renty můžeme určit následujícím způsobem:

– Dočasná renta:

$$RR_{x,n} = \sum_{t=0}^{n-1} {}_t p_x^{A,S} v_R^t [V(1+i_V)^t - D(1+i_D)^t - M(1+i_M)^t]^+. \quad (2.1.2)$$

– Doživotní renta:

$$RR_x = \sum_{t=0}^{\omega^{A,S}-x} {}_t p_x^{A,S} v_R^t [V(1+i_V)^t - D(1+i_D)^t - M(1+i_M)^t]^+. \quad (2.1.3)$$

Pokud $i_C = i_V = i_D = i_M$:

– Dočasná renta:

$$RR_{x,n} = \sum_{t=0}^{n-1} {}_t p_x^{A,S} v_R^t (1+i_C)^t (V - D - M). \quad (2.1.4)$$

– Doživotní renta:

$$RR_x = \sum_{t=0}^{\omega^{A,S}-x} {}_t p_x^{A,S} v_R^t (1+i_C)^t (V - D - M). \quad (2.1.5)$$

Další významnou rentou jsou pozůstalostní renty, které patří rodinným příslušníkům zemřelého. Pozůstalostní renta se dělí na vdovskou a sirotčí rentu a na školné. Pro určení hodnoty toho typu renta je nutné znát výdej (VPN =výdej po nehodě) a příjem (PPN =příjem po nehodě) pozůstalých po nehodě. Když neznáme výše důchodu, postupujeme podle následujícího modelu:

$$R = VPN - PPN, \quad (2.1.6)$$

kde

$$VPN = V \cdot (r + m(1 - r)), \quad (2.1.7)$$

r jsou neměnné výdaje a m je podíl počtu členu domácnosti po nehodě a před nehodou a

$$PPN = M + VR + \sum_{i=0}^k SR_i, \quad (2.1.8)$$

kde k je počet sirotek v domácnosti.

Parametry VR a SR se určují následujícím způsobem:

$$VR = ZV + 0,5PV \quad (2.1.9)$$

a

$$SR = ZV + 0,5PV \quad (2.1.10)$$

kde ZV je základní výměra v hodnotě 2230 a

$$PV = 0,015 \cdot n \cdot [\min(OVZ, DH) + 0,1 \cdot \min(\max(OVZ - DH, 0), HH - DH) + 0,1 \cdot \max(OVZ - HH, 0)], \quad (2.1.11)$$

přičemž DH = dolní hranice redukčních tříd a HH = horní hranice redukčních tříd,

$$OVZ = (12 \cdot 30,4167 \cdot \sum_j V) / 365,25 \cdot j, \quad (2.1.12)$$

j je počet let, ve kterých měla zemřelá osoba kladný výdělek.

Rezerva na renty se počítá podobně jako rezerva na renty v případě ztráty na výdělku:

$$RR_x = \sum_{t=0}^{\max\{\alpha, \beta\}} {}_t p_x^{A,S} v_R^t (1 + i_C)^t R. \quad (2.1.13)$$

α = do 65 let věku mrtvého,

β = do doby nezaopatřenosti dítěte.

2.2 Numerická studie

V této kapitole uvedeme výsledky výpočtu na rozsáhlém souboru tisíce rent vygenerovaném na základě reálných charakteristik rent za ztráty na výdělku.

Pro ohodnocení rent využijeme scénáře roční úrokové míry simulované za pomocí metodologie představené v [7]. Použijeme Cox, Ingersoll a Ross (CIR) proces, jehož diskretizaci můžeme zapsat ve tvaru

$$r_t = r_{t-1} + \alpha(\mu - r_{t-1}) + \sigma\sqrt{r_{t-1}}\epsilon, \quad (2.2.1)$$

kde α, μ, σ jsou parametry procesu a ϵ je náhodná veličina se standardním normálním rozdělením. Pro účely numerické studie byly parametry vybrány ze sítě: parametr návratu ke střední hodnotě $\alpha \in \{0.1, 0.5, 1.0\}$, a parametr variability $\sigma \in \{0.01, 0.03, 0.05\}$, střední hodnota byla ponechána na konstantní úrovni $\mu = 0.045$. Výjimkou je kombinace $\alpha = 0.1$ a $\sigma = 0.05$, kde je často nasimulovaná míra záporná, neboť jsme blízko porušení podmínky $\alpha\mu > \sigma^2$, viz [7]. Na základě tisíce trajektorií CIR procesu jsou spočteny

charakteristiky rezerv uvažovaného souboru rent: průměr, směrodatná odchylka a odhad rezervy s bezpečnostní přírůžkou na hladině 95 % za předpokladu normality, viz tabulka 2.1. Pro úplnost je uveden odhad rezervy při konstantní roční úrokové míře. Je zřejmé, že správný odhad parametrů CIR procesu, jímž se zabývala práce [7], má zásadní vliv na výši výsledných rezerv na renty.

Tabulka 2.1: Rezervy rent ($\mu = 4.5\%$)

α	σ	Odhad (průměr)	Směr. odch.	Odhad + bezp. přírůžka
0.1	0.01	4 104 070 234	129 210 653	4 317 267 811
0.1	0.03	4 155 291 381	385 716 392	4 791 723 428
0.5	0.01	3 794 853 968	35 513 737	3 853 451 633
0.5	0.03	3 812 341 390	101 883 990	3 980 449 973
0.5	0.05	3 848 949 994	172 758 040	4 134 000 760
1	0.01	3 777 185 071	17 620 508	3 806 258 909
1	0.03	3 791 519 687	54 576 681	3 881 571 210
1	0.05	3 823 295 521	89 439 502	3 970 870 699
-	-	3 776 295 000	-	-

Literatura

- [1] *Compensation for bodily injury by annuity settlements in Europe*, SCOR, 1999.
- [2] T. Cipra: *Pojistná matematika - teorie a praxe*, Ekopress, 1999.
- [3] ČKP: *Metodika tvorby technických rezerv v pojištění odpovědnosti z provozu vozidla*, Česká kancelář pojistitelů, 2001.
- [4] S. Fisnar: *Tvorba rezervy na těžké škody na zdraví - Metody a praxe v pojištění odpovědnosti*, Corporate Communications Reinsurance and Risk, 1999.
- [5] K. Imai, T. Kadowaki, Y. Aizawa: *Standardized Indices of Mortality among Persons with Spinal Cord Injury: Accelerated Aging Process*, 2004.
- [6] J.S. Krause, R.E. Carter, E.E. Piskelsimer, D. Wilson: *A prospective Study of Health and Risk of Mortality After Spinal Cord Injury*, Arch. Phys. Med. Rehabil. Vol. 98 , 2008.
- [7] D. Krýcha. *Ekonomické scénáře v pojišťovnictví*. Práce s podporou Fondu pro podporu vzdělávání v pojišťovnictví v rámci Projektu modelace rent v povinném ručení, 2011.
- [8] P. Mandl, M. Štástková: *Seminář z aktuárských věd 2002/03*, MAT-FYZPRESS, 2003.
- [9] E. Trojanová: *Pojistné rozpravy 3*, Česká asociace pojišťoven, 1998.
- [10] G.G. Venter, B. Schill, J. Barnett: *Review of report of committee on mortality for disabled lives*, 1991.