

VYUŽITIE POISTNEJ MATEMATIKY V ZDRAVOTNOM A NEMOCENSKOM POISTENÍ

E + M

Petra Škrovánková, Ľubica Hrnčiarová

1. Úvod

Hospodárska a sociálna politika vyspelých priemyselných krajín sa postupne vyvíja tak, aby pre svojich občanov zabezpečovala vysokú úroveň sociálnej istoty. V oblasti zdravotníctva sa táto tendencia prejavuje v kvalitnejšej organizácii a financovaní zdravotníckej starostlivosti.

Od sedemdesiatych rokov minulého storočia postupne prebiehajú reformy organizácie a financovania zdravotníckej starostlivosti vo všetkých krajinách Európskej únie a ich zdravotnícke systémy sa v rozhodujúcich aspektoch vzájomne približujú. Najdôležitejšie aspekty približovania sú tieto:

- zabezpečuje sa všeobecná dostupnosť zdravotníckej starostlivosti,
- pacient za poskytnutú zdravotnícku starostlivosť priamo neplatí, alebo platí len veľmi výnimočne, jeho nárok na zdravotnícke služby však v žiadnom prípade nie je viazaný na schopnosť zaplatiť ich,
- zdravotníci nie sú odkázaní na platobnú schopnosť pacientov, ale majú zaručenú náhradu nákladov za všetky služby, ktoré sú schopní poskytnúť,
- hlavným zdrojom financovania zdravotníckych služieb sú prevažne verejné finančné inštitúcie, ktoré popri pacientoch a zdravotníkovi vstupujú do systému financovania ako tretí nezávislý subjekt,
- všetky krajiny hľadajú možnosti na zníženie nákladov na zdravotnícke služby.

Cieľom tohto článku je analyzovať súčasnú situáciu v zdravotnom a nemocenskom poistení a poukázať na niektoré možnosti využitia poistno-matematických metód v tejto oblasti.

2. Zdravotné a nemocenské poistenie

Problémy trhov zdravotnej starostlivosti sa prejavujú v existencii modelu verejného zdravotníctva i v spôsoboch platenia za poskytnutú zdra-

votnú starostlivosť. Patrí sem aj problém miery bezprostrednej úhrady zdravotnej starostlivosti zo strany pacientov.

Zdravotné poistenie je poistenie, na základe ktorého je poskytovaná potrebná **zdravotná starostlivosť** (ambulantná a nemocničná) bez nutnosti jej priamej úhrady. S týmto úzko súvisí pojem zdravotná starostlivosť, ktorý chápeme ako starostlivosť o ochranu, zachovanie, navrátenie zdravia a tiež prevenciu ochorení.

Vo svete existujú tri základné modely financovania zdravotníctva. Prvý model je založený na úplnom rozpočtovom financovaní všetkých nákladov, pričom rezort zdravotníctva je prakticky plne zabezpečovaný štátom. Druhý a tretí model financovania zdravotníctva predpokladá využitie tak rozpočtových zdrojov, ako aj iných dodatočných zdrojov. V tomto prípade štátna politika určuje podiel zdrojov určených pre túto oblasť.

Skoro v každej vyspelej krajine systémy zdravotného poistenia pozostávajú zo štátneho a trhového komerčného zdravotníckeho sektora. Zákonné i súkromné poisťovne pracujú v trhovom prostredí, navzájom si konkurujú a súťažia o poistencov. V rámci zákonného poistenia súťažia o klientov v každej krajine niekoľko druhov zdravotných poisťovní. Primárnym účelom systémov súkromného zdravotného sektora je doplnenie a vylepšenie národných systémov celkového sociálneho zabezpečenia. Napriek veľkej odlišnosti v systémoch zdravotnej starostlivosti medzi jednotlivými vyspelými krajinami sú ich problémy rovnaké: ako podriaďiť lekára a nemocnice finančnej disciplíne, ako zohnať dostatok zdravotných sestier pri znižujúcom sa počte dospievajúcich občanov a ako zvládnuť zjavne nekonečný dopyt po zdravotnej starostlivosti.

V súčasnosti väčšina populácie v každej krajine začína čoraz viac využívať súkromné zdravotné poistenie. Napríklad vo Veľkej Británii základ financovania zdravotníctva tvoria prostriedky štátneho rozpočtu, ale okrem toho existuje i sú-

kromné poistenie financované z prostriedkov jednotlivých osôb, podnikateľov a organizácií.

Štátny systém zdravotnej starostlivosti je daný zákonom o Národnej zdravotnej službe (National Health Service). Národná zdravotná služba zahrnuje poskytovanie zdravotnej starostlivosti ambulantnej i nemocničnej. Realizuje sa tak, že pacienti sú zaregistrovaní u niektorého rodinného lekára, ktorý im poskytuje všeobecné služby, odporúča ich k ošetrovaniu u odborného lekára alebo v nemocnici. Týmto spôsobom je vo Veľkej Británii registrovaných 97 % obyvateľstva. Napriek tomu, že väčšina zdravotných služieb je zabezpečovaná Národnou zdravotnou službou, stále viac ľudí využíva súkromné zdravotné poistenie, a to hlavne pri riešení nie životu nebezpečných situácií, ktoré im súkromné poistenie umožňuje riešiť bez dlhého čakania.

Mnohí si mysleli, že existencia súkromného poistenia v budúcnosti už nebude opodstatnená v dôsledku veľkého počtu členov Národnej zdravotnej služby, ktorá tým bude môcť znížovať svoje náklady a zároveň zvyšovať úroveň zdravotných služieb až na úroveň súkromných zdravotných služieb. Tieto predpoklady však nebrali do úvahy zvyšujúce sa náklady zdravotníctva, meniace sa technológie a základné zmeny v typoch chorôb, ktoré vyžadujú liečenie.

Nie v každej krajine sa od seba odlišujú zdravotné poistenie a nemocenské poistenie tak ako u nás. V mnohých krajinách je nemocenské poistenie zložkou zdravotného poistenia. Sú dokonca krajiny, ktoré nerozlišujú tieto dva termíny. Tam je udomácnený jediný pojem – zdravotné poistenie.

Nemocenské poistenie chápeme ako poistenie, ktoré poskytuje dávky ako určitú kompenzáciu príjmu v prípade, ak osoba nemôže byť ekonomicky aktívna v dôsledku choroby alebo úrazu. Realizuje sa peňažným plnením vo forme náhrady zárobku.

Zákonné a súkromné nemocenské poistenie má vo väčšine krajín, v ktorých existuje, rovnaký pôvod: nutnosť jednotlivca odbremeniť od ekonomických následkov choroby a tieto rozložiť na spoločnosť. V niektorých krajinách zákonné poistenie poskytuje zásadne vecné služby, zatiaľ čo súkromné poistenie ponúka širokú škálu úhrad liečebných nákladov.

Zákonné nemocenské poistenie sa financuje vlastnými príspevkami alebo z daňových prostriedkov. Príspevky sa vymierajú buď percen-

tuálnou sadzbou z príjmu, alebo nezávisle od príjmu. Často je zákonné nemocenské poistenie podporované priamymi štátnymi dotáciami, čím sa dotujú ceny úkonov poistného plnenia. Využívajú sa tiež daňové výhody.

Príjmy súkromného nemocenského poistenia sú v každej krajine rôzne. Pole pôsobnosti súkromných nemocenských poisťovní je o to menšie, čím menej osôb je zapojených do poistenia a čím rozsiahlejšie sú štátne služby. Na pokrytie nemocenských nákladov ponúkajú pracovníci poisťovní zmluvy, na základe ktorých sa hradia buď náklady na plnenie jedného, alebo viacerých poistných rizík. Na vyrovnanie ušlého zárobku je možné uzatvoriť samostatné alebo spojené poistenie, ktoré pri prechodnej práceneschopnosti pamätá na platenie nemocenskej dennej mzdy a v prípade stálej pracovnej neschopnosti na platenie dôchodkov. V niektorých krajinách však patrí krytie trvalej práceneschopnosti k životným poisťkám.

Tu treba spomenúť nemocenské poistenie vo Veľkej Británii, známe pod skratkou PHI (Permanent Health Insurance), pretože matematické metódy používané pri výpočte dávok PHI budeme rozoberať v tomto príspevku.

Dnešná podoba PHI sa vyvinula z dávok ponúkaných spoločnosťou Friendly Societies. Cieľom tohto poistenia je zabezpečiť príjem poistenému počas pracovnej neschopnosti, a nie kompenzovať zranenie a bolesť. Kritériom, či dávky budú, resp. nebudú vyplácané, nie je stupeň zranenia (poškodenia), ale fakt, či poistený je schopný pracovať alebo nie, a či v dôsledku choroby alebo zranenia príde o zárobok. V dnešnej dobe však vo Veľkej Británii nie je nemocenské poistenie rozvinuté do takej miery ako životné poistenie.

Vo všeobecnosti možno povedať, že v mnohých vyspelých krajinách nemocenské poistenie je menej rozvinuté ako životné poistenie (u nás je to zatiaľ naopak – životné poistenie na Slovensku sa začína iba rozmáhať). V týchto krajinách totiž poistenie niektorých kritických ochorení patrí medzi produkty životného poistenia (rakovina, srdcový infarkt, mozgová príhoda, skleróza multiplex a iné [7]).

Poistenie kritických chorôb sa obyčajne dojednáva spolu s klasickým životným poistením, t. j. poistením pre prípad úmrtia alebo dožitia sa určitého veku. Takto vytvorené poistenie potom

poskytuje komplexnejšiu ochranu proti rôznym životným rizikám. Výhodou je aj zásada, že poisťné plnenie je vždy poskytnuté žijúcej osobe, ktorou je poistený alebo jeho pozostalí.

Inštitucionálne aspekty nemocenského poistenia v mnohých krajinách sú charakterizované právnym a finančným rámcom, na základe ktorého je možné poberať určité nemocenské dávky. Takáto oblasť však nemôže vzniknúť, nie to ešte účinne fungovať, bez celého radu podmienok, medzi ktoré možno zaradiť:

- sieť finančných služieb, ktorá umožňuje jednoduchým a rýchlym spôsobom prevody finančných prostriedkov,
- spoľahlivý právny rámec,
- stabilný politický režim,
- regulovanú infláciu.

Finančný dopad zavedenia systémov sociálneho zabezpečenia je značný a je ho potrebné veľmi dobre vyhodnotiť. Tu je v zásade k dispozícii viacero nástrojov, pomocou ktorých možno vypracovať model, ktorý by bol dobre kvantifikovaný:

- demografické údaje umožňujúce predpovedať vývoj v oblasti aktívnej a neaktívnej zložky populácie,
- výšky plátov a miezd a rozdelenie príjmov, tieto faktory tvoria základ pre plánovanie výšky plátov a úroveň nemocenských dávok v budúcnosti,
- úrokové miery,
- inflácia,
- celkový vývoj v oblasti sociálneho zabezpečenia.

Toto všetko umožní okrem vypracovania viacerých plánov aj vyhodnotenie stredno - a dlhodobých vplyvov na finančné trhy, na štátny rozpočet, rozdelenie príjmov a na ďalšie faktory makroekonomickej povahy, berúc pri tom do úvahy rozličné systémy financovania, rozličné výšky príspevkov a rozličné spôsoby zdaňovania.

V snahe zabrániť nadmernému užívaniu zdravotnej starostlivosti sa často používajú metódy platenia spočívajúce v globálnom honorovaní poskytovaných služieb. Základnou metódou je vtedy platba na osobu, t. j. za každého pacienta bez ohľadu na to, či bol v danom období liečený alebo nie. Táto metóda sa používa hlavne k honorovaniu služieb praktických lekárov. Pozitívom metódy je lepšie podchytenie významu preventívnej starostlivosti a pôsobenie proti nadmernému poskytovaniu starostlivosti. Na druhej strane sa uvažovaný dlhodobý

záujem o zdravie pacienta nemusí prejavíť, lebo lekári zarábajú v podstate bez ohľadu na konkrétnu činnosť v danom období. Platba praktickým lekárom na osobu sa používa v súčasnosti skoro vo všetkých krajinách Európskej únie [3].

3. Poistná matematika v nemocenskom poistení

V nemocenskom poistení, tak ako aj vo všetkých ostatných, je potrebné odhadnúť pravdepodobný priebeh škodovosti a na základe tohto odhadu stanoviť cenu poistenia – poisťné. Poisťovne na základe dostupných údajov z minulosti a predpokladov do budúcnosti musia stanoviť takú výšku poisťného, ktoré bude schopné pokryť výplatu poistných udalostí, nákladov poisťovne a zabezpečiť aj určité rezervy a primeraný zisk poisťovne.

Preto bola v priebehu aktuárskej praxe v oblasti zdravotného a nemocenského poistenia rozvinutá široká škála aktuárskych metód. Hlavným dôvodom bolo vyvinúť spoľahlivé metódy na účely hodnoverných výpočtov s ohľadom na premenlivé okolnosti individuálnych poisťovacích spoločností.

V tejto kapitole rozoberieme matematické metódy používané pri výpočte dávok PHI (Permanent Health Insurance) vo Veľkej Británii, pretože podobné matematické modely v poslednom období vypracovali aktuári skoro v každej krajine a ukázalo sa, že tento matematický základ je v nemocenskom poistení široko uplatniteľný. (PHI poisťky sú podrobnejšie popísané v [6]).

Dnes už je zjorné, že dobrá úroveň zdravotníckej starostlivosti vo svete je tiež podmienená vysoko odbornou prácou aktuárov. Je len otázkou času zavedenia týchto modelov na Slovensku a vylepšenia nášho národného systému.

V poistnej matematike sa definuje tzv. *intenzita úmrtnosti* μ_x :

$$\mu_x = -\frac{1}{l_x} \frac{d}{dx} l_x,$$

za predpokladu spojitosti funkcie prežitia l_x . Na naše ďalšie účely je vhodnejšia nasledovná definícia:

$$\mu_x = \lim_{dt \rightarrow 0^+} \frac{dt q_x}{dt},$$

pričom ${}_dt q_x$ vyjadruje pravdepodobnosť toho, že x -ročná osoba sa nedožije veku $x + dt$:

$${}_dt q_x = \frac{l_x - l_{x+dt}}{l_x}.$$

(q_x sa nazýva ročná miera úmrtnosti a vyjadruje pravdepodobnosť, že x -ročná osoba sa nedožije veku $x + 1$. Vyjadruje sa vzťahom: $q_x = \frac{d_x}{l_x} \cdot d_x$, vyjadruje počet členov, ktorí zomreli vo veku x ; podľa [2].)

V nemocenskom poistení sa používa analogicky tzv. *intenzita chorobnosti* (force of sickness), ktorú označíme symbolom $\bar{z}_x \cdot \bar{z}_x$ vyjadruje skutočnosť, že člen vo veku x je chorý a toto ochorenie je uznané lekárom príslušnej poisťovacej spoločnosti.

Potom výraz $\int_0^1 l_{x+t} \bar{z}_{x+t} dt$ je počet žijúcich osôb, ktoré ochoreli vo veku x . Keďže priemerný počet týždňov v roku je 52,18, potom výraz $52,18 \int_0^1 l_{x+t} \bar{z}_{x+t} dt$ je očakávaný počet týždňov, keď žijúci vo veku x sú chorí. Ak tento výraz predelíme počtom žijúcich vo veku x , dostávame tzv. ročnú mieru chorobnosti s_x (annual rate of sickness):

$$s_x = 52,18 \frac{\int_0^1 l_{x+t} \bar{z}_{x+t} dt}{l_x}, \quad (1)$$

s_x udáva, koľko týždňov (priemerne) je osoba vo veku x chorá. Po úprave dostávame

$$s_x = 52,18 \int_0^1 p_x \bar{z}_{x+t} dt, \quad (2)$$

pričom $p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x}$ je pravdepodobnosť, že osoba vo veku x sa dožije veku $x + t$.

Za predpokladu linearity funkcie $l_{x+t} \bar{z}_{x+t}$ dostaneme aproximáciu

$$s_x \cong 52,18 \cdot 0,5 p_x \bar{z}_{x+0,5}. \quad (3)$$

Ak uvažujeme o všetkých žijúcich vo veku x , používa sa tzv. *centrálna miera chorobnosti* z_x (central rate of sickness):

$$z_x = 52,18 \frac{\int_0^1 l_{x+t} \bar{z}_{x+t} dt}{\int_0^1 l_{x+t} dt} = 52,18 \frac{\int_0^1 l_{x+t} \bar{z}_{x+t} dt}{L_x}, \quad (4)$$

pričom $L_x = \int_0^1 l_{x+t} dt$ vyjadruje počet rokov prežijúcich osobami vo veku x (podľa [1]).

z_x teda vyjadruje priemerný počet týždňov, keď žijúci vo veku x sú chorí. A opäť za predpokladu linearity funkcie $l_{x+t} \bar{z}_{x+t}$ dostaneme aproximáciu pre centrálnu mieru chorobnosti z_x :

$$z_x = 52,18 \frac{0,5 p_x \bar{z}_{x+0,5}}{0,5 p_x} \cong 52,18 \bar{z}_{x+0,5}. \quad (5)$$

Z aproximácie (3) a (5) sa dá ukázať, že platí

$$s_x = 0,5 p_x z_x,$$

čo je vzťah medzi ročnou mierou chorobnosti a centrálnou mierou chorobnosti z_x .

Vieme, že choroba a úmrtie sú náhodné udalosti, ale medzi týmito dekrementami je podstatný rozdiel v tom, že dekrement „úmrtie“ je jednoznačný, zatiaľ čo dekrement „choroba“ je závislý od požiadaviek a podmienok poskytovateľa dávok. Keď máme na mysli chorobu, uvažujeme o chorom v súlade s požiadavkami poisťovej zmluvy. Nárokovateľ musí poskytnúť dôkaz o chorobe a spravidla býva vyšetrený lekárom príslušnej poisťovacej spoločnosti skôr, ako sa odsúhlasí, že nemocenské dávky sa majú vyplácať.

Na ochranu proti zneužívaniu výhod vyplácaním nemocenských dávok poisťovacie spoločnosti využívajú tzv. *čakacie obdobie* (waiting period) pre nových vstupujúcich členov, ktorí by žiadali okamžité vyplácanie nemocenských dávok. Ustanovenia poisťovej zmluvy zvyčajne určujú dané čakacie obdobie spravidla 1 rok, počas ktorého noví členovia platia príslušné poisťné skôr, ako sa stanú oprávnení získať nárok na vyplácanie nemocenských dávok.

Väčšina poisťiek PHI má ďalšiu ochranu, tzv. *obdobie odkladu* (deferred period), čo znamená, že nemocenské dávky nezačnú byť vyplácané, pokiaľ poistenec nie je chorý dlhšie ako toto obdobie. Odklad vyplácania nemocenských dávok trvá obvyčajne prvé tri dni choroby.

Poisťovacie spoločnosti taktiež bežne zavádzajú tzv. *obdobie úplných dávok* (off period), teda vyplácanie dávok, ktoré sa znižujú pri dlhodobých ochoreniach. Tým sa nárokovateľ podnecuje k tomu, aby sa vrátil do práce a zamedzuje sa zneužívaniu vyplácania vysokých dávok dlhší čas, než je potrebné.

Je jasné, že kombinácia čakacieho obdobia, obdobia odkladu a off obdobia spolu s prísnosťou definície „choroby“ ovplyvní veľkosť dávky, ktorú je potrebné vyplatiť. Medzi rôznymi poisťovacími spoločnosťami je zatiaľ veľký rozdiel v určovaní všetkých týchto podmienok.

Nemocenské dávky sa teda často menia podľa dĺžky choroby. Preto na označenie dĺžky choroby, ktorá trvala určité obdobie, používame špeciálne označenia, a to:

$\bar{z}_x^n$ - intenzita chorobnosti pre člena vo veku x , ktorý bol chorý menej ako n týždňov,

$\bar{z}_x^{n/m}$ - intenzita chorobnosti pre člena vo veku x pre obdobie choroby trvajúcej medzi n - tým a $(n+m)$ - tým týždňom,

$\bar{z}_x^{m/\infty}$ - intenzita chorobnosti pre člena vo veku x pre dĺžku choroby trvajúcej viac než m týždňov.

Zrejme platí: $\bar{z}_x^{26} + \bar{z}_x^{26/26} + \bar{z}_x^{52/\infty} = \bar{z}_x$.

Prvý výraz pokrýva choroby s trvaním menej ako 26 týždňov, druhý choroby medzi 26. týždňom a 52. týždňom a tretí choroby s trvaním dlhšie ako 52 týždňov, teda všetky tri výrazy pokrývajú celý rok. Z týchto definícií môžeme získať ročné miery chorobnosti a centrálné miery chorobnosti, ktoré špecifikujú trvanie choroby, napr.:

$$s_x^n = 52,18 \frac{\int_0^1 l_{x+t} \bar{z}_{x+t}^n dt}{l_x}$$

$$s_x^{n/m} = 52,18 \frac{\int_0^1 l_{x+t} \bar{z}_{x+t}^{n/m} dt}{l_x}$$

$$z_x^{n/m} = 52,18 \frac{\int_0^1 l_{x+t} \bar{z}_{x+t}^{n/m} dt}{\int_0^1 l_{x+t} dt}$$

$$z_x^{m/\infty} = 52,18 \frac{\int_0^1 l_{x+t} \bar{z}_{x+t}^{m/\infty} dt}{\int_0^1 l_{x+t} dt}$$

Poznámka. V anglických aktuárskych tabuľkách sa používa index m/all namiesto m/∞ [4].

4. Prítomné hodnoty nemocenských dávok

Na ďalšie výpočty si zadefinujeme nasledujúce komutačné funkcie, ktoré sa používajú v nemocenskom poistení na výpočet veľkosti nemocenských dávok:

$$H_x = 52,18 \int_0^{\infty} v^{x+t} l_{x+t} \bar{z}_{x+t} dt, \quad (6)$$

$$K_x = \sum_{t=0}^{\infty} H_{x+t} = 52,18 \int_0^{\infty} v^{x+t} l_{x+t} \bar{z}_{x+t} dt. \quad (7)$$

Potom výraz $\frac{K_x}{D_x}$ je prítomná hodnota nemocenskej dávky veľkosti 1 p. j. za 1 týždeň, ktorú možno platiť počas života za predpokladu, že majiteľ poisťky vo veku x je chorý v súlade s podmienkami poisťky. Pripomeňme si, že $D_x = l_x v^x$ (v je odúročiteľ, [5]).

Na vyhodnotenie dávok, ktoré sa menia podľa dĺžky choroby, môžeme definovať špeciálne komutačné funkcie v závislosti od príslušnej intenzity chorobnosti:

$$K_x^n = 52,18 \int_0^{\infty} v^{x+t} l_{x+t} \bar{z}_{x+t}^n dt,$$

$$K_x^{n/m} = 52,18 \int_0^{\infty} v^{x+t} l_{x+t} \bar{z}_{x+t}^{n/m} dt,$$

$$K_x^{m/\infty} = 52,18 \int_0^{\infty} v^{x+t} l_{x+t} \bar{z}_{x+t}^{m/\infty} dt.$$

Napríklad výraz $\frac{K_x^{n/m}}{D_x}$ je prítomná hodnota nemocenskej dávky veľkosti 1 p. j. platenej za 1 týždeň pre osobu vo veku x , ak choroba trvala v období medzi n - tým a $(n+m)$ - tým týždňom. Komutačné funkcie sú tabelované (pozri [4]) a ich využitie si ukážeme na nasledujúcom príklade.

Príklad. Nemocenské dávky sú vyplácané takto: dávka 100 p. j. pre prvých 26 týždňov choroby, ktorá klesne na 75 p. j., ak choroba trvá dlhšie, ale menej ako 1 rok, a potom 50 p. j., ak choroba trvá dlhšie ako rok. Aká je prítomná hodnota týchto nemocenských dávok pre člena dnes vo veku x .

Riešenie.

Na základe uvedených definícií bude prítomná hodnota veľkosti:

$$\frac{1}{D_x} [100K_x^{26} + 75K_x^{26/26} + 50K_x^{52/\infty}] \quad (8)$$

Nemocenské dávky sa zvyčajne prestávajú platiť, ak člen dosiahol dôchodkový vek, teda ak napríklad odchod do dôchodku sa uskutočňuje vo veku 65 rokov, výpočet bude upravený nasledovným spôsobom:

$$\frac{1}{D_x} [100(K_x^{26} - K_{65}^{26}) + 75(K_x^{26/26} - K_{65}^{26/26}) + 50(K_x^{52/\infty} - K_{65}^{52/\infty})].$$

Teraz upresníme výpočet pre nového, vstupujúceho člena do daného poistenia. Je zrejmé, že nový člen v prvom roku členstva má nárok na

dávky pre choroby s trvaním menej ako jeden rok. V druhom roku trvania poisťky už uvažujeme choroby s trvaním medzi jedným a dvomi rokmi atď. a výpočet pre takéhoto nového člena bude: (10)

$$\frac{1}{D_x} \left[00(K_x^{26} - K_{65}^{26}) + 75(K_{x+0,5}^{26/26} - K_{65}^{26/26}) + 50(K_{x+1}^{52/\infty} - K_{65}^{52/\infty}) \right]$$

pričom pre $K_{x+0,5}$ sa používa lineárna aproximácia

$$K_{x+0,5} \cong \frac{K_x + K_{x+1}}{2}.$$

Výpočet podľa (10) sa však málokedy používa, lebo rozdiel vo výpočtoch (9) a (10) je zanedbateľný.

Ak sa uvažuje čakacie obdobie napr. 1 rok, potom majiteľ poisťky vo veku x nebol oprávnený prijať prvú dávku veľkosti 100 p. j., pokiaľ by nedosiahol vek $x + 1$. Podobne dávka veľkosti 75 p. j. by nebola platená pred vekom $x + 0,5$ atď. Teda vzorec na výpočet prítomnej hodnoty nemocenskej dávky v takomto prípade bude:

$$\frac{1}{D_x} \left[00(K_{x+1}^{26} - K_{65}^{26}) + 75(K_{x+1,5}^{26/26} - K_{65}^{26/26}) + 50(K_{x+2}^{52/\infty} - K_{65}^{52/\infty}) \right]$$

Tento spôsob výpočtu však nie je úplne správny. Napríklad komutačná funkcia $K_x^{26/26}$ vyjadruje dĺžku choroby medzi 26. a 52. týždňom za predpokladu, že táto choroba už trvala prvých 26 týždňov. Ak sa uvažuje čakacie obdobie, člen, ktorý bol chorý prvých 26 týždňov, nemá nárok na vyplácanie dávok. Keď tento nárok vznikne, poisťovňa jeho chorobu počíta ako novú chorobu, čo nie je správne. Preto výpočet (9) sa často používa ako jediný správny aj na stanovenie poisťiek s čakacím obdobím.

Výpočet (10) bude presnejší, ak sa použije pre poisťku, keď poisťné sa z času na čas prepočítava. V takomto prípade pre mnohé typy poisťiek, ktoré poskytujú poisťovacie spoločnosti pre svojich zamestnancov, sa poisťné prepočítava každé tri roky. Teda ak sa poisťné prepočítava, bude možné vyplácať nemocenské dávky počas každého obdobia, a tým sa odstránia problémy, ktoré sme uviedli.

5. Záver

Aktuárskych modelov na výpočet netto poisťného, nemocenských dávok a poisťných rezerv v nemocenskom poistení bolo už vypracovaných značné množstvo. V súčasnosti je najznámejší a najpoužívanejší Manchester Unity model, ktorého matematický základ sme popísali v tomto článku. Dobré skúsenosti s týmto prístupom majú poisťovacie spoločnosti, najmä už spomínaná spoločnosť PHI, potom DDI (Dread Disease Insurance), LTC (Long Term Care

Insurance) a iné. V poslednom desaťročí podobné modely vypracovali nórski, dánski a švédski aktuari. Americký model *Inception Annuity* vzbudil veľký záujem najmä v posledných troch rokoch. Najdlhšiu tradíciu využitia poisťnej matematiky v zdravotnom poistení majú v Nemecku.

Je jasné, že dobrá úroveň zdravotníckej starostlivosti vo svete je tiež podmienená vysoko odbornou prácou aktuarov. Slovenskí aktuari s týmito modelmi len začínajú pracovať, čo je možné len v prípade harmonizácie v rámci Európy a vylepšenia nášho národného systému.

Literatúra:

- [1] BILÍKOVÁ, M. *Spojité metódy v poisťnej matematike*. 1. vyd. Bratislava: Ekonóm, 2003. ISBN 80-225-1698-8
- [2] BILÍKOVÁ, M., SEKEROVÁ, V. *Poisťná matematika* 1. 1. vyd. Bratislava: Ekonóm, 1996. ISBN 80-225-0727-X
- [3] CIPRA, T. *Pojistná matematika v praxi*. 1. vyd. Praha: Edice HZ, 1994. ISBN 80-901495-6-1
- [4] *Formulae and Tables for Actuarial Examinations*. Oxford: Institute of Actuaries, 1980. ISBN 0 901066 06 0
- [5] POTOCKÝ, R. Štatistické metódy v poisťovníctve. *Slovenská štatistika a demografia*, 1996, roč. 6, č. 1, s. 33 – 40. ISSN 1210-1095
- [6] ŠKROVÁNKOVÁ, L. *Aktuárske metódy v dôchodkovom a nemocenskom poistení*. 1. vyd. Bratislava: Ekonóm, 2004. ISBN 80-225-1836-0
- [7] ŠKROVÁNKOVÁ, L., BILÍKOVÁ, M. *Penzijné a nemocenské poistenie*. 1. vyd. Bratislava: Ekonóm, 2002. ISBN 80-225-1532-9
- [8] ŠOLTÉS, V., PENJAK, V., LACKOVÁ, D. *Finančná matematika*. 1. vyd. Košice: TU v Košiciach, Ekonomická fakulta, 2006. ISBN 80-8073-487-9

Mgr. Petra Škrovánková

Ekonomická univerzita v Bratislave
Fakulta hospodárskej informatiky
Katedra štatistiky
skrovan@euba.sk

doc. Ing. Ľubica Hrnčiarová, PhD.

Ekonomická univerzita v Bratislave
Fakulta hospodárskej informatiky
Katedra štatistiky
hrnciario@euba.sk

Doručeno redakcii: 15. 12. 2006

Recenzováno: 15. 3. 2007

Schváleno k publikovaniu: 25. 6. 2007

ABSTRACT**THE USE OF INSURANCE MATHEMATICS IN HEALTH AND SICKNESS INSURANCE****Petra Škrovánková, Ľubica Hrnčiarová**

The development of health and sickness insurance plans displays some specific features in each country. Consequently, national plans of health and sickness vary across countries. The authors pay a special attention to contemporary conditions in this area in Great Britain, Slovakia and United States. The process of approximation, as described in the introductory part of the paper, has been started as a result of harmonization in Europe, as well as of the increase in an overall movement of persons on international level. One of the means of approximation is actuarial mathematics, which is dealt with in the final part of this paper. This mathematical instrument is currently applied in all the countries mentioned.

More and more often in actuarial calculations in life insurance use is made of new modern methods. The old deterministic approach is giving way to new stochastic methods. One example of a deterministic method is dealt with in this article. The authors go on to show how the models described can be used to carry out actuarial calculations for a model sickness insurance contract and a model health contract. Calculation of the premium for each model contract is carried out by following the transitions between the various states. The authors believe that the unifying approach provided by deterministic models is very important also for a Slovak insurance companies, it allows a well organized presentation of the statistics of the sickness insurance of the person and, in particular, of health care.

Key words: sickness benefit, actuarial mathematics, force of sickness, actuary

JEL Classification: C19

Copyright of *E + M Ekonomie a Management* / *E+M Economics & Management* is the property of Technical University of Liberec, Faculty of Economics and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.