

SLOVENSKÁ ŠTATISTIKA a DEMOGRAFIA

SLOVAK STATISTICS
and DEMOGRAPHY

3/2017

ročník/volume 27

Recenzovaný vedecký časopis so zameraním na prezentáciu moderných štatistických a demografických metód a postupov.

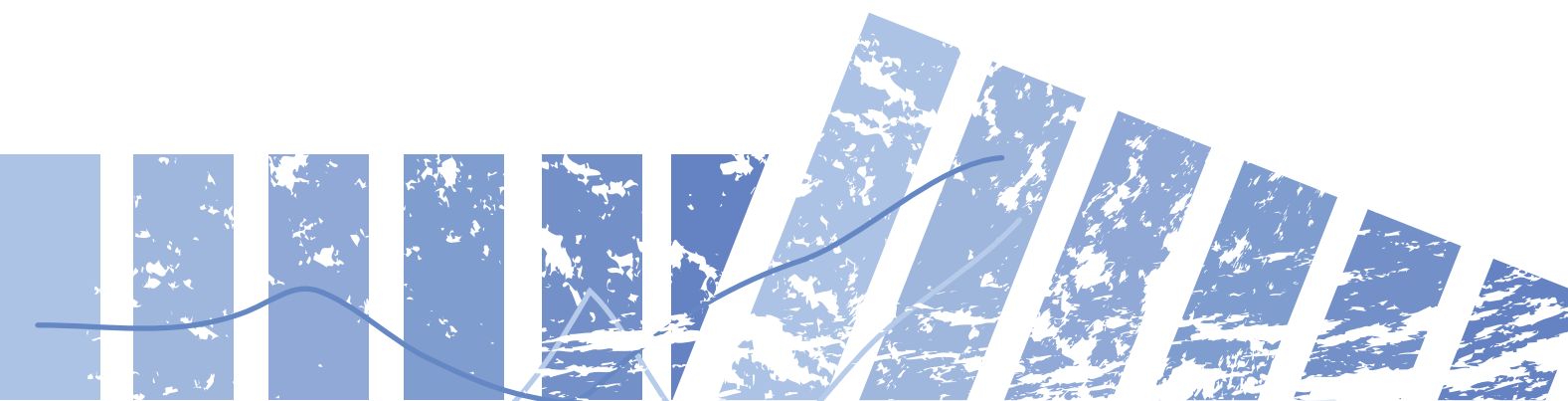
Scientific peer-reviewed journal focusing on the presentation of modern statistical and demographic methods and procedures.

Článok/Article: 4

Typ článku/Type of article: vedecký článok/scientific article

Strany/Pages: 34 – 46

Dátum vydania/Publication date: 15. júl 2017/July 15, 2017



Eva KOTLEBOVÁ

**Katedra štatistiky Fakulty hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity
v Bratislave**

VYUŽITIE BAYESOVSKÝCH METÓD PRI ANALÝZE DOSTUPNOSTI ZDRAVOTNEJ STAROSTLIVOSTI NA SLOVENSKU

THE USE OF BAYESIAN METHODS FOR ANALYSING THE ACCESSIBILITY TO HEALTH CARE IN SLOVAKIA

ABSTRAKT

Problémy s dostupnosťou zdravotnej starostlivosti možno považovať za indikátor chudoby, pretože jednou z jej hlavných príčin je nedostatok finančných zdrojov. Príspevok sa zaoberá odhadom podielu obyvateľov Slovenskej republiky, ktorí si nemôžu dovoliť zdravotnú starostlivosť najmä z finančných dôvodov, ale aj z iných príčin, ktoré však tiež úzko súvisia s finančnou situáciou obyvateľov. Podkladom na analýzu sú údaje z výberového zisťovania EHIS 2014, ktoré mapujú situáciu z pohľadu poberateľov zdravotnej starostlivosti. Okrem odhadu podielov obyvateľov Slovenskej republiky, pre ktorých je nedostupná niektorá z foriem zdravotnej starostlivosti, sa v článku analyzujú aj niektoré faktory ovplyvňujúce mieru nedostupnosti zdravotnej starostlivosti. Na spresnenie odhadov sa využívajú aj údaje z výberového zisťovania EU SILC, ktoré možno považovať za zdroj apriórnej informácie, takže nám umožnili aplikovať bayesovské metódy.

ABSTRACT

Problems with access to the health care can be regarded as an indicator of poverty, because one of its leading causes is the lack of financial resources. The paper deals with estimating the proportion of the population of the Slovak Republic that cannot afford medical treatment mainly due to financial but also, for other reasons which are closely related to the population's financial situation. The analysis is based on data from the EHIS 2014 sample survey, monitoring the situation from the recipients' perspective. In addition to estimating the proportion of the Slovak population without access to one of the forms of health care, some factors determining the degree of inaccessibility to health care are analysed in the paper. In order to make the estimates more accurate, the data from the EU SILC sample survey was also used which can be regarded as a source of a priori information thus allowing us to apply the Bayesian methods.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

zdravotná starostlivosť, bayesovský bodový odhad podielu, konjugovaný systém binomické/beta, EHIS – európske zisťovanie o zdraví, EU SILC – štatistika EÚ o príjmoch a životných podmienkach

KEY WORDS

Health care, Bayesian point estimation of proportion, conjugate family beta-binomial, EHIS – European Health Interview Survey, EU SILC – European Union Statistics on Income and Living Conditions

1. ÚVOD

Jedným z dôležitých problémov, ktoré Európska únia v súčasnosti rieši, je znižovanie počtu ľudí ohrozených chudobou a sociálnym vylúčením. Stratégia Európa 2020 stanovila pre sociálnu oblasť konkrétny cieľ – vymaniť z ohrozenej časti populácie 20 miliónov obyvateľov. Na monitorovanie aktuálneho stavu bol vyvinutý agregovaný ukazovateľ AROPE (at risk of poverty or social exclusion), ktorý obsahuje niekoľko konkrétnych čiastkových indikátorov (podrobnejšie v [7]). Popri nich však existujú aj ďalšie ukazovatele odvíjajúce sa od sociálnej situácie obyvateľov, ktoré tiež naznačujú príslušnosť k ohrozenej časti populácie. Jedným z nich je problém s dostupnosťou zdravotnej starostlivosti.

Úroveň zdravotnej starostlivosti v Európskej únii pravidelne monitoruje Svetová zdravotnícka organizácia (WHO – World Health Organization). Analytická a informačná organizácia Health Consumer Powerhouse každoročne stanovuje hodnotu komplexného ukazovateľa EHCI (European Health Consumer Index). Podľa tohto kritéria má úroveň zdravotnej starostlivosti na Slovensku od roku 2013 klesajúci trend. V roku 2016 bola hodnota ukazovateľa 678, čo zaraďuje Slovensko na 23. miesto spomedzi 35 európskych krajín (podrobnejšie v [8] a [9]).

V príspevku sme sa zaoberali najmä takými indikátormi kvality zdravotnej starostlivosti, ktoré priamo vyplývajú zo sociálnej situácie jej poberateľov – nedostupnosťou zdravotnej starostlivosti z finančných dôvodov, z dôvodu príliš veľkej vzdialenosti medzi zariadením poskytujúcim zdravotnú starostlivosť a jej poberateľom a z dôvodu príliš dlhej čakacej lehoty na zdravotnú starostlivosť. Na analýzu sme využili databázy výberových zisťovaní EHIS a EU SILC, ktoré v pravidelných intervaloch realizuje Štatistický úrad Slovenskej republiky a v ktorých sa uvedené aspekty monitorujú z pohľadu respondentov – poberateľov zdravotnej starostlivosti.

V 2. kapitole sme analyzovali údaje z databázy EHIS: okrem podielov obyvateľov, pre ktorých je zdravotná starostlivosť nedostupná, sme identifikovali niektoré faktory, ktoré ovplyvňujú mieru jej nedostupnosti. V 3. kapitole sme na odhad niektorých podielov využili bayesovské metódy, preto sme do analýzy zaradili aj údaje z výberového zisťovania EU SILC, ktoré boli podkladom na modelovanie apriórnej informácie.

2. ANALÝZA NEDOSTUPNOSTI ZDRAVOTNEJ STAROSTLIVOSTI NA ZÁKLADE UKAZOVATEĽOV Z VÝBEROVÉHO ZISŤOVANIA EHIS

Európske zisťovanie o zdraví EHIS 2014 je už druhou vlnou tohto zisťovania (prvá prebehla v roku 2009). Realizovalo sa na základe nariadenia Európskej komisie č. 141/2013 z 19. februára 2013, ktorým sa vykonáva nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1338/2008 o štatistikách Spoločenstva v oblasti verejného zdravia a bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (podrobnejšie informácie o zisťovaní sú v [3]).

Dotazník predložený respondentom obsahoval štyri moduly. My sme sa zaoberali predovšetkým časťou „Európsky modul o zdravotnej starostlivosti“, v ktorej sú (aj) otázky týkajúce sa nenaplnenej potreby zdravotnej starostlivosti. Z ostatných modulov sme analyzovali len tie premenné, ktoré podľa nášho názoru môžu nejakým spôsobom ovplyvniť dostupnosť zdravotnej starostlivosti.

Z už spomenutého modulu sme sa venovali skupine otázok UN (Unmet needs for healthcare). Vzhľadom na to, že v 3. kapitole budeme analyzovať niektoré s nimi súvisiace otázky, ktoré však nemajú rovnaké znenie, je potrebné uviesť presnú štylizáciu jednotlivých otázok:

- UN1a: Neuspokojená potreba zdravotnej starostlivosti za posledných 12 mesiacov z dôvodu dlhej čakacej doby¹.
- UN1b: Neuspokojená potreba zdravotnej starostlivosti za posledných 12 mesiacov z dôvodu veľkej vzdialenosti alebo problémov s dopravou.
- UN2a: Respondent si lekársku starostlivosť za posledných 12 mesiacov nemohol dovoliť.
- UN2b: Respondent si zubnú starostlivosť za posledných 12 mesiacov nemohol dovoliť.
- UN2c: Respondent si za posledných 12 mesiacov nemohol dovoliť lieky.
- UN2d: Respondent si za posledných 12 mesiacov nemohol dovoliť starostlivosť týkajúcu sa duševného zdravia (napr. psychologickú alebo psychiatrickú starostlivosť).

Pri všetkých otázkach si respondent mohol vybrať jednu z troch odpovedí: „áno“, „nie“ a „nepotreboval(a) som zdravotnú starostlivosť“. Takto formulované odpovede poskytujú možnosť stanovenia dvoch druhov podielov: podiel tých, ktorých potreba starostlivosti nebola uspokojená, zo všetkých respondentov, ale aj podiel tých, ktorých potreba nebola uspokojená, z tých, ktorí ju naozaj potrebovali. Je zrejmé, že druhý z uvedených podielov je vyšší, ale poskytuje hodnotnejšiu informáciu o nedostupnosti niektorej z foriem starostlivosti. Porovnanie podielov je v tabuľke č. 1.

Tabuľka č. 1: Podiely respondentov, ktorých potreba zdravotnej starostlivosti nebola uspokojená (a – podiel zo všetkých respondentov, b – podiel z tých, ktorí potrebovali starostlivosť)

Otázka	UN1a	UN1b	UN2a	UN2b	UN2c	UN2d
Podiel respondentov (a)	4,83 %	1,06 %	1,68 %	4,95 %	3,39 %	0,29 %
Podiel respondentov (b)	6,26 %	1,42 %	2,21 %	6,95 %	4,89 %	1,80 %

Zdroj údajov: vlastné výpočty z databázy EHIS 2014

Z údajov v tabuľke vyplýva, že podiely neuspokojených respondentov vypočítané z tých, ktorí potrebovali niektorú z foriem zdravotnej starostlivosti, sú približne o 30 až 40 percent vyššie ako podiely získané z celkového počtu respondentov. Výnimku tvorí porovnanie podielov pri otázke UN2d, kde je rozdiel v podieloch s odstupom najvyšší. Táto disproporcja je pravdepodobne spôsobená obsahom otázky – časť populácie môže mať isté zábrany poskytovať informácie o potrebe (rovnako uspokojenej aj neuspokojenej) starostlivosti o duševné zdravie. Táto otázka by asi potrebovala osobitnú analýzu, preto sa jej v ďalšej časti budeme venovať len okrajovo.

¹ Analýze dlhých čakacích lehôt pri poskytovaní lekárskej starostlivosti je venovaný príspevok [5].

Z vypočítaných percentuálnych podielov sa ukazuje ako veľký problém nedostupnosť zubnej starostlivosti (takmer 7 percent z tých, ktorí ju potrebujú, si ju z finančných dôvodov musia odoprieť). Z hľadiska optimalizácie siete poskytovateľov sa ako oveľa závažnejší problém javia príliš dlhé čakacie lehoty (viac ako 6 percent respondentov nemalo uspokojenú potrebu starostlivosti z tohto dôvodu) ako veľká vzdialenosť od poskytovateľa (menej ako 1,5 percenta ju uviedlo ako dôvod neuspokojenej potreby).

Popri premenných zo skupiny UN (v nasledujúcom texte budeme úplné znenie otázok väčšinou nahrádzať kódmi otázok UN1a, UN1b, UN2a, UN2b, UN2c a UN2d) sme venovali pozornosť aj takým premenným, ktoré môžu nejakým spôsobom súvisieť s dostupnosťou niektorej z foriem starostlivosti alebo ju priamo ovplyvniť. Ide o tieto premenné zo skupiny hlavných sociálnych premenných:

SEX: *pohlavie*,

AGE: *vek*,

REGION: *región trvalého bydliska* (2-miestny kód na základe klasifikácie NUTS),

DEG_URB: *stupeň urbanizácie* (najmä v súvislosti s otázkou UN1b),

HATLEVEL: *najvyššia úroveň dosiahnutého vzdelania* (na základe klasifikácie ISCED 2011),

MAINSTAT: *respondentom uvádzaný stav z hľadiska zamestnania*,

JOBSTAT: *postavenie v zamestnaní*,

HHINCOME: *čistý mesačný príjem ekvivalentný domácnosti* (rozdelený na kategórie podľa kvintilov).

Zo skupiny premenných týkajúcich sa zdravia sme vybrali premennú HS1: *všeobecný zdravotný stav vnímaný respondentom*.

Pre všetky uvedené premenné sme vykonali testy nezávislosti s každou z premenných zo skupiny UN, pričom každý test sme realizovali dvakrát: v prvom prípade (možnosť označíme ako (a)) sme brali do úvahy všetky (tri možné) odpovede na otázky zo skupiny UN („áno“, „nie“, „nepotreboval(a) som zdravotnú starostlivosť“), v druhom prípade (b) sme brali do úvahy len odpovede „áno“ a „nie“; respondentov s odpoveďou „nepotreboval(a) som“ sme z analýzy vylúčili. Všetky testy sme realizovali pomocou štatistického softvéru Statgraphics Centurion.

V tabuľke č. 2 sú uvedené p-hodnoty testov nezávislosti² medzi jednotlivými premennými skupiny UN a premennými, ktoré sme vybrali ako potenciálne faktory. Premennú vek sme pretransformovali do skupín tvorených intervalmi <15; 20>, <20; 30>, ..., <60; 70>, pričom do poslednej skupiny sme zaradili vyše 70-ročných respondentov.

Porovnaním zodpovedajúcich p-hodnôt v tabuľkách vidíme, že v prípade troch uvažovaných odpovedí (časť (a)) na otázky zo skupiny UN (s výnimkou faktora *stupeň urbanizácie*) je závislosť medzi premennými silnejšia ako v prípade dvoch uvažovaných odpovedí (časť (b)). My sa však budeme venovať časti (b), pretože

² p-hodnoty sú zaokrúhlené na 4 desatinné miesta; v takejto podobe ich uvádza výstup z použitého softvéru Statgraphics Centurion, číslo 0,0000 v tabuľke tak vyjadruje p-hodnotu, ktorá je menšia ako 0,00005.

práve táto možnosť podľa nás lepšie vystihuje mieru nedostupnosti niektorej z foriem zdravotnej starostlivosti.

Z vypočítaných p-hodnôt je zrejmé, že ak by sme hypotézy o nezávislosti testovali na hladine významnosti 0,05, z 54 testovaných dvojíc znakov by sa až v 31 prípadoch preukázala závislosť. Vzhľadom na limitovaný rozsah príspevku nie je reálne interpretovať a analyzovať všetky uvažované dvojice, preto počet závislých dvojíc znakov čiastočne zredukujeme znížením hladiny významnosti na 0,01. Dostaneme tak 26 dvojíc závislých znakov, pri ktorých uvedieme len najpodstatnejšie výsledky porovnania jednotlivých úrovní faktorov.

Tabuľka č. 2 (a) p-hodnoty testov nezávislosti medzi premennými zo skupiny UN s tromi obmenami a uvažovanými faktormi

	UN1a	UN1b	UN2a	UN2b	UN2c	UN2d
SEX	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006
AGE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
REGION	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DEG_URB	0,2438	0,2703	0,0137	0,0000	0,1679	0,0059
HATLEVEL	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003
MAINSTAT	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
JOBSTAT	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
HHINCOME	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003
HS1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Zdroj údajov: vlastné výpočty s použitím softvéru Statgraphics Centurion z databázy EHIS 2014

Tabuľka č. 2 (b) p-hodnoty testov nezávislosti medzi premennými zo skupiny UN s dvomi obmenami a uvažovanými faktormi

	UN1a	UN1b	UN2a	UN2b	UN2c	UN2d
SEX	0,3291	0,3067	0,4869	0,0018	0,4782	0,6850
AGE	0,0449	0,0673	0,0023	0,0014	0,0000	0,6639
REGION	0,0001	0,6864	0,0000	0,0000	0,0000	0,0572
DEG_URB	0,0745	0,2985	0,3589	0,0119	0,3268	0,1076
HATLEVEL	0,1008	0,2724	0,0008	0,0000	0,0000	0,0136
MAINSTAT	0,0181	0,0024	0,0000	0,0000	0,0000	0,1317
JOBSTAT	0,2506	0,0484	0,0004	0,0000	0,0000	0,6041
HHINCOME	0,1486	0,1776	0,0000	0,0000	0,0000	0,2739
HS1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,2667

Zdroj údajov: vlastné výpočty s použitím softvéru Statgraphics Centurion z databázy EHIS 2014

Faktor *pohlavie* štatisticky významne ovplyvňuje len otázku UN2b – medzi mužmi a ženami je štatisticky významný rozdiel pri nedostupnosti zubnej starostlivosti; nemohlo si ju dovoliť až 8,02 % žien, ale len 5,45 % mužov³.

Faktor *vek* štatisticky významne ovplyvňuje odpovede na otázky UN2a, UN2b a UN2c. Ukázalo sa, že finančná dostupnosť jednotlivých foriem starostlivosti je

³ Percentuálne podiely sú súčasťou výstupov zo softvéru; vzhľadom na limitovaný rozsah príspevku nie je reálne prezentovať všetky frekvenčné tabuľky.

najproblematickejšia pre vekovú skupinu 50- až 60-ročných respondentov (najvyšší podiel sa týka zubnej starostlivosti – 9,47 %), najlepšia dostupnosť je v kategórii do 20 rokov.

Faktor *kraj* (REGION) štatisticky významne ovplyvňuje odpovede na všetky otázky okrem UN1b a UN2d. Z hľadiska dlhej čakacej lehoty je na tom najhoršie Východoslovenský kraj (až pre 8,85 % respondentov je starostlivosť z tohto dôvodu nedostupná); najnižší podiel je v Stredoslovenskom kraji (4,21 %). Finančná nedostupnosť niektorej z foriem starostlivosti je najvyššia v Bratislavskom kraji (UN2a – 5,49 %, UN2b – 19,03 % a UN2c – 12,58 %). Najnižšie podiely sú v Stredoslovenskom kraji.

Faktor *stupeň urbanizácie* sa ukázal ako najmenej významný spomedzi všetkých uvažovaných faktorov. Tento výsledok je pre nás prekvapujúci najmä v súvislosti s otázkou UN1b, pretože sme očakávali, že v husto obývanej oblasti majú respondenti lepšiu dostupnosť (z hľadiska vzdialenosti a dopravy) ako v riedko obývaných oblastiach. Podiely sú síce rozdielne, ale vzhľadom na vysokú p-hodnotu nie sú štatisticky významné. Podrobnejšia analýza tohto faktora (Šoltés, Gajdošík, 2016) ukazuje aj spolupôsobenie iných faktorov, ktorých úroveň sa v jednotlivých regiónoch líšia.

Faktor HATLEVEL (*najvyššia úroveň dosiahnutého vzdelania*) štatisticky významne ovplyvnil premenné UN2a, UN2b a UN2c. Ukázalo sa, že finančná dostupnosť troch foriem starostlivosti je priamo úmerná dosiahnutému vzdelaniu respondentov. Podiel respondentov, ktorí si nemohli dovoliť zdravotnú starostlivosť, je najvyšší v skupine respondentov s nižším sekundárnym vzdelaním (4,06 %), najnižší v skupine s bakalárskym stupňom vzdelania. Podiel respondentov, ktorí si nemohli dovoliť zubnú starostlivosť, je najvyšší v skupine respondentov s primárnym vzdelaním (16,3 %), najnižší v skupine respondentov s vysokoškolským vzdelaním druhého stupňa (3,5 %). Najväčší problém s finančnou dostupnosťou liekov mali respondenti s primárnym vzdelaním (14,71 %), najmenší respondenti s bakalárskym stupňom vzdelania (1,09 %).

Faktor MAINSTAT (*respondentom uvádzaný stav z hľadiska zamestnania*) významne ovplyvnil premenné UN1b, UN2a, UN2b a UN2c. Z hľadiska nedostupnosti zdravotnej starostlivosti z dôvodu vzdialenosti alebo problémov s dopravou sú na tom najhoršie osoby s trvalým zdravotným postihnutím (3,66 %), na druhej strane v skupine študentov a osôb vykonávajúcich domáce práce je podiel 0 %. Zdravotnú starostlivosť si z finančných dôvodov nemohlo dovoliť najviac respondentov s trvalým zdravotným postihnutím (7,29 %), najnižší podiel je v skupine zamestnaných osôb (1,06 %). Najvyšší podiel respondentov, ktorí si nemohli dovoliť zubnú starostlivosť, je v skupine nezamestnaných osôb (17,89 %), najnižší podiel je medzi študentmi (3,23 %). Osoby, ktoré si nemohli dovoliť kúpiť lieky, tvoria najvyšší podiel v skupine nezamestnaných osôb (13,99 %), najnižší podiel je medzi študentmi (1,38 %).

Faktor JOBSTAT (*postavenie v zamestnaní – týka sa len zamestnaných osôb*) má vplyv na premenné UN2a, UN2b a UN2c. Najlepší výsledok je v kategórii samostatne zárobkovo činných osôb, kde sú podiely pre všetky premenné najnižšie (UN2a – 0,5 %, UN2b – 3,13 %, UN2c – 1,16 %). Najvyšší podiel tých, ktorí si nemohli dovoliť

zdravotnú starostlivosť, je v skupine osôb so stálym zamestnaním (1,15 %). U osôb s dočasným zamestnaním boli najvyššie podiely pri nedostupnosti zubnej starostlivosti (7,41 %) a nedostatku finančných prostriedkov na kúpu liekov (3,23 %).

Ako sme predpokladali, faktor HHINCOME (*čistý mesačný ekvivalentný príjem domácnosti*) štatisticky významne ovplyvnil premenné týkajúce sa nedostatku finančných prostriedkov: UN2a, UN2b a UN2c. Pre všetky tieto premenné platí, že najvyššie podiely osôb, ktoré si nemohli dovoliť jednu z foriem starostlivosti, boli v skupine ľudí s najnižšími príjmami (pod 1. kvintilom) (UN2a – 4,65 %, UN2b – 16,93 %, UN2c – 12,17 %); najnižšie podiely boli v skupine s príjmom medzi 4. a 5. kvintilom (UN2a – 0,74 %, UN2b – 3,48 %, UN2c – 1,81 %), pričom pri každej premennej sa podiely s prechodom do vyššej príjmovej skupiny znižovali.

Faktor HS1 (*všeobecný zdravotný stav vnímaný respondentom*) sa ukázal ako najvýznamnejší spomedzi všetkých uvažovaných – s výnimkou premennej UN2d totiž štatisticky významne ovplyvnil všetky premenné zo skupiny UN. Náš predpoklad, že najmenší problém s dostupnosťou zdravotnej starostlivosti majú osoby s dobrým zdravotným stavom, sa splnil. Pri všetkých premenných bol najnižší podiel v skupine osôb, ktoré svoj zdravotný stav hodnotia ako veľmi dobrý (UN1a – 3,41 %, UN1b – 0 %, UN2b – 3,84 %, UN2c – 1,88 %), resp. ako dobrý (UN2a – 0,91 %). Najvyššie podiely boli zaznamenané u osôb, ktoré hodnotia svoj zdravotný stav ako zlý (UN1a – 10,95 %, UN2b – 14,29 %, UN2c – 12,02 %), resp. veľmi zlý (UN1b – 5,88 %, UN2a – 5,63).

3. MOŽNOSTI APLIKÁCIE BAYESOVSKÝCH METÓD PRI ODHADĚ PODIELU OBYVATEĽOV SR, KTORÍ MAJÚ PROBLÉM S DOSTUPNOSŤOU ZDRAVOTNEJ STAROSTLIVOSTI

Bayesovská štatistika ([1],[2]) je vhodným nástrojom na spresnenie odhadov neznámych parametrov v prípade, ak okrem údajov z výberového zisťovania existuje ešte iný dôveryhodný zdroj informácie o odhadovanom parametri. Základný matematický rozdiel medzi klasickou induktívnou a bayesovskou štatistikou je v ponímaní odhadovaného parametra. V klasickej štatistike ho považujeme za konštantu, bayesovská štatistika k nemu pristupuje ako k náhodnej premennej (označujeme symbolom Θ), ktorej rozdelenie sa vplyvom nových informácií postupne aktualizuje. Vzťah medzi hustotou rozdelenia odhadovaného parametra a hustotou rozdelenia, z ktorého pochádza náhodný výber, definuje spojitá verzia Bayesovej vety (uvádzame jej skrátenejší tvar podľa [6]):

$$f_{\Theta}(\theta | \mathbf{x}) \propto f(\mathbf{x} | \theta) \cdot f_{\Theta}(\theta), \quad (1)$$

v ktorej jednotlivé symboly majú nasledujúci význam:

$f_{\Theta}(\theta)$ je hustota *apriórneho rozdelenia* parametra Θ , ktoré stvára informáciu o odhadovanom parametri pochádzajúcu z iného zdroja, ako je aktuálny náhodný výber,

$f(\mathbf{x} | \theta)$ je funkcia vierohodnosti ($f(x)$ je hustota rozdelenia, z ktorého pochádza náhodný výber),

$f_{\theta}(\theta | \mathbf{x})$ je hustota aposteriórneho rozdelenia, ktoré je výsledkom aktualizácie apriórneho rozdelenia na základe údajov z náhodného výberu.

Vzťah (1) teda vyjadruje fakt, že hustota aposteriórneho rozdelenia je proporcionálna súčinu hustoty apriórneho rozdelenia a funkcie vierohodnosti. Aposteriórne rozdelenie je podkladom na induktívne závery o odhadovanom parametri.

Ak sú apriórne a aposteriórne rozdelenia rovnakého typu, voláme ich *konjugované* rozdelenia k rozdeleniu, z ktorého pochádza náhodný výber. Spolu s výberovým rozdelením tvoria tzv. *konjugovaný systém* (conjugate family). Existencia konjugovaných rozdelení značne zjednodušuje výpočty, pretože pre veľkú časť z nich boli odvodené vzorce, pomocou ktorých možno vypočítať parametre aposteriórneho rozdelenia pomocou parametrov apriórneho rozdelenia a niektorých výberových charakteristík. Najviac využívanými konjugovanými systémami sú binomické/beta, Poissonovo/gama a normálne/normálne. My sa budeme venovať prvému z nich, preto uvedieme základné fakty a súvislosti medzi nimi.

V konjugovanom systéme binomické/beta predpokladáme, že výber pochádza z binomického rozdelenia, v ktorom odhadujeme parameter π . Ak apriórnym rozdelením tohto parametra je beta rozdelenie s parametrami α, β , tak aposteriórne rozdelenie tohto parametra je tiež rozdelenie typu beta, pričom pre jeho parametre α', β' platia vzťahy (uvedené v [6])

$$\alpha' = \alpha + x \quad (2)$$

$$\beta' = \beta + n - x, \quad (3)$$

v ktorých n označuje počet pokusov (rozsah výberového súboru) a x je počet pokusov, pri ktorých nastala sledovaná udalosť (počet štatistických jednotiek s určitou vlastnosťou). Bayesovským bodovým odhadom podielu (parametra π) je stredná hodnota aposteriórneho rozdelenia

$$E(\pi | \mathbf{x}) = \frac{\alpha + x}{\alpha + \beta + n}. \quad (4)$$

Intervalový odhad možno stanoviť viacerými spôsobmi; najjednoduchšie je za hranice intervalu určiť kvantily aposteriórneho rozdelenia $\pi | \mathbf{x} \frac{\alpha}{2}$ a $\pi | \mathbf{x} \frac{1-\alpha}{2}$ zodpovedajúce zvolenej spoľahlivosti $1 - \alpha$.

Naším cieľom bolo odhadnúť podiely osôb, ktoré si nemôžu dovoliť zdravotnú starostlivosť, presnejšie, ako sme to urobili v časti 2. Preto sme do analýzy popri údajoch z výberového zisťovania EHIS zaradili aj údaje z výberového zisťovania EU SILC, ktoré sme využili ako apriórnu informáciu⁴. V časti P (Personal data) sú otázky, ktorými sa tiež zisťuje miera dostupnosti zdravotnej starostlivosti a hlavné príčiny, pre ktoré nebola niektorá z foriem starostlivosti poskytnutá. Formulácia

⁴ V [4] autori využili databázu EU SILC na analýzu nedostupnosti zdravotnej starostlivosti v súvislosti so systémom zdravotnej starostlivosti v krajinách Európskej únie.

a logická postupnosť otázok je však odlišná ako v dotazníku EHIS, preto sme mohli využiť len niektoré z nich. Konkrétne sme sa zaoberali týmito otázkami:

PH040: Nenaplnená potreba medicínskeho vyšetrenia alebo liečby počas posledných 12 mesiacov.

PH050: Hlavný dôvod pre nenaplnenie potreby medicínskeho vyšetrenia alebo liečby.

PH060: Nenaplnená potreba zubného vyšetrenia alebo liečby počas posledných 12 mesiacov.

PH070: Hlavný dôvod pre nenaplnenie potreby zubného vyšetrenia alebo liečby.

Pri otázkach PH040 a PH060 si respondenti mohli vybrať z dvojice odpovedí „áno“ (bola aspoň jedna taká situácia) alebo „nie“ (nebola žiadna taká situácia). Odpovede na otázky PH050 a PH060 si respondenti vybrali z nasledujúcich možností:

- 1 nemohli ste si to dovoliť (príliš drahé)
- 2 poradovník
- 3 nemohli ste sa uvoľniť kvôli práci, starostlivosti o deti alebo iné
- 4 museli by ste cestovať príliš ďaleko, nemali by ste sa tam ako dopraviť
- 5 strach z lekára (zubára)/nemocníc/vyšetrení/liečby
- 6 chceli ste počkať a zistiť, či sa problém nezlepší (nevyrieši sám)
- 7 nepoznali ste dobrého lekára/špecialistu
- 8 iné príčiny

Je zrejmé, že uvedené poradie a formulácia otázok delí respondentov na iné skupiny, ako je to v prípade zisťovania EHIS, takže vypočítané podiely by boli neporovnateľné a neprispeli by tak k spresneniu odhadov vypočítaných v časti 2.

Po logickej analýze otázok v obidvoch zisťovaniach sme našli indikátor, ktorý má rovnaký obsah v obidvoch zisťovaniach: zaoberali sme sa podielom respondentov, ktorých potreba zdravotnej starostlivosti nebola naplnená z niektorej (práve z jednej) z nasledujúcich príčin: nemohli si to dovoliť (1), poradovník (2) alebo by museli cestovať príliš ďaleko a nemali sa tam ako dopraviť (4). Uvažované podiely sa týkajú všetkých oslovených respondentov, pretože ponuka odpovedí v EU SILC neobsahuje možnosť „nepotreboval som“.

Stanovený indikátor z údajov zisťovania EHIS vypočítame ako podiel tých respondentov (zo všetkých), ktorí (práve) v jednej z otázok UN1a, UN1b a UN2a odpovedali „áno“. Ukázalo sa, že takýchto respondentov je spolu 292 ($x = 292$) z celkového počtu 5 490 ($n = 5490$) respondentov; výberový podiel má teda hodnotu 0,0541 (5,41 %).

Z údajov zisťovania EU SILC mu zodpovedá podiel tých respondentov, ktorí na otázku PH040 odpovedali „áno“ a v otázke PH050 zvolili jednu z možností (1), (2) alebo (4). Na modelovanie apriórneho rozdelenia sme využili údaje zo zisťovaní z rokov 2005 – 2015, ktoré sú v tabuľke č. 3.

Vypočítané podiely sme použili na modelovanie apriórneho beta rozdelenia. Metódou maximálnej vierohodnosti sme odhadli jeho parametre: $\alpha = 15,466$, $\beta = 746,788$ a pomocou Kolmogorovovho-Smirnovovho testu sme overili vhodnosť

navrhnutého rozdelenia. Výsledok testu je na obrázku 1 (výstup zo Statgraphics Centurion).

Tabuľka č. 3: Počty respondentov, ktorí si pri výberovom zisťovaní EU SILC na otázku PH050 zvolili jednu z možností (1), (2) alebo (4) v rokoch 2005 – 2015

ROK	(1)	(2)	(4)	(1) + (2) + (4)	Počet respondentov	Výberový podiel
2005	324	44	24	392	12 868	0,030463
2006	278	42	33	353	12 630	0,027949
2007	109	46	18	173	12 570	0,013763
2008	67	71	41	179	13 645	0,013118
2009	84	81	60	225	13 580	0,016568
2010	80	101	47	228	13 907	0,016395
2011	89	149	43	281	13 261	0,021190
2012	112	135	35	282	13 502	0,020886
2013	92	135	23	250	13 044	0,019166
2014	114	130	32	276	13 187	0,020930
2015	102	154	52	308	13 535	0,022756

Zdroj údajov: vlastné výpočty z databázy EU SILC 2005 – 2015

Obrázok č. 1: Výstup z procedúry Distribution Fitting softvéru Statgraphics Centurion

Goodness-of-Fit Tests for podiely

Kolmogorov-Smirnov Test

	Beta
DPLUS	0,126352
DMINUS	0,123817
DN	0,126352
P-Value	0,994681

Zdroj: Statgraphics Centurion, vlastné výpočty

Vysoká p-hodnota jednoznačne potvrdzuje vhodnosť navrhnutého rozdelenia, preto ho možno použiť ako apriórne rozdelenie na bayesovský odhad podielu. Pomocou vzťahov (2) a (3) sme vypočítali parametre aposteriórneho beta rozdelenia:

$$\alpha' = 15,466 + 297 = 312,466$$

$$\beta' = 746,788 + 5490 - 297 = 5939,788$$

Bayesovským bodovým odhadom podielu je stredná hodnota tohto aposteriórneho rozdelenia, ktorú sme vypočítali pomocou vzťahu (4):

$$\hat{\pi}_B = E(\pi / \mathbf{x}) = \frac{15,466 + 297}{15,466 + 746,788 + 5490} = 0,04998 = 5 \%$$

Vypočítaný podiel 5 % je kompromisom medzi dvomi vstupnými informáciami: výberovým podielom 5,41 % a podielom, ktorý možno stanoviť len na základe apriórneho rozdelenia – jeho stredná hodnota je 0,0203 = 2,03 %. Údaje z výberového zisťovania EU SILC tak skorigovali pôvodný odhad smerom dolu.

Napriek tomu však tento výsledný podiel považujeme za vysoký – znamená, že takmer každý dvadsiaty obyvateľ Slovenskej republiky nemá uspokojenú potrebu

zdravotnej starostlivosti z niektorého z troch predtým uvedených dôvodov. Aj keď len v otázke UN2a je dôvodom neuspokojenia potreby zdravotnej starostlivosti priamo nedostatok finančných prostriedkov, aj otázky UN1a (príliš dlhá čakacia lehota) a UN2a (príliš veľká vzdialenosť od poskytovateľa, problémy s dopravou) majú istý sociálny podtón. Obidve uvedené prekážky by sa do určitej miery dali prekonať, ak by bola k dispozícii dostatočná finančná suma. Navyše prispôbením analýzy možnostiam odpovedí vo výberovom zisťovaní EU SILC sa odhadnuté podiely týkajú všetkých obyvateľov, teda nielen tých, ktorí zdravotnú starostlivosť naozaj potrebujú. Vzhľadom na zastúpenie jednotlivých odpovedí vo výberovom zisťovaní EHIS možno predpokladať, že takýto podiel by bol aspoň o 20 % vyšší.

Pomocou aposteriórneho rozdelenia môžeme analyzovaný podiel odhadnúť aj pomocou intervalu spoľahlivosti. Pre 95-percentnú spoľahlivosť sú hranicami intervalu zodpovedajúce kvantily aposteriórneho rozdelenia: dolná hranica je $\pi / \mathbf{x}_{0,025} = 0,0447$ a horná $\pi / \mathbf{x}_{0,975} = 0,0555$. (Na porovnanie: interval spoľahlivosti vypočítaný len z apriórneho rozdelenia má hranice 0,0115 a 0,0314 a klasický interval spoľahlivosti vypočítaný z výberových údajov (EHIS) má hranice 0,0481 a 0,0601. Obidva tieto intervaly sú širšie v porovnaní s bayesovským intervalom: interval z apriórneho rozdelenia má rozpätie 0,0199, klasický interval 0,012 a bayesovský len 0,0108. Bayesovský interval tak poskytuje najpresnejší odhad.)

4. ZÁVER

Nedostupnosť zdravotnej starostlivosti (najmä z finančných, ale aj z iných dôvodov) možno oprávnene považovať za indikátor chudoby a sociálneho vylúčenia. Pomocou údajov z výberového zisťovania EHIS 2014 sme odhadli, že až 6,26 % tých obyvateľov Slovenskej republiky, ktorí potrebujú zdravotnú starostlivosť, ju nedostanú z dôvodu príliš dlhej čakacej lehoty, 1,42 % z dôvodu príliš veľkej vzdialenosti od poskytovateľa zdravotnej starostlivosti a 2,21 % preto, že si ju nemôžu dovoliť. Nedostatok finančných prostriedkov je aj hlavnou príčinou, pre ktorú 6,95 % obyvateľov nedostáva potrebnú zubnú starostlivosť, 4,89 % obyvateľov sa nedostane k predpísaným liekom a 1,8 % má nenaplnenú potrebu starostlivosti o duševné zdravie napriek tomu, že uvedené formy starostlivosti podľa vlastného vyjadrenia naozaj potrebujú.

Analýza faktorov ovplyvňujúcich nedostupnosť jednotlivých foriem starostlivosti preukázala, že tento problém sa týka najmä najzraniteľnejších skupín obyvateľstva – starších ľudí, ľudí so zlým zdravotným stavom, s trvalým zdravotným postihnutím, nízkym stupňom vzdelania a nízkymi príjmami. V mnohých prípadoch je podiel ľudí s neuspokojenou potrebou zdravotnej starostlivosti v týchto skupinách vyšší ako 10 %. Táto situácia si rozhodne vyžaduje pozornosť kompetentných orgánov. Je žiaduce prijať také opatrenia, ktoré by práve takýmto znevýhodneným skupinám zlepšili dostupnosť zdravotnej starostlivosti.

Na spresnenie odhadov z výberového zisťovania EHIS sme využili aj databázu z výberových zisťovaní EU SILC za roky 2005 – 2015, z ktorých sme modelovali apriórnu situáciu ako podklad na bayesovský odhad analyzovaných podielov. Podrobnou analýzou znenia otázok v obidvoch výberových zisťovaniach sme však nenašli širšie spektrum porovnateľných množín respondentov (a z nich vypočítaných podielov), preto sme sa sústredili len na odhad podielu respondentov, ktorí nedostali zdravotnú starostlivosť z jedného z trojice dôvodov: príliš dlhá čakacia lehota, príliš

veľká vzdialenosť od poskytovateľa, nedostatok financií. Využitie apriórnej informácie spôsobilo korekciu pôvodného podielu (5,41 %) smerom nadol na hodnotu 5,00 %. Výsledný podiel však aj tak považujeme za príliš veľký. Ak z aktuálneho počtu obyvateľov Slovenskej republiky (cca 5 400 000) približne 84,7 % má vek aspoň 15 rokov (tak ako respondenti zisťovania EHIS), ide o vyše 220-tisíc ľudí, pre ktorých je niektorá z foriem zdravotnej starostlivosti nedostupná z dôvodov, ktoré možno zlepšením ich sociálnej situácie eliminovať.

Niektoré výsledky, ktoré sa v tomto príspevku prezentujú, sa môžu javiť ako prekvapujúce alebo ako málo pravdepodobné. Treba si však uvedomiť, že všetky odhady boli stanovené na základe unikátneho zisťovania (EHIS 2014), v ktorom sa pohľad na dostupnosť zdravotnej starostlivosti prezentuje výlučne z pohľadu prijímateľov zdravotnej starostlivosti. Porovnateľná databáza údajov (z hľadiska kvality, metodiky zisťovania a rozsahu) neexistuje, a preto aj závery našej analýzy nemožno konfrontovať s publikáciami venujúcimi sa danej problematike.

Pri aplikácii bayesovských metód na odhad podielov obyvateľov s neuspokojenou potrebou zdravotnej starostlivosti sa ukázalo, že presná formulácia a poradie otázok zohráva kľúčovú úlohu pri výsledkoch zisťovania. V dvoch použitých zdrojoch (EHIS 2014 a EU SILC) boli skupiny otázok venujúcich sa problematike odlišne sformulované, čo mohlo do určitej miery ovplyvniť veľkosť zodpovedajúcich podielov. Rozdiely v logickej štruktúre otázok pri týchto zisťovaniach nám neumožnili využitie bayesovského prístupu v takom rozsahu, ako sme pôvodne zamýšľali.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA 1/0548/16 Pokrok SR pri napĺňaní stratégie EURÓPA 2020 v oblasti znižovania chudoby a sociálneho vylúčenia.

LITERATÚRA

- [1] BERNARDO, JOSÉ M. – SMITH, ADRIAN F. M.: Bayesian theory. 2. edition, Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2000. 640 p. ISBN 978-0-471-49464-5.
- [2] BOLSTAD, W. M.: Introduction to Bayesian statistics. 2. edition. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2007. 437 p. ISBN 978-0-470-14115-1.
- [3] Eurostat. European Health Interview Survey (EHIS wave 2)-Methodological manual. 2013. (Working paper No. KS-RA-13-018-EN-N).
- [4] CHAUPMAN-GUILLOT, S. – GUILLOT, O.: Health system characteristics and unmet care needs in Europe: an analysis based on EU-SILC data. In: European Journal of Health Economics, 2015, No 7, p. 781-796.
- [5] MUŽIK, R. – SZALAYOVA, A.: Measuring Waiting Times in Slovakia. In: Proceedings of the 17th International Conference on Current Trends in Public Sector Research. Slapanice, Czech Republic: Masarykova univ., 2013, p. 66-74.
- [6] PACÁKOVÁ, V. a kol.: Štatistická indukcia pre ekonómov. 1. vyd. Vydavateľstvo EKONÓM, 2012. 362 s. ISBN 978-80-225-3382-9.
- [7] ŠOLTÉS, E. – GAJDOŠÍK, M.: Dopad revízie depriváčnych položiek na hodnotenie materiálnej deprivácie slovenských domácností na základe databázy EU SILC 2014. In: Ekonomika a informatika, 2016, č. 2, s. 178 – 196.
- [8] http://www.healthpowerhouse.com/media/prerelease/EHCI_2015_media.pdf. (posledný prístup k 30. 1. 2017).

[9] http://www.statistics.sk/pls/elisw/objekt.sendName?name=m_silk
(posledný prístup k 10. 3. 2017).

RESUME

The article deals with estimating a proportion of the Slovak population with unmet needs for health care for reasons closely associated with their social situation.

The first section of the paper analyses the EHIS survey data, in which the availability of different types of health care is monitored from the recipients' perspective. In addition to proportion estimates some relevant factors determining the degree of health care availability were identified: sex, age, region, educational attainment, health status, employment status and income level. For each factor, the variations with the highest and with the lowest proportion of people with unmet needs for health care are indicated.

In the second section of the paper, in order to make more precise estimates, the Bayesian approach is applied, using more than one source of information. Therefore, the data from the EU SILC survey were included in the analysis by means of which the a priori information (for Bayesian estimation, the conjugate family beta-binomial) was modelled. Considering the different sequence and the logical interconnection of questions in both surveys, it was not possible to use a Bayesian approach for the entire spectrum of proportions from the first section. Therefore, we used this technique to estimate only the proportion of those people for whom the medical care was not available for one of these three reasons: lack of financial resources, too long waiting time and too long distance from the health care provider. By using the Bayesian approach, the proportion was partially reduced and became more precise.

PROFESIJNÝ ŽIVOTOPIS

RNDr. Eva Kotlebová, PhD., je absolventkou Matematicko-fyzikálnej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave (vedecký smer matematika – teória systémov). Po ukončení vysokoškolského štúdia bola tri roky na študijnom pobyte na Katedre štatistiky Fakulty riadenia Vysokej školy ekonomickej v Bratislave. Potom pôsobila niekoľko rokov ako stredoškolská učiteľka matematiky na gymnáziu v Bratislave. Od roku 2003 pracuje na Katedre štatistiky Fakulty hospodárskej informatiky v Bratislave. V roku 2008 ukončila doktorandské štúdium. Venuje sa štatistickej indukcii, bayesovskej štatistike a aplikácii štatistických metód v poisťovníctve.

KONTAKT

eva.kotlebova@gmail.com