

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra statistiky



Teze diplomové práce

**Statistická analýza demografického vývoje v
Latinské Americe**

Autor: Aneta Burdová

Vedoucí práce: Vostrá Vydrová Hana, Ing.

©2015 ČZU v Praze

Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá problematikou demografického vývoje v Latinské Americe s využitím základních statistických analytických metod pro populační projekce. V teoretické části je nejprve osvětlen samotný termín Latinská Amerika následovaný částí zaměřenou na vědní obor demografie a základní demografické ukazatele. Dále se teoretická část této diplomové práce zaměřuje na významnou demografickou událost - demografickou revoluci. Demografická revoluce začala ve vyspělých zemích dříve a napomohla ke stabilizaci populací těchto zemí. Země Latinské Ameriky vstoupily do tohoto procesu později a aktuálně sice mají nižší míru úmrtnosti, ale stále vysokou míru porodnosti, což zapříčiňuje neustálý nárůst populace. Zároveň se zvyšuje podíl počtu obyvatel tohoto regionu na světové populaci. Analytická část obsahuje dva matematické modely, které jsou užity k vytváření krátkodobých demografických prognóz. Nejdříve byly provedeny vlastní matematické úpravy a dále vlastní populační odhady jednotlivých zemí Latinské Ameriky a populační odhad pro celou latinskoamerickou oblast. Populační predikce byly vytvářeny za pomoci matematicko-statistického počítačového programu Matlab. Jako první model je využit hyperbolický růst a jako druhý pak logistický růst. Oba tyto modely poskytují populační odhady pro každou zemi Latinské Ameriky. V závěru práce jsou vytvořené předpovědi porovnány s projekcemi Hospodářské komise pro Latinskou Ameriku a Karibik (ECLAC) a regionální komise Organizace spojených národů.

Klíčová slova

Demografie; demografické ukazatele; Latinská Amerika; populační růst; sčítání lidu; předpověď.

Cíl

Hlavním cílem této diplomové práce je kvantitativně posoudit možné scénáře vývoje počtu obyvatel v Latinské Americe vycházející z předpovědí klasických více či méně sofistikovaných modelů (které neberou v úvahu stáří obyvatelstva) a sofistikovaných modelů od organizace Hospodářské komise pro Latinskou Ameriku a Karibik (ECLAC).

Dílčím cílem této práce je najít vhodný model (funkci) pro předpověď vývoje počtu obyvatel jednotlivých zemí Latinské Ameriky jakožto oblasti, která se řadí k regionům méně rozvinutých zemí, jejichž populace nejvíce ovlivňují veškerý vývoj počtu světového obyvatelstva.

Dále se v práci uvádí predikce pocházející od Organizace spojených národů (OSN, ECLAC); tyto predikce se řídí mezinárodními metodami a standardy, které byly vytvořeny k možnosti srovnávání mezi zeměmi celého světa. Dalším dílčím cílem je tedy studium cizojazyčné literatury, která objasňuje principy těchto mezinárodních metod a standard, kterými se celosvětově uznávané predikce řídí. V závěru práce je zacíleno na polemiku nad vlastními a výše uvedenými predikcemi.

Metodika

Teoretický základ

Tato práce se zaměří především na modely (hyperbolický a logistický), které vycházejí z publikace Demografické metody a analýzy od autorek Renaty Klufové a Zuzany Polákové vydané v roce 2010, a to především na krátkodobou predikci vývoje.

V klasických modelech není bráno v úvahu rozložení stáří obyvatelstva, jež se nepochybně odvíjí od nejrůznějších faktorů záviselých především na nynější kvalitě života obyvatelstva a životním prostředí.

Tato práce je také polemikou nad výběrem dat, z nichž následně budou vypočteny parametry použitého klasického modelu a vliv tohoto výběru dat na získanou predikci.

Referenční křivkou vývoje, vůči níž budou klasické modely posuzovány, jsou údaje od organizace ECLAC (Statistical Yearbook for Latin America and the Caribbean, 2014), přístupné v ECLAC databázi a statistickém publikačním portálu (CEPALSTAT), avšak i predikce od zmíněné organizace v některých případech vykazují prudkou změnu vývoje, proto je na místě jistá opatrnost k tomuto modelu jakožto referenci.

Součástí práce je též výběr prostředí, v němž jsou analýzy a predikce vývoje obyvatelstva provedeny včetně implementace klasických modelů. Ke zpracování dat bude využito integrované prostředí pro vědeckotechnické výpočty a modelování – Matlab.

Zpracování vybraných modelů a odůvodnění

V této diplomové práci budou podrobně rozebrány dva modely růstu počtu obyvatel pro každou ze zemí Latinské Ameriky a posléze budou tyto modely užity i na popis vývoje počtu obyvatel na celém kontinentu. Parametry hyperbolického rozdělení budou hledány z dat uvedených ve statistických ročenkách organizace Hospodářské komise pro Latinskou Ameriku a Karibik (ECLAC), v potaz budou brána data z let 1974-2013. Koeficienty zmíněného rozdělení budou hledány dvěma metodami: pomocí odhadu a dále nelineární regresní analýzou, ke které budou s výhodou použity některé nástroje matematického softwaru Matlab.

Jako druhý model bude použita logistická křivka, kterou v jisté modifikaci též používá ke svým analýzám výše zmíněná organizace ECLAC. Logistická křivka s koeficienty získanými odhadem bude vykazovat poměrně dobrou shodu s historickými daty o počtu obyvatel, a proto nebudou tyto koeficienty souběžně hledány regresní analýzou, a to i z toho důvodu, že jak bude zjištěno, tato metoda nezaručí realističtější predikci (viz případ hyperbolického růstu).

Závěr

Latinská Amerika je oblastí, která na sebe z demografického hlediska strhává velkou pozornost. Tento zájem přišel především s nástupem tzv. demografické revoluce, což je proces, který hýbe se strukturou společností. Právě země, které prochází počátečními fázemi této revoluce, hýbou s celosvětovými počty obyvatel. Fenomén demografické revoluce často doprovází celkovou modernizaci společností ve světě. Během ní je postupně v několika fázích pozorován pokles úrovně jak porodnosti, tak úmrtnosti. Klesá míra úmrtnosti matek při porodu i samotných novorozenců, dále klesá i úmrtnost celková, což je přisuzováno především pokroku, neboli již zmíněné modernizaci (například ve zdravotnictví). V latinskoamerických společnostech v rámci této revoluce dochází i k novému chápání rodiny. Poklesem porodnosti a úmrtnosti pomalu ale jistě přichází nový trend, který je s počátkem 21. století pozorován v rozvinutých regionech; a tedy celkové stárnutí populace. Veškeré výše zmíněné jevy na sebe poutají pozornost celé řady vědců, mezi nimiž jsou demografové jen kapkou v moři.

V praktické části byly kvantitativně posouzeny možné scénáře vývoje počtu obyvatel v Latinské Americe vycházející předpovědi klasických více či méně sofistikovaných modelů (které neberou v úvahu stárnutí obyvatelstva) a sofistikovaných modelů od organizace Hospodářské komise pro Latinskou Ameriku a Karibik (ECLAC).

Za určitých předpokladů by bylo možné použít pro konstrukci předpovědi budoucího počtu obyvatel matematické modely populačního růstu, jsou to totiž křivky s explicitním matematickým předpisem. Skutečná velikost populace v čase je nahrazována průběhem těchto funkcí, a tak bylo úkolem této práce najít vhodný model (funkci) pro předpověď vývoje

počtu obyvatel jednotlivých zemí. Mezi tyto funkce patří geometrický růst, exponenciální růst, logistický růst, Gompertzova křivka a hyperbolický růst.

Pro účely práce byly však vybrány pouze dva modely. Jelikož neexistuje pravidlo, které by jednoduše vymezovalo možnosti použití daných modelů, nezbývalo než soudit vhodnost modelu až po jeho aplikaci. Z tohoto důvodu byla volba modelů spíše intuitivní a opírala se o skutečnost, že prudký růst počtu obyvatel proběhl již v minulém století v prvním období demografické revoluce. Což vedlo autora k vyloučení geometrického a exponenciálního růstu, neboť se od nich očekávalo, že budou predikovat rychlý expanzivní budoucí vývoj. Jelikož ani křivky hyperbolického růstu nemají pomyslné maximum, bylo jejich užití diskutabilní. Byl očekáván nepředvídatelný nárůst v horizontu několika málo let, jak bylo i následně potvrzeno. Koeficienty hyperbolického růstu byly hledány dvěma metodami a to pomocí odhadu a dále nelineární regresní analýzou, k čemuž byly svýhodou použity některé nástroje matematického softwaru Matlab.

Po náležitých matematických úpravách byly vytvořeny za pomoci programu Matlab tři různé křivky postupně pro dvacet zemí Latinské Ameriky. Jedna křivka zachycovala hodnoty a prognózy vytvořené organizací ECLAC, další vykreslovala autorův odhad a poslední byla zpracována programem Matlab na základě nelineární regrese, tedy metodou nejmenších čtverců. U hyperbolického modelu se autor práce přesvědčil, že vykreslená křivka hyperbolického růstu, jehož parametry byly zjištěny nelineární metodou nejmenších čtverců, fungovala při modelování části dat, která byla již známa, tedy v rozmezí let 1974 až 2013, nefungovala však pro prognózování do budoucnosti. Ve dvou případech dokonce takto vytvořená křivka naprosto selhala, a to u zemí Kuba a Uruguay, u těchto zemí byla křivka konstantní.

Autor měl dále vedle geometrického a exponenciálního růstu na výběr Gompertzovu křivku a růst logistický. Gompertzova křivka je sofistikovaný, ale o to obtížnější matematický model, jejíž předpis obsahuje čtyři neznámé parametry. K nalezení těchto parametrů by bylo zapotřebí řešit soustavu čtyř nelineárních rovnic o čtyřech neznámých, což by i v případě numerického nástroje Matlab mohlo být značně obtížné, a proto ji autor vynechal.

V této práci je proto jako druhý model použita zbývající logistická křivka, kterou v jisté modifikaci (4 parametry) též používá ke svým analýzám výše zmíněná organizace ECLAC. Koeficienty logistického rozdělení bylo možné získat buď pomocí nelineární regrese, anebo pomocí hrubého odhadu parametrů či nějakými sofistikovanými metodami. V této diplomové práci byl zvolen odhad, který vychází z analogie řešení soustav pomocí dosazovací metody tří rovnic o třech neznámých. Logistická křivka s koeficienty získanými odhadem vykazovala poměrně dobrou shodu s historickými daty (1974-2013) o počtu obyvatel, a tak nebyly tyto koeficienty souběžně hledány regresní analýzou, a to i z toho důvodu, že jak již bylo zjištěno, tato metoda nezaručila realističtější predikci (viz případ hyperbolického růstu).

Po zmíněných matematických úpravách následovalo modelování dvou predikčních křivek, pro jejich zpracování byly záměrně zvoleny údaje celkového počtu obyvatel pro roky 1974, 1994 a 2014 (ač byly údaje dostupné od roku 1950, nebyly brány v potaz, z důvodu extrémních výkyvů počtu obyvatel mezi roky 1950-1974, což nejpravděpodobněji zapříčinily první fáze demografické revoluce). První křivka byla opět predikční křivka organizace ECLAC a druhá křivka byla autorovým odhadem založeným na logistickém růstu. Z těchto dvou křivek byl pro každou ze zemí vypočítán průměrný možný pětiroční přírůstek v rozmezí let 2015 až 2050.

Ukázalo se, že je pro prognózování počtu obyvatel na velkých územních celcích vhodnější model logistického růstu než model hyperbolického růstu. V jednom případě (Ekvádor) se podařilo vytvořit prognózy téměř dokonale identické, v dalších šesti případech (Argentina, Mexiko, Kolumbie, Dominikánská republika, Paraguay a Haiti) byly prognózy

opět téměř identické, avšak bylo možné u nich vypočítat rok, od kdy se prognózy mírně odlišovaly. Ve zbylých 13 případech bylo dle autora 10 prognóz, vytvořených pomocí odhadu pravděpodobnějších než ty, které byly vytvořeny organizací ECLAC. Ve zbylých třech případech autorův odhad však selhal, spatřujeme ve dvou případech podobnost s lineárním růstem (přímka) a v posledním případě nevysvětlitelný prudký nárůst. Lze tak vyvodit závěr, že z 20 autorem vytvořených prognóz jen 3 nevyhovují. Prognóza vytvořená pomocí odhadu 3 parametrů logistického růstu je tak z 85% úspěšná.

Pokud by zmíněné prognózy byly jen z části pravdivé, měla by se celosvětová společnost zamyslet nad, zdá se, neodvratnou hrozbou vyčerpání neobnovitelných přírodních zdrojů.

Pravdou je, že pravděpodobně největší celkový přírůstek počtu obyvatel má světová populace již za sebou a novým trendem bude celosvětové stárnutí obyvatelstva, avšak bez řešení otázky čerpání neobnovitelných přírodních zdrojů se bude tento fakt zdát zástupným.

Seznam použitých zdrojů

Bibliografie

KALIBOVÁ K. *Úvod do demografie*. Praha: Karolinum, 2001. ISBN 80-246-0222-9.

KLUFOVÁ R. POLÁKOVÁ Z. *Demografické metody a analýzy: Demografie české a slovenské populace*. Praha: Wolters Kluwer ČR. 308 s.

PAVLÍK, Z. *Nástin populačního vývoje světa*. 1. vyd. Praha, Nakl: Československé akademie věd, 1964, 307 s.

Population Reference Bureau. *2008 World Population Data Sheet*. Washington, 2008, č. 1, s. 16. Dostupné z: http://www.prb.org/pdf08/08wpds_eng.pdf ISSN 0085-8315.

VALLIN J. *Světové obyvatelstvo*. Academia. Praha, 1992, 148 s. ISBN 80-200-0437-8.

Internetové zdroje

United States Census Bureau. *International Data Base Population Estimates and Projections Methodology*. 2013, č. 1. Dostupné z: <http://www.census.gov/population/international/data/idb/estandproj.pdf#page=35>

OSN. ECLAC: *CELADE - Population Division of ECLAC* [online]. Santiago, Chile, 2013 [cit. 2015-01-24]. Dostupné z: http://www.cepal.org/celade/proyecciones/basedatos_BD.htm

ECLAC: Population projection. *Demographic trends in Latin America*. 2007, č. 3, s. 23. Dostupné z: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/0/32650/od-3-demographic.pdf>

UNITED NATIONS, ECLAC. *Statistical Yearbook for Latin America and the Caribbean* [online]. 2014 [cit. 2015-01-30]. Dostupné z: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37647/S1420569_mu.pdf?sequence=1

WORLD BANK. World Development Indicators Database. [online]. Washington, 2014 [cit.2014-03-02]. Dostupné z: www.worldbank.org/data