VLIV VELIKOSTI OBCE NA TRŽNÍ CENY RODINNÝCH DOMŮ

Martin Cupal[1]

Abstrakt

Princip tvorby tržní ceny nemovitosti je sice založen na tržní nabídce a poptávce, avšak tento trh je značně nedokonalý. Nejvíce ovlivňuje tržní cenu nemovitosti její poloha. Na dvou krajích v České republice byl zobrazen lineárním regresním modelem vliv velikosti obce na tržní ceny rodinných domů. Výsledný vypočtený model ukazuje vzájemnou závislost těchto dvou veličin a umožňuje numerické využití zejména při stanovování tržní ceny porovnávací metodikou.

ÚVOD

Při určování tržní ceny je třeba zohledňovat různé vlivy. Mezi nejdůležitější patří poloha nemovitosti. Pro kvantifikaci těchto vlivů na výpočet tržní ceny je vhodné využívat statistických metod. Pro odhadnutí závislosti tržní ceny na velikosti obce lze použít lineární regresní model.

CHARAKTERISTIKA TRHU NEMOVITOSTÍ A JEHO SPECIFIKA

Při oceňování nemovitostí nás zpravidla nejvíce zajímají dva typy cen, a to cena obvyklá (též obecná, tržní) nebo cena úřední (též administrativní), která se stanoví na základě zvláštního předpisu (zákon č. 151/1997 Sb.,o oceňování majetku a vyhláška 540/2002 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení tohoto zákona). Základním předpisem, který vymezuje tyto pojmy je zákon č. 526/1990 Sb., o cenách, jenž v § 1 odst. 2 stanovuje:

Cena je peněžní částka:

- sjednaná při nákupu a prodeji zboží podle §§ 2 až 13 nebo
- podle zvláštního předpisu (viz. výše) k jiným účelům než k prodeji

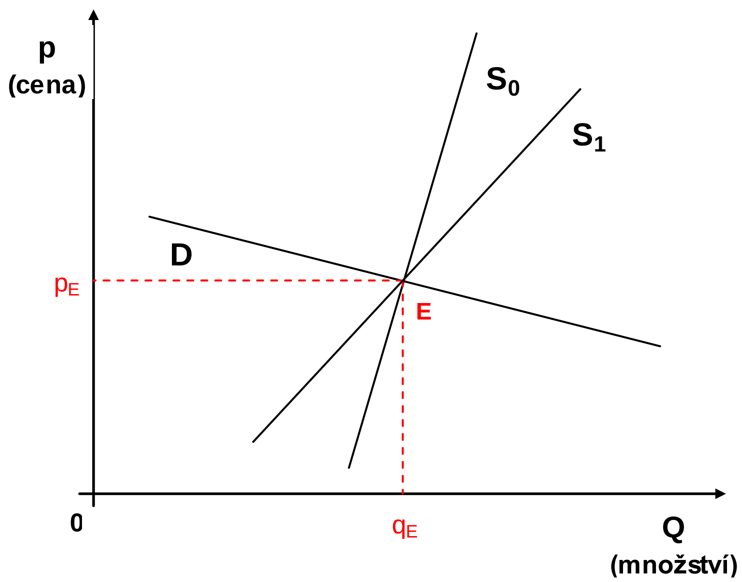
Cena tržní se většinou zjišťuje porovnáním s již realizovanými prodeji podobných věcí, které se uskutečnily v určitém místě a čase. Hraje zde pochopitelně roli dostupnost, relevance a věrohodnost informací. Mělo by se také jednat o statisticky významný soubor informací, poněvadž v opačném případě by měl výsledek velmi nízkou vypovídací schopnost a bylo by na místě zvolení jiné metodiky.

Tržní cena nemovitosti však vzniká na trhu stejně jako ostatní statky, ovšem tento trh má řadu svých specifik. Pořád však platí základní aspekty pro stanovení rovnovážné ceny trhu. Především je to střet nabídky s nemovitostmi (hojně reprezentované realitními kancelářemi) a poptávky po nemovitostech. U nemovitostí je postup zpravidla takový, že nabídková cena má vytvořit shora ohraničený interval, ve kterém se bude pohybovat cena při obchodování, a jeho horní mez je právě tvořena hodnotou nabídkové ceny. Ceny inzerované k prodeji jsou tedy převážně vždy vyšší, než jaké budou nakonec dosaženy. Pro realitní

[1] Cupal, Martin, Ing. et Bc. – Ústav soudního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Údolní 244/53, 602 00 Brno, martin.cupal@usi.vutbr.cz

nabídku v podstatě platí kritérium, že cena odhadované nemovitosti nemůže být větší než cena stejné nemovitosti inzerované k prodeji. Tedy nabídková cena takto stanovená pak buďto klesá ještě v nabídce anebo se domluví až cena prodejní stejná nebo nižší. Zde se vychází z předpokladu, že vyšší cenu prodeje, než byla nabídková cena, by za standardních podmínek málokdo akceptoval.

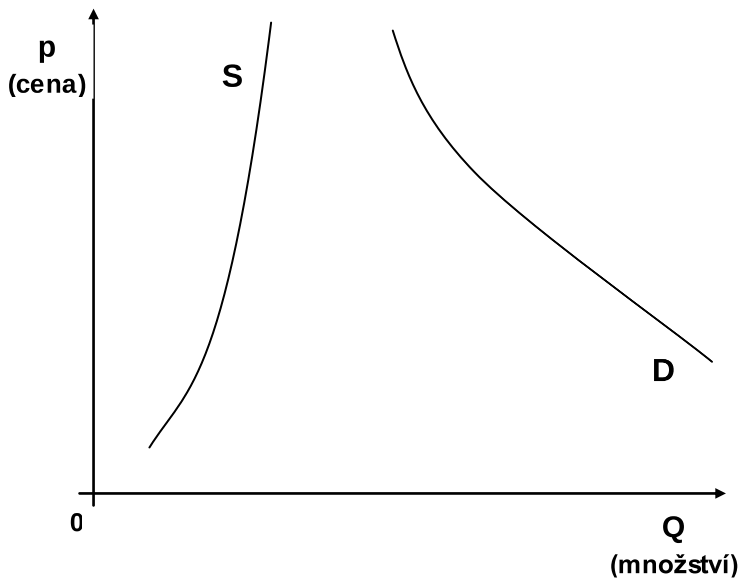
Nicméně nabídka sama o sobě ještě trh netvoří, je třeba i poptávky. Jejich vzájemné ovlivňování dospívá k výsledné ceně. Při analýze poptávky se subjekty budou nejspíše zaměřovat na užitek z dané nemovitosti. Zde je však velmi důležitý aspekt poptávky: užitek je subjektivní veličina a tudíž může významně působit na cenu (pokud bude například velmi oblíbená lokalita v obci, může tento fakt značně zastínit i samou věcnou hodnotu nemovitosti).



Graf č. 1 – Model trhu s různou nabídkou dle délky období

V grafickém zobrazení modelu trhu je ukázáno, jak se vyrovná nabídka a poptávka v bodě rovnováhy E [p_E;q_E]. Poptávková křivka D je u trhu s nemovitostmi relativně cenově elastická, protože nemovitost v životě člověka představuje značnou investici a navíc může s koupí vyčkávat déle a nutně ji nemusí hned koupit. Nabídková křivka S_0 (nabídka v krátkém období) je relativně strmá a tedy nepříliš pružná, protože zejména v krátkém období při růstu poptávky nelze dodat na trh adekvátní množství produkce (např. impulsem k další výstavbě rodinných domů či bytů je jistě fakt, že se prodají už v počátcích výstavby a tudíž pravděpodobně budou i v další výstavbě snadno prodány). Je ale třeba určitá doba k tomu, aby nabídka dokázala zareagovat na poptávku (doba výstavby a tvorba nových kapacit). V krátkém období by tedy vzrostla především cena, avšak časem by se přizpůsobovalo i požadované množství nemovitostí. V delším období tedy nabídku zobrazuje křivka S_1 a z grafu je taky vidět, že při zvýšení poptávky by v delším období byla cena nižší než v kratším, protože nabídka S_1 dokáže nabídnout již větší množství nemovitostí než S_0.

Ovšem výrazné specifikum u nemovitostí spočívá v tom, že z nějakého důvodu může být nabídka pozemků a jiných nemovitostí dlouhodobě omezená (například tím, že nikdo nevybavuje rozvojové pozemky inženýrskými sítěmi, ale také třeba tím, že se striktně chrání zemědělská půda, a tím se znemožňuje územní rozvoj města), tudíž se sníží disponibilní „zásoba“ pozemků (nemovitostí) pro trh na minimum neschopné dosáhnout rovnovážného stavu E. Trh pak buď přestane fungovat (pozemky a nemovitosti se přestanou prodávat a kupovat), nebo (v případě cenové regulace) vznikne černý trh, který nerespektuje oficiální pravidla. Modelové zobrazení této situace zachycuje následující obrázek.



Graf č. 2 – Zhroucení trhu s neelastickou omezenou nabídkou [5]

Zjistit cenu nemovitosti, stavby nebo pozemku, je vždy obtížné vzhledem k specifičnosti trhu nemovitostí. Tento trh se dá pak obtížně porovnávat s jinými trhy, například s trhem strojních zařízení. Zde je na místě uvést důležitá specifika trhů nemovitostí:

- Každý pozemek je unikátní svou polohou, svými fyzikálními vlastnostmi, vlivy svého předchozího využití atd.; je tedy těžké nějak absolutně vyjádřit kvalitu pozemku, hodnotit jej a stanovit „správnou cenu“.
- Každou nemovitost lze (alespoň teoreticky) využívat řadou různých způsobů, z nichž každý má jiné efekty, vč. ekonomických. Cena stavebních pozemků je zpravidla řádově vyšší než cena jiných pozemků.
- Ekonomický potenciál (komerční hodnotu) každé nemovitosti ovlivňují externality (vnější vlivy) okolí.
- Jen velmi malé procento pozemků či nemovitostí je současně na trhu. Naprostá většina nemovitostí není nabízena, takže možnosti výběru ze strany poptávajícího jsou velmi omezeny.
- Frekvence prodeje nemovitostí je ve většině případů velmi malá (většina z nás si kupuje nemovitost jednou nebo dvakrát za život na rozdíl třeba od oblečení a spotřebičů). Důležité je především to, že většina nabízejících i poptávajících nemá dostatečné zkušenosti, aby posoudila kvalitu a adekvátnost ceny nemovitostí vzhledem k situaci na trhu. Proto se zpravidla prodej realizuje za účasti zprostředkovatele a nezávislého experta.
- Neexistuje instituce, která by poskytovala komplexní přehled o trhu s nemovitostmi a která by byla schopna nabízet „plný sortiment“ typů nemovitostí na větším území.
- Hodnota resp. cena nemovitosti je hlavně v obytných územích výrazně ovlivňována sociálním statutem území.

Z výše uvedeného plyne, že trh nemovitostí bývá oprávněně označován jako „velmi nedokonalý“, tedy ovlivňovaný také řadou jiných faktorů než jsou základní ekonomické zákony.

Základními rysy nemovitostí jsou: nepřemístitelnost, neopakovatelný výrobek, dlouhodobá životnost. Jsou to jakési hlavní determinanty.

Pokud chceme dospět k tržní ceně nemovitosti, musíme zohledňovat pečlivě všechny vlivy, které mají nebo mohou mít na tuto cenu vliv. K tomu směřují různé metody. Počty těchto vlivů se různí, většinou se uvažuje mezi dvěma až třeba třiceti vlivy, ale to záleží také na tom, jestli jsou agregované nebo samostatné.

Nejvýraznějším faktorem (vlivem) je poloha nemovitosti. Ten lze samozřejmě rozdělit na řadu dílčích faktorů, jako je velikost obce, ve které se nemovitost nachází, vybavenost obce, její okolí, její další regionální kontext, dále pak umístění nemovitosti v dané obci, územní plán aj.

V následující kapitole je demonstrována závislost tržní ceny na poloze nemovitosti v rámci velikosti obce a regionu.

ODHAD VLIVU VELIKOSTI OBCE NA TRŽNÍ CENU RODINNÝCH DOMŮ POMOCÍ METOD REGRESNÍ ANALÝZY

Výchozí podmínky výzkumu a kvantifikace dat

Základní datový soubor byl vytvořen z rodinných domů nacházejících se ve dvou krajích České republiky. Jsou to Jihomoravský kraj a kraj Vysočina. V těchto krajích jsou patrné odlišné podmínky geografické, ekonomické, sociální a jiné. Bylo tedy apriori zřejmé, že tyto efekty budou mít dopad na tržní cenu nemovitostí při jejich porovnání.

Soubor dat byl vytvořen z 267 rodinných domů, z toho 201 v Jihomoravském kraji a 66 v kraji Vysočina. Tyto počty byly svým způsobem determinovány sledovaným obdobím, po které byly ceny těchto nemovitostí sledovány a také aktualizovány v periodě jednoho týdne.

Jedná se o databázi, která vznikla z nabízených nemovitostí na realitních serverech v období od 1.6.2007 do 15.9.2007. Jedná se tedy o nabídkové ceny, které se však většinou po určité době konvergují k ceně realizace. Jak již ale bylo zmíněno v předešlé kapitole, cena odhadované nemovitosti nemůže být větší než cena stejné nemovitosti inzerované k prodeji. Občas je používán koeficient redukce na pramen ceny, který je pro tyto případy přibližně 0,85. Pokud tedy vezmeme cenu z realitní inzerce okamžitě, je vhodné tímto koeficientem tuto násobit a dostáváme cenu prodejní. Nicméně v tomto modelu to není příliš důležité, protože popisujeme závislost mezi velikostí obce a cenou nemovitostí a všechny ceny nemovitostí budou z realitní inzerce, tudíž k porovnání máme u všech stejné podmínky. Pokud však chceme konkrétní odhad ceny nemovitosti v určitém kraji či obci (nejspíše střední hodnotou), pak můžeme tento koeficient použít, i když zde by byl značně vyšší kvůli úpravám cen a aktualizacím.

K určení velikosti obce bylo zvoleno přiřazení počtu obyvatel, protože vyjadřuje nějakou blízkou úměrou i počet nemovitostí v obci resp. rodinných domů na rozdíl například od rozlohy obce.

Následně byly vybrány obce náhodně, avšak bylo zde dodržováno jisté intervalové rozpětí u počtu obyvatel obce, aby bylo možno vytvořit spektrum dle počtu obyvatel rovnoměrně v celkovém intervalu. Byly tedy vybrány určité reprezentanty daného intervalu a rozložení obcí vzniklo následovně:

Kraje / Třídy	Jihomoravský		Vysočina	
	obec	počet obyvatel	obec	počet obyvatel
Třída: A 1 000 000 - 100 000	Brno	388 899	-	
Třída: B 100 000 - 50 000	-		Jihlava	50 136
Třída: C 50 000 - 35 000	Znojmo	36 618	Třebíč	39 688
Třída: D 35 000 - 25 000	Hodonín Břeclav	28 431 27 226	-	
Třída: E 25 000 - 15 000	Vyškov Blansko	22 374 21 386	Havlíčkův Brod Žďár nad Sázavou Pelhřimov	24 572 24 249 16 674
Třída: F 15 000 - 10 000	Kyjov Veselí nad Moravou Boskovice	12 792 12 476 11 474	Velké Meziříčí Humpolec Nové město na Moravě	11 800 10 727 10 464
Třída: G 10 000 - 5 000	Tišnov Bučovice	8 211 6 309	Moravské Budějovice Třešť	7 978 5 902
Třída: H 5 000 - 3 000	Velké Pavlovice	3 069	Žirovnice	3 083

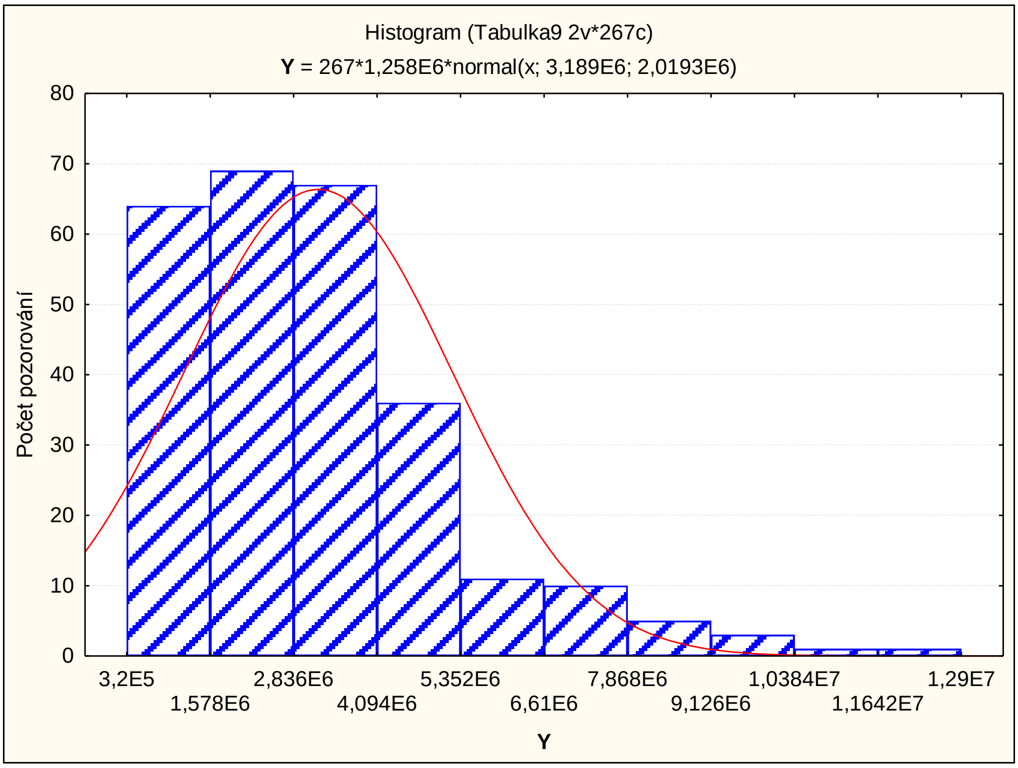
Tab č. 1 – Zatřídění vybraných obcí s jejich počty obyvatel do výběrových intervalů

Z reality je zřejmé, že počet obcí se s rostoucím počtem obyvatel snižuje. Proto jsou ve „vyšších" intervalech téměř všechny obce daného kraje, zatímco v nižších intervalech bylo nutno vybírat již zmíněné reprezentanty daných intervalů.

Soubor všech tržních cen nemovitostí byl tvořen 267 hodnotami. Tyto hodnoty mají docela velký rozsah, náleží do intervalu <320 000; 12 900 000 >. Pro mnoho statistických zpracování je důležité rozložení četností určitého znaku resp. proměnné (v tomto případě tržní ceny). Vzhledem k tomu, že se počet variant hodnot blíží spíše rozsahu souboru nežli několika hodnotám, přiřazujeme četnosti nikoliv jednotlivým variantám (bodové rozložení četností), ale celým intervalům hodnot. Jedná se o intervalové rozložení četností. V následujícím grafu č. 3 je toto intervalové rozložení četností zobrazeno pro náš vybraný datový soubor s tržními cenami rodinných domů. Přes všechny intervaly probíhá normální rozložení datového souboru respektive prokládá tyto hodnoty. Tento typ rozložení popisuje náhodnou veličinu Y například tak, že ke konstantě μ se přičítá velké množství nezávislých náhodných vlivů mírně kolísajících kolem 0. Proměnlivost těchto vlivů je vyjádřena konstantou $\sigma > 0$.

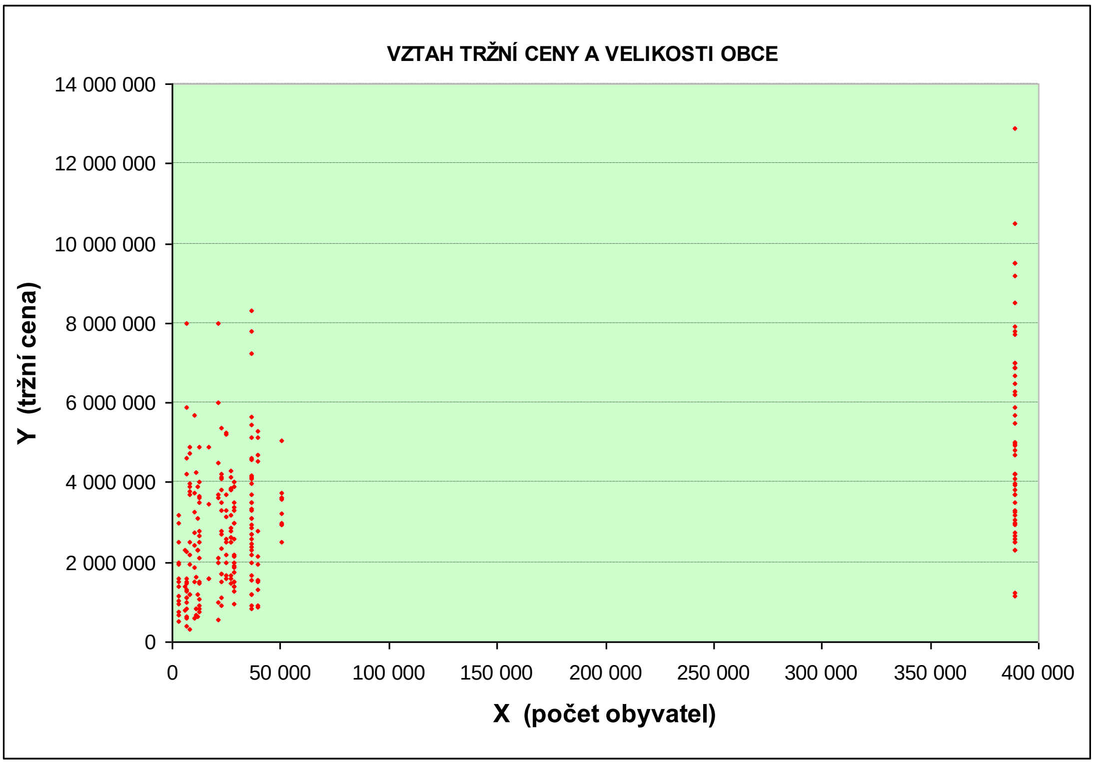
$$\varphi(y) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y-\mu)^2}{2\sigma^2}} \tag{1}$$

Tato funkce popisuje průběh hustoty pravděpodobnosti (v našem případě relativní četnosti) veličiny Y a je znázorněna červenou křivkou v grafu. Standardně se zapisuje typ rozložení náhodné veličiny pomocí jejích parametrů. Normální rozložení se zapisuje jako Y ~ N (μ, σ^2). Tyto parametry byly popsány výše; pro naše data jsou hodnoty těchto parametrů uvedeny rovněž v grafu, takže výsledkem je Y ~ N(3 189 000, 2 019 300). Kromě normálního rozložení by bylo možno použít beta-normální rozložení, které má trochu jiný průběh hustoty pravděpodobnosti.



Graf č. 3 – Intervalové rozložení četností tržních cen [STATISTICA 7]

K výpočtu odhadu parametrů pro model závislosti mezi tržní cenou a velikostí obce máme tedy číselná data, kde veličina X představuje počet obyvatel a veličina Y tržní cenu rodinných domů. Na následujícím grafu č. 4 jsou již zobrazeny obě veličiny. Je patrno, že zobrazované hodnoty netvoří souvislejší strukturu po celém grafu. To je však důsledek reality resp. vytvořené nepravidelné struktury obcí v České republice s různým počtem obyvatel.



Graf č. 4 – Vztah tržní ceny rodinných domů a velikosti obce

V následující kapitole bude popsán a vypočítán lineární regresní model, který vystihuje průběh závislosti mezi počtem obyvatel a tržní cenou rodinných domů.

Sestavení modelu a metoda výpočtu odhadu neznámých parametrů

Pro zjištění průběhu závislosti je zapotřebí sestavit a vypočítat lineární statistický model. Tento proces se nazývá regresní analýza a jejím cílem je popsat resp. vystihnout průběh závislosti hodnot 1 náhodné veličiny (Y) na hodnotách k-náhodných veličin X_1 až X_k. Náhodná veličina Y zde představuje vysvětlovanou nebo závislou proměnnou a X_1 až X_k vysvětlující nebo nezávislou proměnnou. Potom $Y(x_1,\ldots,x_k)$ představuje neznámý výsledek měření veličiny Y za podmínek, že $X_1=x_1,\ldots, X_k=x_k$ (malá písmena představují konkrétní hodnoty při provedení experimentu) .

Regresní funkce veličiny Y vzhledem k veličinám X_1 až X_k vypadá takto.

$$y = E\left[Y\left(x_1,\ldots,x_k\right)\right] \tag{2}$$

Počet měření je v našem případě 267 a je roven N. Jelikož se jedná o vliv náhody, dá se regresní funkce psát následovně.

$$y_i = E(Y\left(x_i\right) + \varepsilon_i \ , i = 1,\ldots,N \tag{3}$$

Uvažují se náhodné vlivy pomocí ε_i, což je de facto hodnota náhodné chyby i-tého měření a platí tedy:

$$Y(x) = E[Y(x)] + \varepsilon(x) \tag{4}$$

V tomto vztahu Y(x) představuje neznámý výsledek měření v bodě x (náhodná veličina); E[Y(x)] je regresní funkce (reálná funkce proměnné X) a náhodná veličina ε(x), pro kterou platí E[ε(x)] = 0 (střední hodnota chyby). Pro úplnost dodávám, že střední hodnota náhodné veličiny X je E(X) a představuje střed rozdělení, okolo kterého kolísají realizace náhodné veličiny X. Dále dodávám, že před provedením experimentu mluvíme o proměnných jako o náhodných veličinách (X) a po provedení experimentu jsou to realizace náhodné veličiny (x).

Následně musíme odhadnout hodnotu parametrů regresní funkce. Pro tento případ byla vybrána lineární regresní funkce s logaritmickým průběhem. Lineární regresní funkce je totiž lineární funkcí parametrů $\beta_1,\dots,\beta_k$, ale to neznamená, že její průběh je lineární. Konstanty, které je třeba určit, jsou již zmíněné regresní parametry a jejich vektor **β** je vektorový regresní parametr.

$$\boldsymbol{\beta} = [(\beta_1,\dots,\beta_k)]^{\mathbf{T}} \tag{5}$$

Dále tedy můžeme uvažovat lineární regresní funkci v tomto tvaru.

$$y = E[Y(x_1,\dots,x_k)] = \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k = \mathbf{x}^{\mathbf{T}}\boldsymbol{\beta} \tag{6}$$

Při provedení experimentu pro N měření označíme Y_i jako neznámý výsledek i-tého měření, tj. výsledek v bodě $x_{i1},\dots,x_{ik}$ a i = 1,…,N.

$$Y_i = Y(x_{i1},\dots,x_{ik}) \tag{7}$$

$$E(Y_i) = E[Y(x_{i1},\dots,x_{ik})] = \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik} = \mathbf{x}_i^{\mathbf{T}}\boldsymbol{\beta}\text{, pro } i = 1,\dots,N \tag{8}$$

Jestliže pro náhodný vektor Y platí tento vztah, říkáme, že se řídí lineárním regresním modelem. Pro zjednodušení budeme uvažovat základní lineární regresní model, který uvažuje veličiny $Y_1,\dots,Y_N$ stejně přesné a nekorelované. Pro výpočet všech měření N má lineární regresní model tento tvar.

$$E(Y) = E\begin{pmatrix} Y_1 \\ : \\ Y_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1^T \\ : \\ x_N^T \end{pmatrix} * \boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & .. & x_{1k} \\ x_{21} & x_{22} & .. & x_{2k} \\ : & : & & \\ x_{N1} & x_{N2} & & x_{Nk} \end{pmatrix} * \boldsymbol{\beta} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \tag{9}$$

Matice **X** je tzv. matice plánu nebo též regresní matice. I-tý řádek matice udává bod, ve kterém se měří a neznámý výsledek je y_i. Matici plánu pro tento případ regrese lze sestavit, protože známe „body“ (zde počty obyvatel v obcích), ve kterých měříme (zde tržní ceny rodinných domů). Zvolený regresní model pro tento případ je následující.

$$E[Y(x)] = \beta_1 + \beta_2 \ln(x) \tag{10}$$

Z výše uvedeného lze určit matici plánu **X** a bude vypadat následovně.

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & 12{,}8710749 \\ 1 & 12{,}8710749 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 1 & 8{,}03365843 \end{pmatrix} \tag{11}$$

Matice plánu je reálná matice a má rozměr N/k (zde 267/2) a pomocí ní také vypočteme bodové odhady neznámých parametrů β_1 a β_2. Tyto odhady provedeme metodou nejmenších čtverců, tzv. MNČ odhad. Princip je založen na minimalizaci součtu čtverců odchylek skutečných hodnot od hodnot vysvětlovaných lineárním regresním modelem. Výpočet vede na soustavu normálních rovnic, kde výsledkem je tento maticový vztah, který vznikne po algebraických úpravách.

$$\mathbf{X}^{\mathbf{T}}\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} = \mathbf{X}^{\mathbf{T}}\mathbf{Y} \tag{12}$$

Pro výpočet odhadu parametrů β_1 a β_2 tento vztah upravíme na tento tvar.

$$\boldsymbol{\beta} = \left(\mathbf{X}^{\mathbf{T}}\mathbf{X}\right)^{-1}\mathbf{X}^{\mathbf{T}}\mathbf{Y} \tag{13}$$

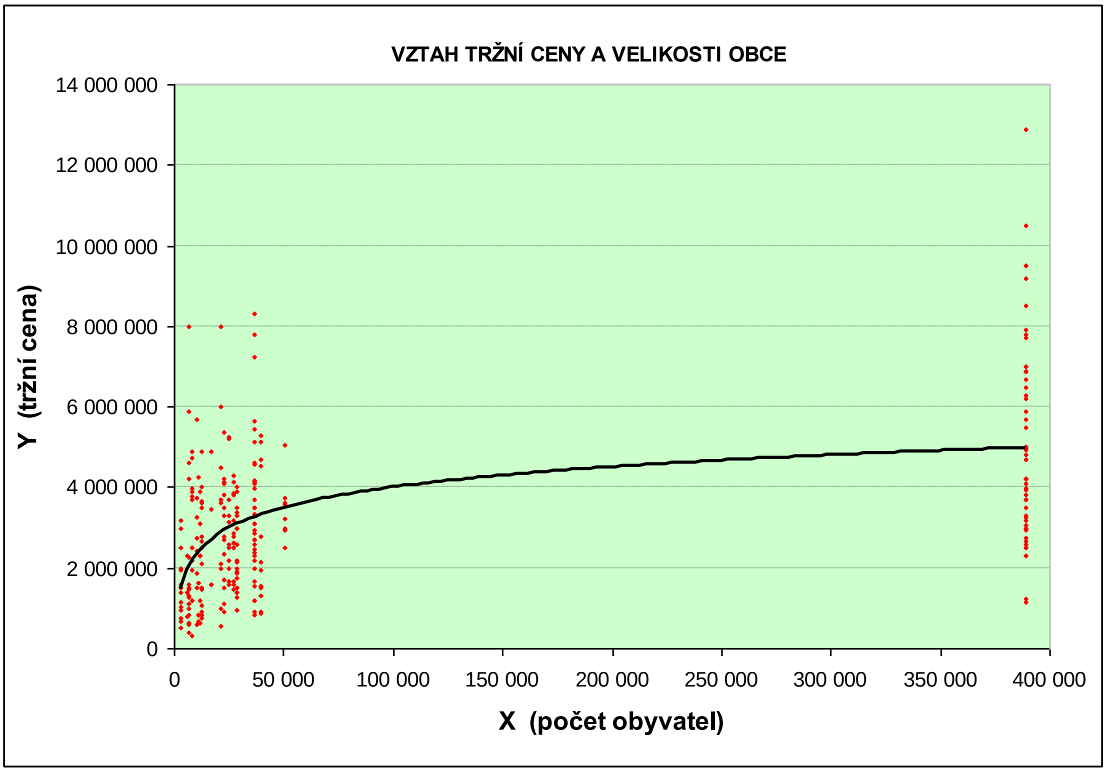
Z tohoto vztahu jsme schopni operacemi mezi vektory a maticemi dospět k výslednému vektoru neznámých parametrů $\boldsymbol{\beta}$. Podotýkám, že vektor **Y** je vektorem neznámých výsledků, ale v našem případě výsledných hodnot experimentu, tedy vektor hodnot tržních cen. Tento případ lze početně řešit nejlépe pomocí nějakého výpočetního softwareu, modely menšího rozsahu lze řešit například pomocí MS Excel. Zde je však omezení v podobě počtu buněk a rozsáhlejší data již zde nelze spočítat (viz. tento případ). Proto doporučuji matematický software, například MATLAB 7.0. Výsledek odhadu neznámých parametrů byl tento: β_1 = -4 368 604,66 a β_2 = 726 949,98.

Výsledný regresní model a jeho adekvátnost

Vypočtený lineární regresní model má následující podobu.

$$E\left[Y(x)\right] = 726950\ln(x) - 4368605 \tag{14}$$

Po zavedení a zobrazení modelu do již vytvořeného grafického zobrazení datového souboru bude vypadat toto zobrazení následovně.



Graf č. 5 – Lineární regresní model pro vyjádření vztahu tržní ceny rodinných domů a velikosti obce

Tento model využívá logaritmickou regresní funkci, která je nejlepší variantou regresní funkce. Jiné průběhy této funkce, jako například exponenciální nebo lineární, vykázaly horší adekvátnost k danému modelu.

Míra adekvátnosti modelu se vykazuje statistikou Se, což je reziduální součet čtverců. Je to rozdíl mezi skutečně naměřenou hodnotou a hodnotou vysvětlenou modelem. Rozdílem je chyba ε (rezidua) a pro všechna měření N tedy platí následující.

$$Se = \sum_{i=1}^{N} \left(Y_i - \overleftrightarrow{Y_i}\right)^2 = \sum_{i=1}^{N} \overleftrightarrow{\varepsilon}_i^2 \tag{15}$$

Čím je statistika Se menší, tím je model adekvátnější. Nevýhodou je, že není shora omezená a hodí se tedy spíše k porovnávání kvality modelů. Proto se míra adekvátnosti modelu vyjadřuje pomocí tzv. výběrového koeficientu mnohonásobné determinace R^2. Pokud je roven 1, naměřené body leží přímo na regresní funkci a tedy 100 % variability závislé proměnné Y je vysvětleno danou regresní funkcí. Pokud je naopak roven 0, tak 0 % variability závislé proměnné Y lze vysvětlit danou regresní funkcí (nezávislost na X).

K určení tohoto výběrového koeficientu mnohonásobné determinace R^2 potřebujeme určit kromě Se také Sc a Sr. Sc je celkový součet čtverců (celková variabilita Y) a Sr představuje regresní součet čtverců (tu část celkové variability Y, která je vysvětlena regresní funkcí). Tedy Se je ta část variability, která není vysvětlena regresní funkcí. Z výše uvedeného evidentně platí toto.

$$Sc = Se + Sr \tag{16}$$

Výpočet statistik Sc a Sr:

$$Sc = \sum_{i=1}^{N} \left(Y_i - \overline{Y}\right)^2 ; Sr = \sum_{i=1}^{N} (\overleftrightarrow{Y}_i - \overline{Y})^2 \tag{17}$$

U těchto dvou statistik je odčítán průměr od skutečně naměřené hodnoty (Sc) a od hodnoty vysvětlované modelem (Sr). Rovnici (16) lze upravit na tvar:

$$1 = \frac{Se}{Sc} + \frac{Sr}{Sc} \tag{18}$$

Pak R^2 se rovná podílu Sr/Sc. Při vypočtených statistikách Sc a Se má tedy tvar:

$$R^2 = 1 - \frac{Se}{Sc} \tag{19}$$

Hodnota R^2 se realizuje v intervalu <0;1>. Výpočet tohoto konkrétního případu je uveden v tabulce č. 2.

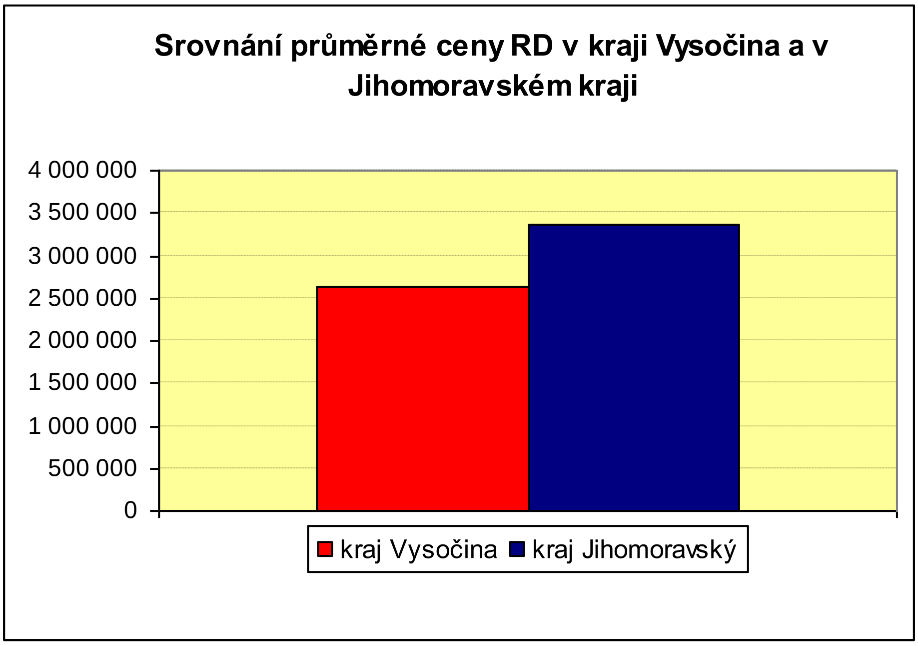
Statistika R^2	Statistika Se	Statistika Sc
0,2257	839 815 535 893 467	1 084 585 276 569 460

Tab č. 2 – Výpočet statistik pro zjištění adekvátnosti modelu

Výsledná hodnota výběrového koeficientu mnohonásobné determinace R^2 pro zjišťovaný případ závislosti tržní ceny rodinných domů na velikosti obce (resp. počtu obyvatel v obci) je 0,2257, což není velmi vhodné číslo pro adekvátnost modelu. Zároveň však musíme respektovat skutečnost, že tento model musel být sestaven tak, že data jsou tříděna dle jednotlivých obcí vždy vertikálně (určité množství objektů resp. jejich tržních cen v jedné obci) a tak tímto faktem byla rozptýlenost výrazně zvyšována. Pokud bychom vycházeli ze středních hodnot tržních cen pro jednotlivé obce a tím eliminovali tento fakt, pak by tento konkrétní model měl hodnotu výběrového koeficientu mnohonásobné determinace R^2 rovnu číslu 0,741. Znamená to, že 74,1 % variability závislé proměnné Y lze vysvětlit danou regresní funkcí. Další důvod, proč je model relativně adekvátní (vzhledem k determinaci skutečností) je ten, že ostatní regresní funkce (např. mocninného či exponenciálního průběhu) nedosahují vyšší hodnoty R^2, než je v případě logaritmického průběhu regresní funkce.

Porovnání středních hodnot tržních cen rodinných domů ve dvou krajích

Data byla shromážděna pro 2 kraje České republiky. Odhad středních hodnot tržních cen u obou krajů je znázorněn v grafu č. 6. Rozsah datového souboru pro kraj Vysočina je tvořen 66 rodinnými domy a střední hodnota tržní ceny rodinného domu činí 2 643 864 Kč. Databázi Jihomoravského kraje tvoří 201 rodinných domů a střední hodnota je 3 367 959 Kč. Věrohodnější odhad střední hodnoty je u Jihomoravského kraje vzhledem k většímu rozsahu dat.



Graf č. 6 – Srovnání průměrné tržní ceny RD v kraji Vysočina a v Jihomoravském kraji

ZÁVĚR

Na tržní hodnotu nemovitosti působí hodně vlivů. Mezi nejvýznamnější patří poloha obce, ve které se daná nemovitost nachází, poloha nemovitosti v rámci obce aj. Na dvou krajích v České republice byl proveden výzkum vlivu velikosti obce, reprezentovanou počtem obyvatel, na tržní cenu rodinného domu. Pro data obou krajů byl vytvořen lineární regresní model, který popisuje tuto závislost jako funkci vysvětlované proměnné (Y…tržní ceny) závisející na vysvětlující proměnné (X…počet obyvatel). Tento model byl vypočten a byla posouzena adekvátnost jeho použití. S ohledem na determinanty skutečného světa vyšel tento model jako relativně adekvátní. Pro ilustraci úrovně tržní ceny ve dvou zkoumaných krajích byla srovnána průměrná hodnota tržních cen v obou krajích. Výsledkem bylo zjištění, že tržní hodnota průměrného rodinného domu je v Jihomoravském kraji o 700 tis. Kč vyšší než v kraji Vysočina.

Význam lineárního regresního modelu lze spatřovat především při stanovování tržní ceny porovnávací metodikou. Numericky se dá využít jako funkční hodnota (tržní cena) pro určitou velikost obce. Lze tedy převést tržní cenu v jedné obci s určitou výší počtu obyvatel na tržní cenu obce s jiným počtem obyvatel. Pokud by se počítalo s porovnávacími koeficienty, tak by se jednalo o podíl těchto cen.

LITERATURA

[1] BRADÁČ, Albert a kol.: ***Teorie oceňování nemovitosti.*** Akademické nakladatelství CERM, 2004, 6. přepracované a doplněné vydání, Brno ISBN 80-7204-332-3.

[2] ŽÍTEK, Vladimír: ***Oceňování nemovitostí a přírodních zdrojů.*** Masarykova univerzita v Brně, Ekonomicko-správní fakulta, 2005, 1. vydání, Brno ISBN 80-210-3653-2.

[3] BRADÁČ, Albert a kol.: ***Soudní inženýrství.*** Akademické nakladatelství CERM, 1999, dotisk 1. vydání, Brno ISBN 80-7204-133-9.

[4] FUCHS, Kamil, TULEJA, Pavel: ***Základy ekonomie.*** EKOPRESS, 2003, 1. vydání, Praha ISBN 80-86119-74-2.

[5] MAIER,K., ČTYŘOKÝ,J.: ***Ekonomika územního rozvoje.*** Grada Publishing, 2001, Praha

[6] BUDÍKOVÁ, Marie: ***Statistika I.*** Masarykova univerzita v Brně, Ekonomicko-správní fakulta, 2004, 1. vydání, Brno ISBN 80-210-3411-4.

[7] BUDÍKOVÁ, Marie: ***Statistika I.*** Masarykova univerzita v Brně, Ekonomicko-správní fakulta, 2004, 1. vydání, Brno ISBN 80-210-3411-4.

[8] KOUTKOVÁ, Helena, MOLL, Ivo: ***Úvod do pravděpodobnosti a matematické statistiky.*** Akademické nakladatelství CERM, 2001, Brno ISBN 80-214-1811-7

[9] http://www.mestaobce.cz

[10] http://www.sreality.cz

[11] http://www.nemovitosti.cz

[12] http://reality.atlas.cz