

Predikce vývoje nemovitostního trhu a statistické metody

Predicting the Development of the Real Estate Market and Statistical Methods

ABSTRAKT: Tématem článku je popis možnosti využití statistických metod v oboru oceňování nemovitých věcí, například při predikování vývoje nemovitostního trhu a hledání relevantních faktorů ovlivňujících jeho vývoj. Pro konkrétní výpočet jsou uvažovány hodnoty hrubého domácího produktu (HDP) a vývoj cen nemovitých věcí. Cílem článku je potvrzení, popř. vyloučení premisy, že vývoj cen nemovitých věcí je přímo ovlivněn vývojem HDP, a tedy, že HDP je jedním z faktorů, díky nimž lze predikovat vývoj cen nemovitých věcí. Druhým cílem článku je potvrzení vhodnosti vybrané metodiky, která bude aplikovatelná při zkoumání a hledání dalších relevantních faktorů a zároveň využitelná i na jiné bádání. Zvolený problém byl řešen za využití regresní analýzy, konkrétně lineární regrese, a dále byla využita autokorelace, Durbin-Watsonova statistika. Testováním na konkrétních datech bylo konstatováno, že vybrané metody jsou vhodné, byla zjištěna závislost proměnných, tedy vývoje cen nemovitých věcí na vývoji HDP, vč. velikosti závislosti těchto veličin. Potvrdilo se tedy, že je možno při predikování vývoje cen nemovitých věcí vycházet z hodnot HDP a využít regresní analýzu, což je i přínosem provedeného zkoumání. Je možno aplikovat regresní analýzu i při hledání dalších relevantních faktorů pro určení vývoje nemovitostního trhu.

KLÍČOVÁ SLOVA: oceňování nemovitostí, nemovitá věc, hrubý domácí produkt, nemovitostní trh, lineární regrese, Durbin-Watsonova statistika, predikce vývoje nemovitostního trhu

ABSTRACT: The object of this article is describe the possibilities of statistics method in the real estate evaluation. The object of this article is to perform a case study that examines the influence of GDP upon the development of real estate prices, confirming or disproving their relationship and determining whether any demonstrated correlation can be used to predict the development of real estate prices. Statistical analysis, specifically regression analysis, shall be applied. The subject of this case study is to be the residential apartment market. Statistical software shall be employed and, to illustrate an alternative approach, Microsoft Excel will also be used.

KEYWORDS: property valuation, real estate, GDP, real estate market, linear regression, Durbin-Watson statistic, predicting the development of the real estate market

1. ÚVOD

V rámci znalecké praxe je vhodné mít snahu neustále hledat nové možnosti přístupu k řešené problematice a rozvíjet své znalosti. Úkolem znalce příp. odhadce je mnohdy stanovit cenu tržní pro účely prodeje či koupi nemovité věci z důvodu investování do nemovité věci, stanovení hodnoty zástavy pro bankovní účely či je znalec jako odborník žádán o analýzu nemovitostního trhu a predikování jeho vývoje. Jedná se o stanovení cenové perspektivy, která musí zohledňovat i budoucí vývoj cen oceňované nemovité věci, popř. vybraného regionu. Protože tuto cenu či vývoj trhu nelze stanovit pouze na základě analýzy nabízených nemovitých věcí, je nutno přistoupit k dalším metodikám. V rámci zkoumání možnosti predikce vývoje nemovitostního trhu je nutno selektovat relevantní faktory, které nemovitostní trh ovlivňují. Z tohoto důvodu je provedena případová studie, kdy předmětem zkoumání jsou dvě

veličiny. První je typický makroekonomický faktor – hrubý domácí produkt (HDP), druhou je nemovitý trh se zaměřením na rezidenční segment. Primárním problémem je zjištění, zda a do jaké míry jsou veličiny vývoje cen nemovitých věcí¹⁾ a vývoje HDP na sobě závislé, dílčím problémem je určení optimální metodiky. Cílem článku je potvrzení, popř. vyloučení premisy, že vývoj cen nemovitých věcí je přímo ovlivněn vývojem HDP, druhým cílem je pak nalezení metodiky, která bude vhodná při zkoumání a hledání dalších relevantních faktorů a osvětlení konkrétního postupu statistické metody. Výsledky této práce bude možno využít nejen při odborné predikci vývoje nemovitostního trhu, ale i při hledání

¹⁾ Pojem nemovitá věc a jeho vžitá synonymum nemovitost jsou používány současně. Před 1.1.2014 dle §119 obč. zák. č. 40/1964 Sb. byl používán termín „nemovitost“, po 1.1.2014 je dle obč. zák. č. 89/2012 Sb. užíván pojem „nemovitá věc“.

Dodáno autorkou do redakce 3. 4. 2016. • Recenzní řízení od 3. 4. do 15. 6. 2017.

Mgr. Darina Tauberová, Balbínova 9, 400 01, Ústí nad Labem, e-mail: darina.tauberova@centrum.cz

souvislosti mezi vlivy při jiném zadání a vytvoření si přehledu o možných souvislostech. Novost tohoto přístupu spočívá ve využití metod, které jsou ve znalecké a odhacovské praxi opomíjeny.

Tento článek je primárně určen znalecům jmenovaným podle zákona č. 36/1967 sb. a vyhlášky č. 37/1967 Sb., podle vyhlášky č. 123/2015 pro obor „ekonomika“, odvětví „ceny a odhady“, se zvláštní specializací „ceny a odhady nemovitostí“ (popř. podle předchozí směrnice), dále pro znalecké ústavy, pro odhadce nemovitých věcí podle živnostenského zákona č. 455/1991, též pro studenty magisterského studijního programu Soudní inženýrství, obor Realitní inženýrství a studenty doktorského studia Soudní inženýrství se zaměřením na oceňování majetku na ÚSI VUT v Brně (dále je uváděno pod souhrnným názvem Experti). Sekundárně je možno výsledky využít i pro realitní kanceláře, v oboru bankovníctví či společnostmi zabývajícími se nemovitostním trhem.

Článek předpokládá znalost obecné problematiky soudního znalectví a jeho výkonu (příslušné předpisy, směrnice apod., kterými jsou především zákon č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících, vyhláška č. 37/1967 Sb., k provedení zákona o znalcích a tlumočnících, vyhláška č. 23/2002 Sb., kterou se stanoví výše odměny za odborné vyjádření, Vyhláška č. 123/2015, kterou se stanoví seznam znaleckých oborů a odvětví pro výkon znalecké a tlumočnické činnosti, směrnice Ministerstva spravedlnosti). Dále předpokládá odborné znalosti oceňovacích metod s vazbami na konkrétní předpisy (způsob stanovení ceny obvyklé, výnosový, nákladový a srovnávací způsob apod.), přehled o mezinárodních oceňovacích standardech a znalost související legislativy.

2. VÝBĚR A POPIS FAKTORŮ

Předtím, než bude přistoupeno k výběru vhodné metodiky, je nutno určit vhodné faktory, na kterých bude postup demonstrován. Jak je uvedeno v úvodu, jako první významný faktor byl vybrán hrubý domácí produkt (HDP), a to z toho důvodu, že se jedná o nejvýznamnější makroekonomický faktor, jehož hodnoty jsou sledovány relevantními institucemi, lze dohledat jeho historii a možné predikce jeho vývoje (např. pravidelné zprávy České

národní banky). Druhým faktorem, s ohledem na zaměření článku, jsou ceny nemovitých věcí. Poněvadž nemovitostní trh je velmi široký a jednotlivé segmenty podléhají různým vlivům, je tento výzkum zaměřen na nemovité věci rezidenční, konkrétně na bytové jednotky.

2.1 Hrubý domácí produkt

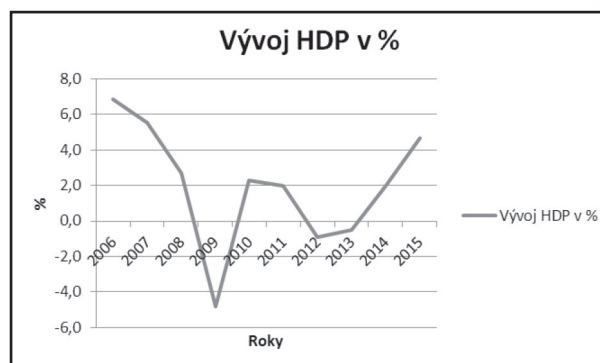
Hrubým domácím produktem (HDP) jsou celkové hodnoty statků a služeb, které jsou vytvořeny na území České republiky za určité období. HDP určuje výkonnost ekonomiky státu a je důležitým ukazatelem vývoje hospodářství. Obsahuje veškeré hodnoty ze všech odvětví, která jsou považována za produktivní. Česká republika je řazena mezi země málo rizikové s důvěryhodnou fiskální politikou, ratingové agentury ji hodnotí kladně. Po klesající tendenci (popř. stagnaci) a hospodářském útlumu zažívá HDP opět růst, který by měl dle odborníků pokračovat (dle názorů České národní banky), a který by měl s sebou nést mj. i další oživení trhu s nemovitými věcmi. Vývoj HDP je zachycen v tab. 1 a obr. 1.

Meziroční přírůstek HDP dosáhl v roce 2014 hodnoty 2 %, v roce 2015 dokonce hodnoty 4,7 % (vliv jednorázových vlivů). V roce 2016 již nedošlo k tak výraznému růstu, nicméně hodnota 2,3 % vypovídá o rostoucí tendenci. Výrazný růst HDP v roce 2015 také ovlivnily další kladné ekonomické faktory, mezi které patřila nižší nezaměstnanost, vysoká zahraniční poptávka, růst exportu, nízká inflace, nízké ceny ropy a mezi významné prvky patřilo také stavebnictví. Významný vliv ovšem na růst HDP mělo dočerpání investic z fondů Evropské unie po skončení programového období roků 2007 až 2013, s možností dočerpání v roce 2015.[3,4,8] V rámci vývojového scénáře je nutné v rámci HDP sledovat i vývoj domácností a firem (jejich stabilitu), kdy se s ohledem na výše uvedené také neočekávají významné výkyvy negativním směrem. Obtížné je ovšem hodnotit vlivy, které nelze předvídat (vývoj Eurozóny, fiskální dopady a pokračování uprchlické krize, válečný stav apod.). Křivka vývoje HDP se může zdát nevyrovnaná, ale z dlouhodobého hlediska je stabilní, dokonce jedna z nejstabilnějších v rámci Eurozóny.[4]

Z hlediska výzkumu nemovitostního trhu je nutno také sledovat vývoj jednotlivých regionů, neboť nemovitostní trh je především

Tab. 1 Vývoj HDP ČR v % v letech 2005–2015 (data: ČSÚ).
Table 1 Development of the country's GDP (%) 2005–2015 (Data: CSO).

Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HDP dle ČSÚ ČR v %	6,9	5,5	2,7	-4,8	2,3	2,0	-0,9	-0,5	2,0	4,7



Obr. 1 Vývoj HDP ČR v % v letech 2005–2015 (data: ČSÚ, graf: vlastní tvorba).
Figure 1 Development of the country's GDP (%) 2005–2015 (data: CSO, graph: own creation).

Tab. 2 Regiony a jejich podíl na tvorbě HDP v ČR v % (www.risy.cz).
Table 2 Region's share of GDP in the Czech Republic in % (www.risy.cz).

Podíl regionu na tvorbě HDP v ČR v % (HDP ČR=100)												
Název NUTS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ČR	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Hlavní město Praha	23,9	23,9	24,0	24,3	24,0	25,3	26,1	25,5	24,9	24,7	24,9	24,3
Středočeský kraj	10,5	10,4	10,4	10,3	10,8	10,7	10,8	10,6	10,8	11,0	11,0	11,3
Jihočeský kraj	5,5	5,5	5,5	5,5	5,4	5,3	5,2	5,2	5,1	5,2	5,2	5,1
Plzeňský kraj	5,0	5,2	5,2	5,0	5,1	4,9	4,7	4,8	4,9	4,9	5,0	5,2
Karlovarský kraj	2,4	2,3	2,3	2,3	2,1	2,1	2,0	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9
Ústecký kraj	6,6	6,6	6,5	6,5	6,5	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3	6,1	6,0
Liberecký kraj	3,4	3,3	3,3	3,5	3,4	3,1	2,9	3,2	3,2	3,3	3,3	3,2
Královéhradecký kraj	4,8	4,8	4,8	4,6	4,5	4,4	4,5	4,6	4,6	4,5	4,6	4,6
Pardubický kraj	4,2	4,1	4,1	4,0	4,2	4,1	4,1	4,0	4,0	3,9	3,9	4,0
Vysočina	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	3,8	4,0	4,1	4,1	4,1	4,0
Jihomoravský kraj	10,3	10,2	10,2	10,0	10,3	10,1	10,5	10,3	10,4	10,5	11,1	10,9
Olomoucký kraj	4,8	4,9	4,9	4,6	4,7	4,7	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7
Zlínský kraj	4,8	4,6	4,6	4,6	4,7	4,6	4,7	4,7	4,8	4,7	4,7	4,9
Moravskoslezský kraj	9,6	10,0	10,0	10,5	10,1	10,1	9,7	10,0	10,2	10,2	9,7	9,7

regionální záležitosti. Tímto ukazatelem pak může být regionální HDP (RHDP), vypovídající o hospodářské výkonnosti určitého regionu. RHDP je diskutabilní faktor, má jen zčásti vliv na výši mezd a příjmů regionální populace. RHDP se stanovuje na základě výrobní metody výpočtu, kdy ukazatel představuje celkovou hodnotu zboží a služeb, které byly vyrobeny nebo poskytnuty na území daného regionu v daném kalendářním roce. Tato definice však bývá zvláště pak médií chybně vysvětlována, neboť na životní úroveň a hospodářský růst nemá takový vliv a nejedná se o bohatství jednotlivých regionů.[2]

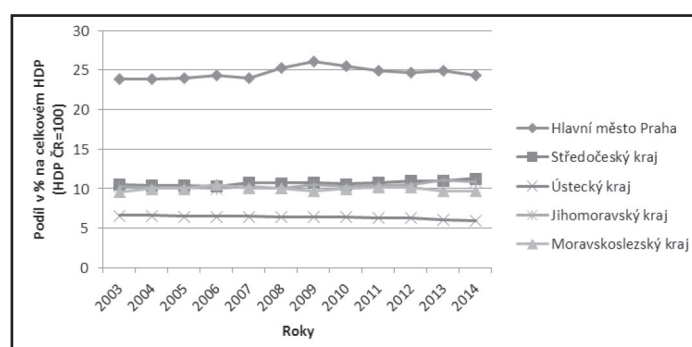
Jak je uvedeno v tab. 2, z dlouhodobého hlediska se z cca ¼ na celkovém HDP podílí Hlavní město Praha, ekonomická výkonnost v přepočtu na obyvatele se pohybuje lehce nad dvojnásobkem národního průměru. Na druhém až čtvrtém místě s podílem cca 1/10 se nacházejí kraje Středočeský, Jihomoravský a Moravskoslezský, na pomyslném pátém místě Ústecký kraj podílem cca 1/16 na celkovém HDP. Je tedy možno konstatovat, že jde do určité míry o umělou veličinu, která vyjadřuje kvantitu a ne kvalitu. Je důležité si uvědomit, že se nejedná o ukazatel, který vyjadřuje, jak občané své peníze utrácejí a jaký užitek z toho mají.

Na obr. 2 jsou převedeny hodnoty tab. 2 do grafu, jenž se týká pěti regionů, které se nejvýznamněji podílí na tvorbě HDP. Hodnoty RHDP jsou uvedeny v procentech, kdy celkové HDP České republiky je uvažováno jako 100 %.

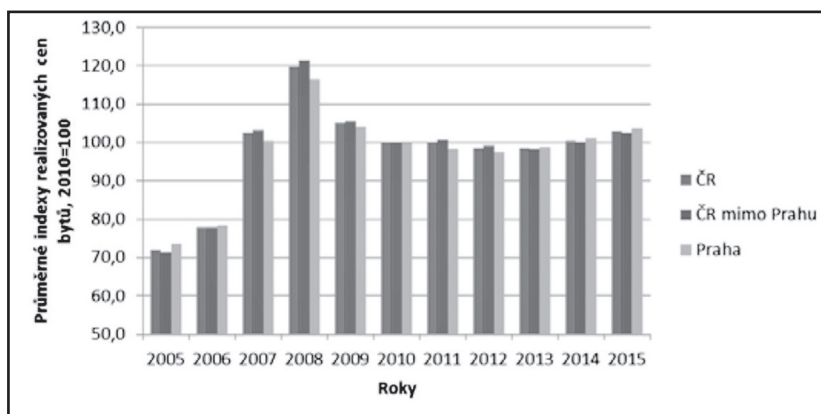
2.2 Trh s nemovitými věcmi

Nemovitostní trh je ekonomickým systémem, součástí tržní ekonomiky; je možno jej definovat jako místo, kde se střetává nabídka s poptávkou, objektem jsou nemovité věci resp. vlastnická práva k nim, subjekty jsou prodávající a kupující, příp. nájemce a pronajímatel. Tyto dvě kategorie subjektů jsou zároveň nabídkou i poptávkou na nemovitostním trhu. Na tomto trhu se utváří cena nemovitých věcí a služeb s nimi spojených. Tyto subjekty vytvářejí trh v úzkém slova smyslu a cenovou hladinu tržních cen (příp. nájmu) nemovitých věcí. Nemovitostní trh má následující specifika:

1. Předmětem obchodu jsou v zásadě nepřemístitelné věci, v případě pozemků nereplikovatelné, tedy je předmět determinován svým umístěním.
2. Předmět obchodu v rámci výdajů domácností je většinou největší složkou výdajů.



Obr. 2 Regiony, které se podílejí nejvíce na tvorbě HDP v ČR v % (HDP ČR=100) (www.risy.cz, vlastní tvorba).
Figure 2 Regions that contribute the most to the GDP in the Czech Republic in % (GDP CZ=100) (www.risy.cz, own creation).



Obr. 3 Průměrné indexy realizovaných cen bytů (2010 = 100) (data: ČSÚ, graf: vlastní tvorba).
 Figure 3 The average realized price indices of flats (2010 = 100) (data: CSO, graph: own creation)

Tab. 3 Průměrné indexy realizovaných cen bytů dle kraje (2010 = 100) (data: ČSÚ, graf: vlastní tvorba).
 Table 3 Average realized prices indices of flats according to the Region (2010 = 100) (Data: CSO, graph: own creation).

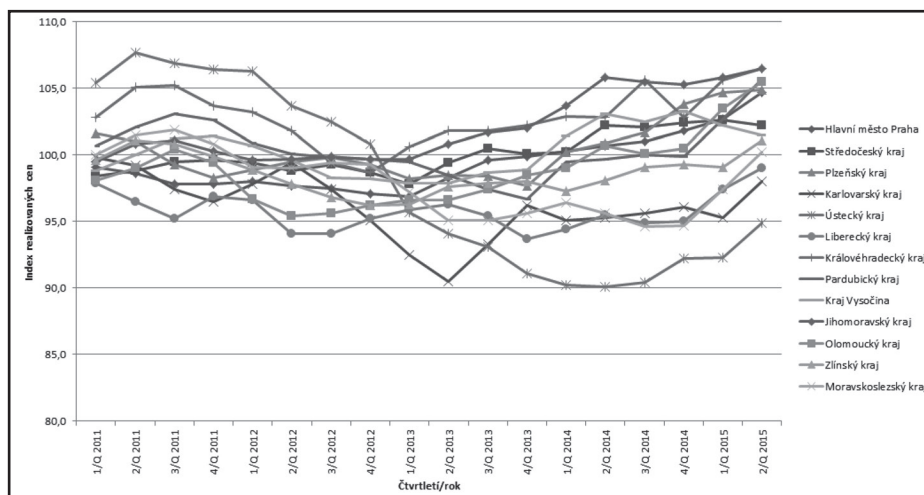
	relat. váha	rok 2011				rok 2012				rok 2013				rok 2014				rok 2015 odhad	
		čtvrtletí				čtvrtletí				čtvrtletí				čtvrtletí				čtvrtletí	
		1/Q	2/Q	3/Q	4/Q	1/Q	2/Q	3/Q	4/Q	1/Q	2/Q	3/Q	4/Q	1/Q	2/Q	3/Q	4/Q	1/Q	2/Q
Hlavní město Praha	333,3	99,1	98,6	97,8	97,8	98,0	97,7	97,5	97,1	96,9	98,3	99,6	99,9	100,3	100,7	101,0	101,8	102,7	104,7
Středočeský kraj	117,7	98,4	98,8	99,5	99,6	99,4	98,8	99,3	98,7	97,8	99,4	100,5	100,1	100,2	102,2	102,1	102,4	102,6	102,2
Jihočeský kraj	33,8	99,1	99,7	100,0	100,1	99,4	98,4	98,1	98,6	99,7	100,3	99,9	99,4	100,6	101,1	101,0	101,1	104,0	106,0
Plzeňský kraj	58,1	101,6	101,0	99,3	98,3	98,9	99,5	99,8	99,3	98,2	98,5	98,4	97,7	100,2	100,9	101,7	103,8	104,7	104,9
Karlovarský kraj	31,7	99,8	99,2	97,4	96,5	97,8	99,4	97,4	95,1	92,5	90,5	93,3	96,2	95,1	95,3	95,6	96,1	95,3	98,0
Ústecký kraj	40,1	105,4	107,7	106,9	106,4	106,3	103,7	102,5	100,8	95,7	94,1	93,1	91,1	90,2	90,1	90,4	92,2	92,3	94,9
Liberecký kraj	32,3	97,9	96,5	95,2	96,9	96,6	94,1	94,1	95,2	95,9	96,3	95,4	93,7	94,4	95,5	94,9	95,0	97,4	99,0
Královéhradecký kraj	38,6	102,8	105,1	105,2	103,7	103,2	101,8	99,4	98,7	100,6	101,8	101,8	102,2	102,9	102,8	105,6	102,8	105,6	106,5
Pardubický kraj	34,7	100,7	102,1	103,1	102,6	100,9	100,1	99,8	99,7	99,5	98,5	97,4	96,7	99,5	99,7	100,0	99,9	102,7	105,7
Kraj Vysočina	22,9	98,8	100,0	101,2	101,4	100,7	99,6	98,3	98,2	97,9	97,9	98,7	98,9	101,4	103,1	102,5	103,3	102,2	101,5
Jihomoravský kraj	119,0	99,5	100,8	101,1	100,3	99,6	99,7	99,9	99,7	99,7	100,8	101,7	102,0	103,7	105,8	105,5	105,3	105,8	106,5
Olomoucký kraj	45,0	98,1	99,0	100,4	99,4	96,7	95,4	95,6	96,2	96,6	96,6	97,4	98,5	99,0	100,7	100,1	100,5	103,5	105,5
Zlínský kraj	35,0	99,6	101,1	100,8	99,9	98,9	97,8	96,8	96,2	96,3	97,6	97,9	98,0	97,3	98,1	99,1	99,3	99,1	101,1
Moravskoslezský kraj	57,8	100,0	101,5	101,9	100,8	99,1	99,0	99,4	99,3	97,2	95,1	95,1	95,6	96,4	95,6	94,6	94,7	97,4	100,2

- Z hlediska domácností se jedná o malou četnost jednotlivých prodejů (na rozdíl např. od potravin, které jsou kupovány denně).
- Likvidita je velmi nízká, nemovitě věci jsou mnohdy obchodovány několik měsíců.

Tento článek je zaměřen na rezidenční nemovitě věci. Vývoj cen rezidenčních nemovitých věcí v České republice kopíroval světový trend, i když v České republice nedošlo k tak výrazným cenovým propadům jako v jiných státech. Od roku 2006 docházelo k výraznému zvyšování cen, které skončilo v roce 2008 s tzv. finanční krizí, kdy došlo k výraznému poklesu cen. Tento pokles však nedoznal tak výrazných tendencí jako v jiných státech.

S poklesem cen bylo spojeno pozastavení developerské výstavby a obecně utlumení stavebnictví, neboť došlo mj. k poklesu poptávky. Jak ukazuje graf na obr. 3, pokud se nebude uvažovat výrazná změna v letech 2007–2009, jedná se o vývoj cen stabilně rostoucích. Tento a následující grafy a tabulky vycházejí z tzv. průměrných indexů realizovaných cen bytů (srovnáno k roku 2010=100), kdy zdrojem jsou data Českého statistického úřadu (ČSÚ).

Přibližně od roku 2010 opět dochází k oživení trhu, které bylo způsobeno poptávkovými stimuly (zvýšení dolní sazby DPH, deregulace nájemného). K oživení trhu dále přispěly velmi nízké úrokové sazby hypotečních úvěrů (obvyklá sazba hypotečního úvěru se od roku 2015 nachází pod úrovní 2% p. a.). (Podrobně viz



Obr. 4 Průměrné indexy realizovaných cen bytů dle kraje (2010=100) (data: ČSÚ, graf: vlastní tvorba).
 Figure 4 Average realized prices indices of flats according to the Region (2010=100) (Data: CSO, graph: own creation).

článek autorky “Globální finanční krize a její dopad na nemovitostní trh”, konference JuFoS 2015). Konkrétní data týkající se vývoje cen bytových jednotek jsou uvedena v tab. 3.

Jak je uvedeno výše, nemovitostní trh je ze své podstaty regionální záležitostí, a je nutno zanalyzovat vývoj cen také podle jednotlivých krajů. Pro názornost je tab. 3 převedena do grafu na obr. 4. Důvodem je možnost, že pokud se vývoj hodnotí průměrně, nemusí údaj nic vypovídat o konkrétním kraji. Stejně tak je důležité sledovat i RHDP, jak je uvedeno v předchozí kapitole.

2.3 Vzájemný vliv faktorů

Předmětem tohoto článku je potvrzení/vyvrácení vlivu vývoje HDP na vývoj cen nemovitých věcí, popř. do jaké míry jsou tyto veličiny na sobě závislé či nakolik o sobě mohou vypovídat. V případě, že budou hodnoty testovány, je potřeba upravit vstupní data. Ceny nemovitých věcí jsou uvažovány ve svých indexech dle statistiky ČSÚ, tzv. Indexy cen realizovaných nemovitých věcí. Poněvadž je nutno veličiny porovnávat, je také nutno porovnávat shodné

výstupy. Tedy, index cen nemovitých věcí je nutno přepočítat na roční přírůstky. Tím budou získána relevantní data, vhodná pro další výpočty (tab. 4).

3. METODA ŘEŠENÍ

Pro zjištění vzájemného vlivu výše uvedených veličin je možno využít postupy statistiky popř. matematické statistiky. Jako vhodné se jeví v tomto případě využít regresní analýzu, konkrétně lineární regresi. Tato metoda není sice běžně využívána v oboru oceňování, nicméně někteří vědci ji již používají a popisují ve svých publikacích, např. Zbyněk Zazvonil v publikaci „Porovnávací hodnota nemovitosti“ [11].

Regresní analýza jako statistická metoda umožňuje odhadovat hodnotu závisle proměnné na základě znalosti nezávisle proměnných. V případě lineární regrese se jedná o nalezení vzorce závislosti, kde x je nezávislá proměnná (v tomto případě vývoj

Tab. 4 Průměrné indexy realizovaných cen bytů (2010=100) a výpočet ročního přírůstku v % (data: ČSÚ, přepočít: vlastní tvorba).

Table 4 Average realized prices indices of flats (2010=100) and the calculation of annual increment in % (data: CSO, conversion: own creation).

	Průměrné indexy (2010 = 100) realizovaných cen bytů		
	ČR	ČR mimo Prahu	Praha
2005	72,0	71,2	73,6
2006	78,0	77,9	78,3
2007	102,4	103,3	100,4
2008	119,8	121,4	116,5
2009	105,1	105,5	104,2
2010	100,0	100,0	100,0
2011	99,8	100,5	98,3
2012	98,6	99,1	97,6
2013	98,4	98,2	98,7
2014	100,4	100,2	101,0
2015	102,9	102,4	103,7

	Přírůstky oproti předchozímu roku v % realizovaných cen bytů		
	ČR	ČR mimo Prahu	Praha
2005	–	–	–
2006	8,33	9,41	6,39
2007	31,28	32,61	28,22
2008	16,99	17,52	16,04
2009	–12,27	–13,10	–10,56
2010	–4,85	–5,21	–4,03
2011	–0,20	0,50	–1,70
2012	–1,20	–1,39	–0,71
2013	–0,20	–0,91	1,13
2014	2,03	2,04	2,33
2015	2,49	2,20	2,67

HDP) a y proměnná závislá (přírůstek indexu cen bytů). Rovnice lineární regrese je následující:

$$y = k \times x + q,$$

kde koeficienty k a q určují svojí hodnotou vlastnosti dané přímky, y je hodnota závisle proměnné, x je hodnota nezávisle proměnné.

Data jsou zakreslena do bodového grafu, tzv. korelačního pole a je nutné ověřit, zda mezi veličinami existuje závislost, tzv. regrese. Je potřebné určit koeficienty k a q , neboť hodnoty x a y jsou známy. Koeficient k určuje sklon přímky, koeficient q určuje posun přímky a určuje průsečík přímky s osou y ; jedná se o regresní koeficient, které určují svojí hodnotou vlastnosti dané přímky. Korelační koeficient určuje mezi dvěma proměnnými jejich souvislost, zda existuje či nikoliv a zda je možno vyslovit predikci. Regresní analýza je navíc schopna popsat velikost vlivu nezávisle proměnné x na závisle proměnné y . Platí, že závisle proměnná y je měřena na intervalové úrovni a nezávisle proměnná x je intervalová nebo dichotomická (tzn. proměnná, nabývající pouze dvou hodnot). [6,7]

Dále je nutno zjistit kvalitu a vhodnost regresního modelu. Využívají se hodnoty R a R^2 . Hodnota R je tzv. Pearsonův korelační koeficient. V případě, že druhé momenty náhodných veličin x a y jsou konečné, korelační koeficient nabývá hodnot z intervalu $\langle -1, 1 \rangle$. Při nezávislosti veličin je korelační koeficient roven 0. Platí vztah, že čím vyšší je v regresní analýze hodnota R , tím vyšší je jistota, že model vyhovuje vloženým datům. Index determinace R^2 (nenásobený stem) určuje, jak přesná je predikce dle zjištěné regresní rovnice; nabývá hodnoty v intervalu $\langle 0, 1 \rangle$. Pokud jsou data rozložena příliš daleko od regresní přímky, jedná se o velkou chybu a hodnota R^2 bude nízká. Naopak, pokud data budou v blízkosti regresní přímky, jedná se o malou chybu a R^2 bude nabývat vysokých hodnot. R^2 určuje, jaký podíl rozptylu v pozorování závisle proměnné se podařilo regresi vysvětlit. Čím vyšší je procento, tím větší je úspěšnost regresní analýzy. Při vynásobení stem je získán index determinace. Jinými slovy, R^2 udává, při vynásobení stem, kolik procent rozptylu hledané proměnné je možné objasnit modelem a kolik zůstane neobjasněno. [6]

Na závěr regresní analýzy je vhodné provést autokorelaci na základě analýzy reziduí (rozdílů mezi hodnotou vysvětlované

proměnné, tzv. regresoru, a odpovídající hodnotě regresní funkce)²⁾. Autokorelace v regresním modelu znamená možnost, že náhodné chyby jsou navzájem závislé a že je mezi nimi regresní vztah. Při autokorelaci je nahlíženo na rezidua jako na konkrétní hodnoty náhodné složky z regresního modelu. K testování je zpravidla využívána Durbin-Watsonova statistika, jejíž rovnice je uvedena níže:

$$D = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})}{\sum_{i=2}^n e_i^2}.$$

Hodnoty jsou v intervalu $\langle 0, 4 \rangle$; pokud je hodnota D menší než 2, jedná se o pozitivní autokorelaci, hodnoty vyšší než 2 značí autokorelaci negativní. [9]

Výpočty lze provést v profesionálních statistických programech (v tomto případě je užít program Statgraphics) nebo v programech jako je OpenOffice či Microsoft Excel (tyto programy většina expertů vlastní a jsou schopni využít plně jejich funkcí).

3.1 Aplikace lineární regrese

Tato případové studie vychází z premisy, že ceny nemovitých věcí jsou závislé na vývoji HDP a ne naopak. Vztah lineární regrese je tedy slovně vyjádřen rovnicí:

$$\text{odhadovaný přírůstek ceny bytů} = k \times \text{HDP} + q.$$

Při dosazení dat v rámci výpočtu lineární regrese jsou za nezávisle proměnnou dosazeny hodnoty HDP, za závisle proměnnou přírůstky cen indexů bytů celé České republiky kromě Prahy z toho důvodu,

²⁾ Rezidua jsou základním diagnostickým nástrojem, a to nejen při hodnocení kvality regresní funkce, ale i obecněji při posuzování oprávněnosti předpokladů zvoleného regresního modelu. Jakákoli systematická (nenáhodná) zjištěná u rezidui indikuje nějaký (zatím neidentifikovaný) nedostatek odhadnutého regresního modelu. Může to být chybně zvolený typ regresní funkce, nevhodný plán experimentu, nenáhodný výběr, nesprávně zvolené vysvětlující proměnné, nesplnění předpokladů metody, špatné představy o modelu, chybná nebo příliš vlivná pozorování, silná vzájemná závislost vysvětlujících proměnných, ale i jiná narušení regresní úlohy [12]

Tab. 5 Určení závisle a nezávisle proměnných (data: ČSÚ, tabulka: vlastní tvorba).
Table 5 Determining dependent and independent variables (data: CSO, table: own creation).

Rok	Závisle proměnná – přírůstky indexu cen bytů v %, ČR mimo Prahu oproti cenám předchozího roku	Nezávisle proměnná – HDP v %, přírůstky HDP proti minulému roku
2006	9,41	6,9
2007	32,61	5,5
2008	17,52	2,7
2009	-13,10	-4,8
2010	-5,21	2,3
2011	0,50	2,0
2012	-1,39	-0,9
2013	-0,91	-0,5
2014	2,04	2,0
2015	2,20	4,7

Tab. 6 Koeficienty (Statgraphics).
Table 6 Coefficients (Statgraphics).

	Nejmenší čtverce (Least squares)	Standard	T	
Parametr (Parameter)	Odhad (Estimate)	Chyba (Error)	Statistika (Statistic)	P-hodnota (P-Value)
Intercept	-0,805296	3,64103	-0,221172	0,8305
Slope	2,59563	0,957404	2,71111	0,0266

Tab. 7 Analýza rozptylu (Statgraphics).
Table 7 Analysis of variance (Statgraphics).

Zdroj (Source)	Součet čtverců (Sum of Squares)	Stupně volnosti (Df)	Průměr čtverců (Mean Square)	F-poměr (F-Ratio)	P-hodnota (P-Value)
Model	707,609	1	707,609	7,35	0,0266
Residual	770,175	8	96,2719		
Total (celkem)	1477,78	9			

Tab. 8 Shrnutí výsledků tab. 5 a 6 (Statgraphics).
Table 8 Summary of Results Table 5 and 6 (Statgraphics).

Korelační koeficient	Correlation Coefficient	= 0,691976
R ²	R-squared	= 47,8831 %
R ² (očištěno o d.f.)	R-squared (adjusted for d.f.)	= 41,3685 %
Standardní chyba odhadu	Standard Error of Est.	= 9,81182
Průměrná absolutní odchylka	Mean absolute error	= 6,70705
Durbin-Watsonova statistika (P-hodnota)	Durbin-Watson statistic	= 1,49234 (P = 0,1574)
Reziduální autokorelace	Residual autocorrelation	= 0,160416

že nemovitostní trh Prahy je velmi specifický. Hodnoty jsou uvedeny v tab. 5.

Při využití statistického softwaru Statgraphics jsou hodnoty uvedeny v tab. 6, 7 a 8, dále následuje slovní zhodnocení.

Výstupy programu Statgraphics jsou následující: výstup ukazuje výsledky vhodnosti lineárního modelu k popsání vztahu mezi vývojem cen nemovitých věcí (v tomto případě přírůstku indexu cen bytových jednotek) a vývojem HDP. Rovnice daného modelu je:

odhadovaný přírůstek ceny bytů = $-0,805296 + 2,59563 \times \text{HDP}$.

Poněvadž P-hodnoty (P-value) v Tab. 7 Analýza rozptylu jsou nižší než 0,05, znamená to, že vztah mezi vývojem cen a HDP je statisticky významný na hladině spolehlivosti 95,0 %. Statistika R² (přesnost predikce) naznačuje, že model je schopen objasnit 47,8831% rozptylu hledané proměnné. Korelační koeficient je roven 0,691976 a indikuje středně silný vztah mezi proměnnými. Standardní chyba odhadu ukazuje standardní odchylku rezidua ve výši 9,81182. Průměrná absolutní odchylka (Mean Absolute Error) ve výši 6,70705 je průměrná hodnota rezidua. Durbin – Watsonova statistika testuje rezidua k určení, zda existuje významná korelace založená na pořadí, v jakém se data objevují v datovém souboru. Vzhledem k tomu, že P-hodnota (P-value) je větší než

0,05, neexistuje žádný náznak sériové autokorelace v rezidui na hladině spolehlivosti 95,0%.

Výše uvedené výpočty lze také nasimulovat v programu Microsoft Excel či v programu OpenOffice. Je možno využít více způsobů, jak hledané hodnoty zjistit a jejich výsledkem jsou stejné hodnoty. V programu Microsoft Excel se jedná například o tyto příkazy:

1. Výpočet pomocí funkcí INTERCEPT a SLOPE, případně FORECAST.
2. Maticový vzorec LINREGRESE.
3. Zakreslení dat do bodového grafu, tzv. korelační pole.
4. Analytické nástroje.

Při využití programu Microsoft Excel se postupuje postupně v jednotlivých krocích. K demonstraci výše uvedených přístupů zde bude uveden postup 1 a 3. Při výpočtu za využití metody č. 1 je třeba zjistit, jaká je závislost mezi dvěma soubory dat na sobě lineárně závislých. Jinými slovy, jak přesně závisí proměnná y na proměnné x.

Postup v případě způsobu „1. Výpočet pomocí funkcí INTERCEPT a SLOPE, případně FORECAST“ je následující:

Krok 1. Příprava dat. Na kartě Microsoft Excelu budou zkopírována data, se kterými se bude později pracovat. V tomto

	A	B	C	D	E
1	Krok 1				
2		Rok	Závisle proměnná- přírůstky indexu cen bytů v %, ČR mimo Prahu oproti cenám předchozího roku	Nezávisle proměnná- HDP v % přírůstky HDP proti minulému roku	
3		2006	9,41	6,9	
4		2007	32,61	5,5	
5		2008	17,52	2,7	
6		2009	-13,10	-4,8	
7		2010	-5,21	2,3	
8		2011	0,50	2,0	
9		2012	-1,39	-0,9	
10		2013	-0,91	-0,5	
11		2014	2,04	2,0	
12		2015	2,20	4,7	
13					

Obr. 5 Lineární regrese (data: ČSÚ, graf: Excel, vlastní tvorba).
Figure 5 Linear regression (data: CS, graph: Excel, own creation).

		C14		fx		=SLOPE(C3:C12;D3:D12)	
1	Krok 1						
2		Rok	Závisle proměnná- přírůstky indexu cen bytů v %, ČR mimo Prahu oproti cenám předchozího roku	Nezávisle proměnná- HDP v % přírůstky HDP proti minulému roku			
3		2006	9,41	6,9			
4		2007	32,61	5,5			
5		2008	17,52	2,7			
6		2009	-13,10	-4,8			
7		2010	-5,21	2,3			
8		2011	0,50	2,0			
9		2012	-1,39	-0,9			
10		2013	-0,91	-0,5			
11		2014	2,04	2,0			
12		2015	2,20	4,7			
13							
14	Krok 2		2,596499062				
15							

Obr. 6 Lineární regrese (data: ČSÚ, graf: Excel, vlastní tvorba).
Figure 6 Linear regression (data: CS, graph: Excel, own creation).

případě výše uvedená tabulka č. 5 se závisle a nezávisle proměnnými (závisle proměnná – přírůstky indexu cen bytů v %, ČR mimo Prahu oproti cenám předchozího roku a nezávisle proměnná – HDP v % přírůstky HDP proti minulému roku) viz obr. 5.

Krok 2. Výpočet parametru k . Funkce SLOPE vypočítává parametr k . Pro tuto funkci je příkaz pro vzorec v příkazovém řádku Microsoft Excelu následující (obr. 6):

=SLOPE(hodnoty závisle proměnné; hodnoty nezávisle proměnné).

Krok 3. Výpočet parametru q . Funkce INTERCEPT vypočítává parametr q . Pro tuto funkci je příkaz pro vzorec v příkazovém řádku Microsoft Excelu následující (obr. 7):

=INTERCEPT(hodnoty závisle proměnné; hodnoty nezávisle proměnné).

Při dosazení výše uvedených dat jsou získány hodnoty mírně se lišící od výsledků statistického program, z blíže neurčeného důvodu, $k = 2,5964$ a $q = -0,80003$.


Pozn. Funkce FORECAST vypočítává současně INTERCEPT a SLOPE a bere v potaz určitou hodnotu nezávislé proměnné (x); jejím výsledkem je hodnota závisle proměnné (y).

Dále je vhodné výše uvedený způsob doplnit způsobem označeným jako „3. Zakreslení dat do bodového grafu, tzv. korelační pole“. Výsledkem je grafické znázornění tabulky analýzy rozptylu, navíc je možnost zvolit v rámci nabídky grafu doplnění parametru k , q a hodnoty R^2 . postup je následující:

Krok 4. Vytvoření korelačního pole. Korelační pole je vytvořeno: Vložení-Grafy, bodový (obr. 8).

C16				
fx =INTERCEPT(C3:C12;D3:D12)				
	A	B	C	D
1	Krok 1			
		Rok	Závisle proměnná- přírůstky indexu cen bytů v %, ČR mimo Prahu oproti cenám předchozího roku	Nezávisle proměnná- HDP v % přírůstky HDP proti minulému roku
2				
3		2006	9,41	6,9
4		2007	32,61	5,5
5		2008	17,52	2,7
6		2009	-13,10	-4,8
7		2010	-5,21	2,3
8		2011	0,50	2,0
9		2012	-1,39	-0,9
10		2013	-0,91	-0,5
11		2014	2,04	2,0
12		2015	2,20	4,7
13				
14	Krok 2		2,596499062	
15				
16	Krok 3		-0,800033134	
17				

Obr. 7 Lineární regrese (data: ČSÚ, graf: Excel, vlastní tvorba).
Figure 7 Linear regression (data: CS, graph: Excel, own creation).



C18						
fx						
	A	B	C	D	E	F
1	Krok 1					
		Rok	Závisle proměnná- přírůstky indexu cen bytů v %, ČR mimo Prahu oproti cenám předchozího roku	Nezávisle proměnná- HDP v % přírůstky HDP proti minulému roku		
2						
3		2006	9,41	6,9		
4		2007	32,61	5,5		
5		2008	17,52	2,7		
6		2009	-13,10	-4,8		
7		2010	-5,21	2,3		
8		2011	0,50	2,0		
9		2012	-1,39	-0,9		
10		2013	-0,91	-0,5		
11		2014	2,04	2,0		
12		2015	2,20	4,7		
13						

Obr. 8 Lineární regrese (data: ČSÚ, graf: Excel, vlastní tvorba).
Figure 8 Linear regression (data: CS, graph: Excel, own creation).

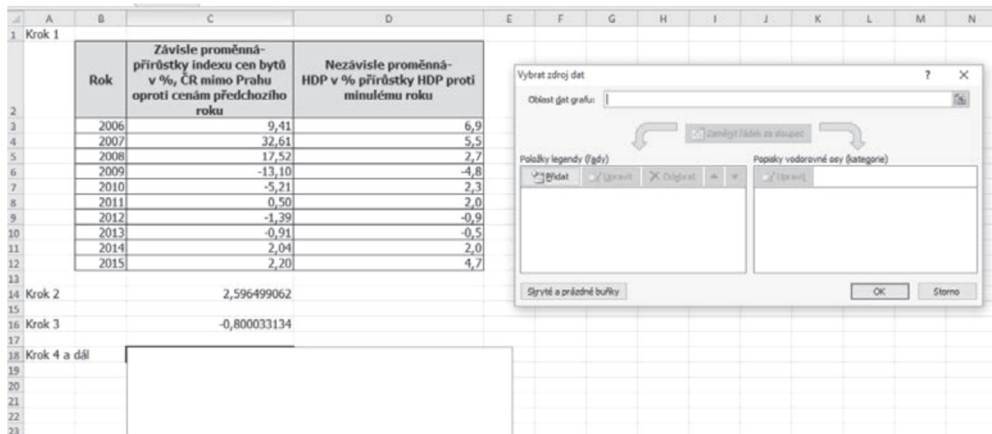
Krok 5. Vytvoří se prázdný obdélník, kliknutím pravého tlačítka myši kdekoli v tomto obdélníku vyjde nabídka, kde je vybrána možnost „Vybrat data“. Objeví se tabulka, kde je možno zadat data pro *x-ovou* a *y-ovou* souřadnici (obr. 9).

Krok 6. Tlačítko přidat umožní zadat požadovaná data. Pro data na *x-ovou* souřadnici jsou vybrána data nezávisle proměnné (HDP) a na *y-ovou* souřadnici závisle proměnné (přírůstky indexu cen bytů). Výběr se provádí kliknutím na první buňku s požadovaným

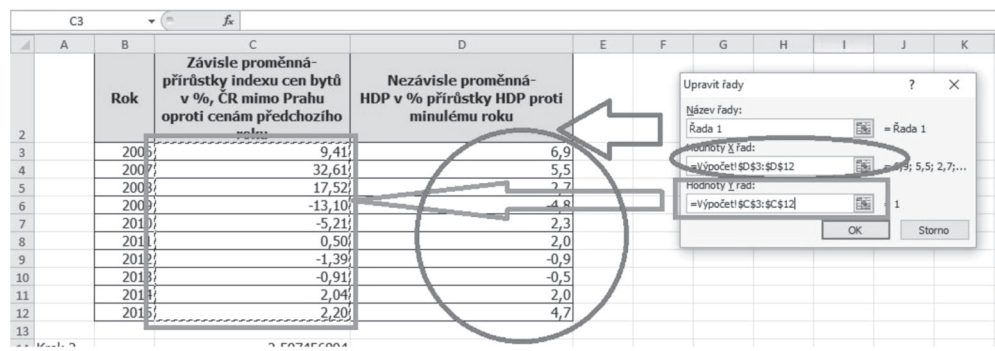
datem a dále stiskem klávesy *SHIFT* a šipky dolů (obr. 10a).

Dále se klikne na tlačítko „OK“. A podruhé „OK“ na tabulce uveden v kroku 5. Nyní je vytvořen graf (obr. 10b).

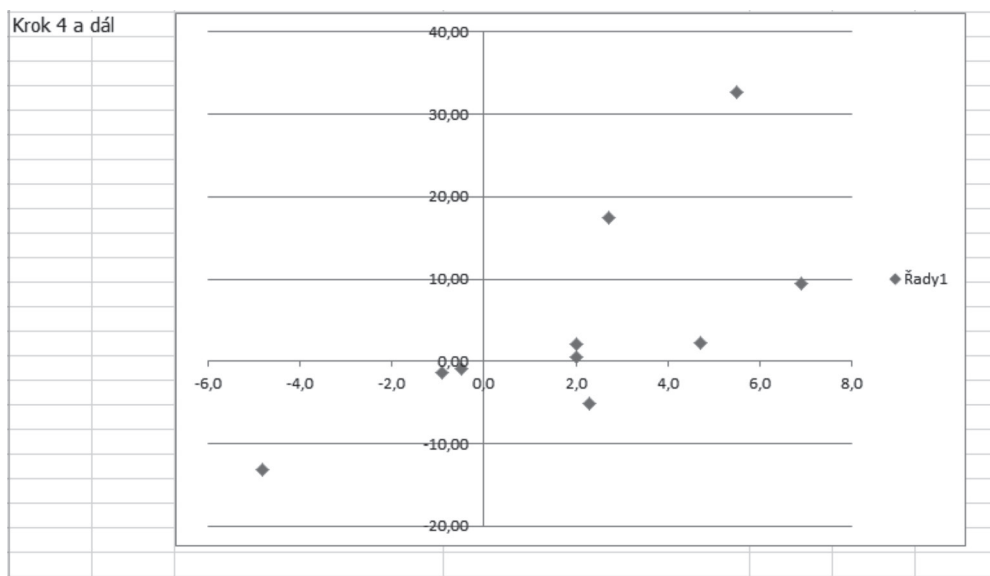
Krok 7. Pro vytvoření spojnice bodového grafu se označí jeden bod a příkazem *Přidat spojnici trendu* je vybrána možnost *Lineární* a *Zobrazit rovnici grafu*, *Zobrazit rovnici v grafu* a *Zobrazit hodnotu spolehlivosti* (obr. 10c).



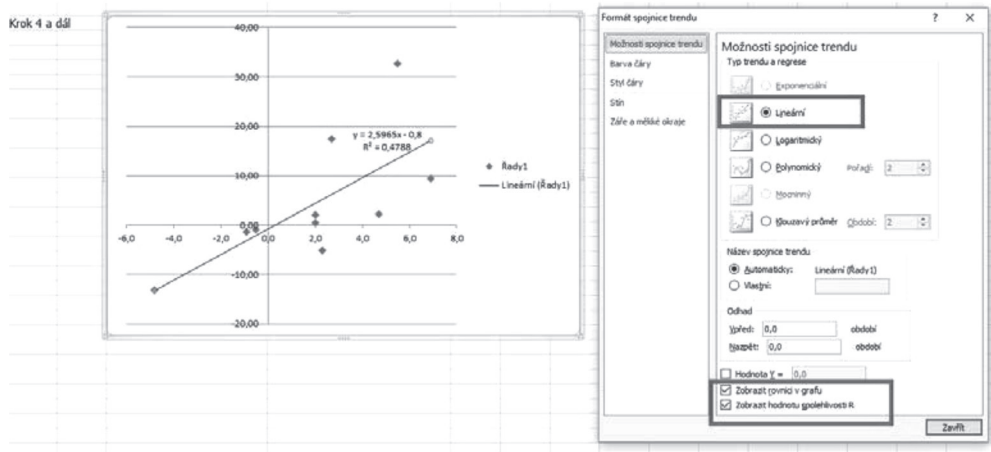
Obr. 9 Lineární regrese (data: ČSÚ, graf: Excel, vlastní tvorba).
Figure 9 Linear regression (data: CS, graph: Excel, own creation).



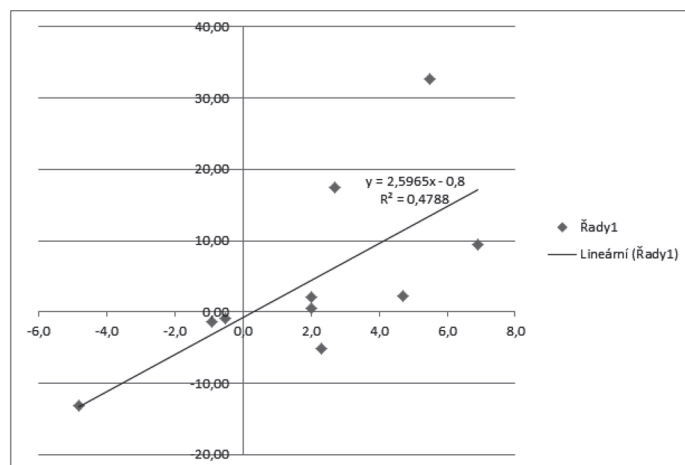
Obr. 10a.
Figure 10a.



Obr. 10b.
Figure 10b.



Obr. 10c Lineární regrese (data: ČSÚ, graf: Excel, vlastní tvorba).
Figure 10c Linear regression (data: CS, graph: Excel, own creation).



Obr. 11 Lineární regrese (data: ČSÚ, graf: Excel, vlastní tvorba).
Figure 11 Linear regression (data: CS, graph: Excel, own creation).

Krok 8. Výsledkem je lineární přímka a zároveň vypočtené hodnoty k , q (zde označeny jako y , x) a R^2 (obr. 11).

Stejné hodnoty jsou získány metodami č. 2 a 4.

Pokud bude proveden zpětný přepočítání díky zjištěným hodnotám k a q , jsou získána data uvedená v tab. 9.

Na obr. 12 je uveden graf vycházející z výše uvedeného přepočtu výsledků dle lineární regrese.

Analogicky s předchozím postupem je možné provést výpočty týkající se jednotlivých regionů. Nejprve je proveden

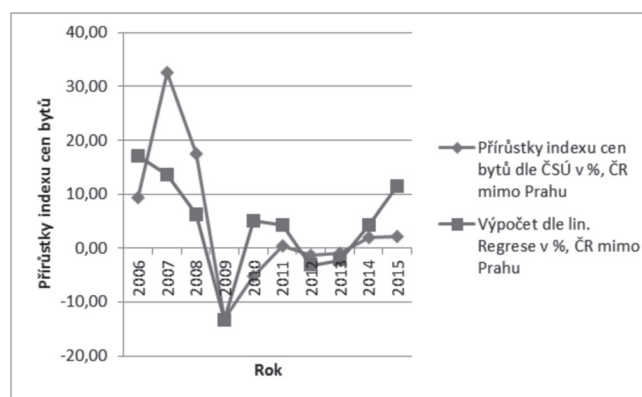
výpočet pomocí statistického programu Statgraphics. Při využití statistického softwaru Statgraphics jsou hodnoty uvedeny v tab. 10, 11 a 12, dále následuje slovní zhodnocení.

Výstupy programu Statgraphics jsou následující: výstup ukazuje výsledky vhodnosti lineárního modelu k popsání vztahu mezi vývojem cen nemovitých věcí (v tomto případě přírůstku indexu cen bytových jednotek) a vývojem HDP. Rovnice daného modelu je:

$$\text{odhadovaný přírůstek ceny bytů, Praha} = -0,0724656 + 8,43847 \times \text{RHDP}$$

Tab. 9 Výpočet dle výsledků lineární regrese (data: ČSÚ, tabulka a výpočty: vlastní tvorba).
Table 9 Calculation based on the results of linear regression (data: CSO, table and calculations: own creation).

Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
HDP dle ČSÚ ČR v %	6,88	5,53	2,71	-4,84	2,30	1,97	-0,90	-0,53	1,98	4,70	2,30
Přírůsteky indexu cen bytů dle ČSÚ v %, ČR mimo Prahu	9,41	32,61	17,52	-13,10	-5,21	0,50	-1,39	-0,91	2,04	2,20	-
Výpočet dle lin. regrese v %, ČR mimo Prahu	17,05	13,55	6,23	-13,38	5,15	4,30	-3,14	-2,18	4,33	11,40	5,95



Obr. 12 Porovnání přírůstku indexů cen bytů v % a výsledků výpočtu na základě lineární regrese v % (data: ČSÚ, graf: vlastní tvorba).
 Figure 12 Comparing the increase of indices of flat prices (%) and the calculation results based on linear regression (%) (data: CSO, graph: own creation).

Tab. 10 Koefficienty (Statgraphics).

Table 10 Coefficients (Statgraphics).

	Nejmenší čtverce (Least squares)	Standard	T	
Parametr (Parameter)	Odhad (Estimate)	Chyba (Error)	Statistika (Statistic)	P-hodnota (P-Value)
Intercept	-0,0724656	3,27609	-0,0221195	0,9829
Slope	8,43847	3,5237	2,39477	0,0435

Tab. 11 Analýza rozptylu (Statgraphics).

Table 11 Analysis of variance (Statgraphics).

Zdroj (Source)	Součet čtverců (Sum of Squares)	Stupně volnosti (Df)	Průměr čtverců (Mean Square)	F-poměr (F-Ratio)	P-hodnota (P-Value)
Model	451,457	1	451,457	5,73	0,0435
Residual	629,763	8	78,7204		
Total (celkem)	1081,220	9			

Tab. 12 Shrnutí výsledků Tab. 5 a 6 (Statgraphics).

Table 12 Summary of results Table 5 and 6 (Statgraphics).

Korelační koeficient	Correlation Coefficient	= 0,646177
R ²	R-squared	= 41,7544 %
R ² (očištěno o d.f.)	R-squared (adjusted for d.f.)	= 34,4737 %
Standardní chyba odhadu	Standard Error of Est.	= 8,87245
Průměrná absolutní odchylka	Mean absolute error	= 6,22615
Durbin-Watsonova statistika (P-hodnota)	Durbin-Watson statistic	= 1,48773 (P = 0,1586)
Reziduální autokorelace	Residual autocorrelation	= 0,174384

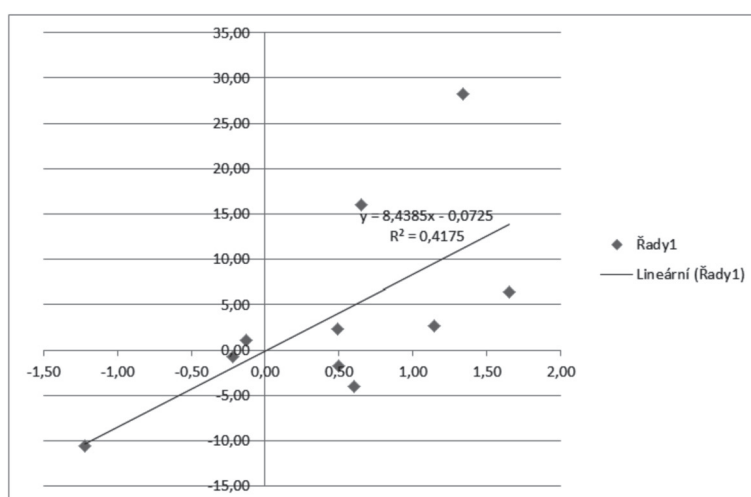
Poněvadž P-hodnoty (P-value) v tab. 10 jsou nižší než 0,05, znamená to, že vztah mezi vývojem cen v Praze a RHDP je statisticky významný na hladině spolehlivosti 95,0 %. Statistika R^2 (přesnost predikce) naznačuje, že model je schopen objasnit 41,7544 % rozptylu hledané proměnné. Korelační koeficient je roven 0,646177 a indikuje středně silný vztah mezi proměnnými. Standardní chyba odhadu ukazuje standardní odchylku rezidua ve výši 8,87245. Průměrná absolutní odchylka (Mean Absolute

Error) ve výši 6,22615 je průměrná hodnota rezidua. Durbin – Watsonova statistika testuje rezidua k určení, zda existuje významná korelace založená na pořadí, v jakém se data objevují v datovém souboru. Vzhledem k tomu, že P-hodnota (P-value) je větší než 0,05, neexistuje žádný náznak sériové autokorelace v reziduu na hladině spolehlivosti 95,0%.

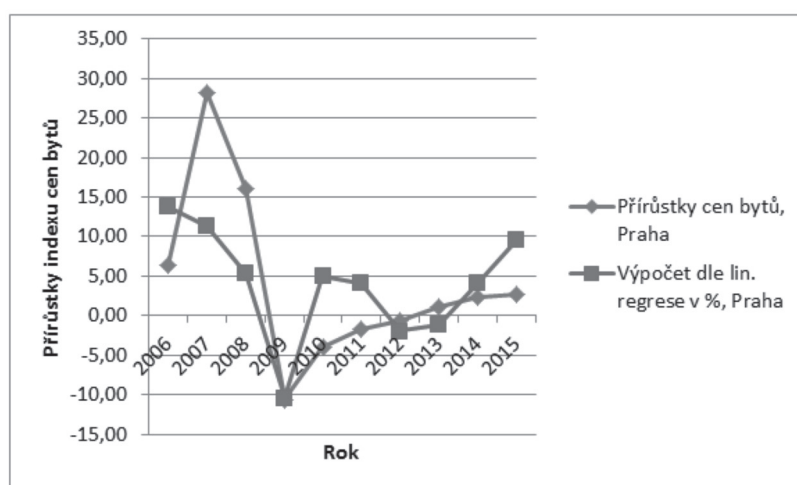
Výpočet pomocí programu MS Excel je proveden dle postupu uvedeného výše. Závisle proměnná vychází z údajů uvedených

Tab. 13 Určení závisle a nezávisle proměnných, Praha (data: ČSÚ, tabulka: vlastní tvorba).
 Table 13 Determining dependent and independent variables, Prague (data: CSO, table: own creation).

Rok	Závisle proměnná – přírůstky indexu cen bytů v %, Praha, oproti cenám předchozího roku	Nezávisle proměnná – HDP v % přírůstky HDP proti minulému roku, podíl Prahy na tvorbě celorepublikové HDP
2006	6,39	1,65
2007	28,22	1,34
2008	16,04	0,65
2009	-10,56	-1,22
2010	-4,03	0,60
2011	-1,70	0,50
2012	-0,71	-0,22
2013	1,13	-0,13
2014	2,33	0,49
2015	2,67	1,14



Obr. 13 Lineární regrese, Praha (data: ČSÚ, graf: Excel, vlastní tvorba).
 Figure 13 Linear regression, Prague (data: CS, graph: Excel, own creation).



Obr. 14 Porovnání přírůstku indexu cen bytů, Praha, v % a výsledků výpočtu na základě lineární regrese v % (data: ČSÚ, graf: vlastní tvorba).
 Figure 14 Comparing the increase of indices of flat prices, Prague, (%) and the calculation results based on linear regression (%) (data: CSO, graph: own creation).

Tab. 14 Výpočet dle výsledků lineární regrese, Praha (data: ČSÚ, tabulka a výpočty: vlastní tvorba).

Table 14 Calculation based on the results of linear regression, Prague (data: CSO, table and calculations: own creation).

Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HDP dle ČSÚ Praha v %	1,65	1,34	0,65	-1,22	0,60	0,50	-0,22	-0,13	0,49	1,14
Přírůstky indexu cen bytů dle ČSÚ v %, Praha	6,39	28,22	16,04	-10,56	-4,03	-1,70	-0,71	1,13	2,33	2,67
Výpočet dle lin. Regrese v %, Praha	13,85	11,24	5,41	-10,37	4,99	4,15	-1,93	-1,17	4,06	9,55

v tab. 4, nezávisle proměnná je dopočtena na základě tab. 2. Graf s výslednými koeficienty je vytvořen na základě kroků 4–8.

Dle výše uvedeného vzorce „ $y = k * x + q$ “, tedy po slovním doplnění „*odhadovaný přírůstek ceny bytů*“ = $k * HDP + q$ “ je proveden zpětný přepočet díky zjištěným hodnotám k , q a jsou získána data uvedená v tab. 11.

Provedené výpočty tedy potvrdily hypotézu, že vývoj HDP (popř. RHDP) má vliv na vývoj cen nemovitých věcí. Výpočty potvrdily podobné výsledky. Při zjišťování míry závislosti ve vzájemném vývoji časových řad vývoje HDP a vývoje cen nemovitých věcí jsou hodnoty korelace blíží se hodnotě 1, což znamená, že vykazují stejnou míru ve vzájemném vývoji. Lze konstatovat, že ceny nemovitých věcí reagují na HDP bez výrazného zpoždění. Podrobné zkoumání časových řad a jejich závislosti je předmětem další související vědecké práce autorky.

4. ZÁVĚR

Cílem článku bylo demonstrovat možnosti využití statistických metod v oboru oceňování nemovitých věcí, zvláště pak při predikci vývoje jejich cen. Jako vhodný přístup byla zvolena matematická statistika, k výpočtům byl využit statistický program Statgraphics, k tvorbě grafu pro demonstrování alternativního přístupu všeobecně rozšířený program Microsoft Excel. Výpočty byly provedeny na základě dat Českého statistického úřadu, kdy při využití indexu cen nemovitých věcí byly spočítány procentuální roční přírůstky. Důvodem bylo zkoumání možné závislosti mezi vybranými proměnnými, kterými byly hrubý domácí produkt a ceny rezidenčních nemovitých věcí (resp. indexy cen nemovitých věcí). Konkrétně byla využita regresní analýza – lineární regrese, která potvrdila vhodnost lineárního modelu. Výpočet ukázal, že díky modelu je možno vysvětlit 47,88 % případů, korelační koeficient indikoval středně silný vztah mezi proměnnými, při provedení autokorelace za využití Durbin-Watsonovy statistiky bylo potvrzeno, že neexistuje žádný náznak sériové autokorelace reziduí na hladině spolehlivosti 95,0 %. Je tedy možno konstatovat, že testování potvrdilo závislost ceny nemovitých věcí na vývoji HDP, a tedy že HDP má vliv na vývoj ceny nemovitých věcí a je možno zjistit hladinu závislosti těchto veličin. Potvrdilo se tedy, že je možno při predikování vývoje cen nemovitých věcí vycházet z hodnot HDP.

Určení relevantních faktorů je předmětem dalšího zkoumání autorky. Přínosem provedeného zkoumání je potvrzení vhodnosti využití vývoje HDP na predikování vývoje cen nemovitých věcí.

Pro obor oceňování nemovitých věcí je důležité, aby experti byli schopni predikovat vývoj jejich cen; díky testování provedenému v tomto článku a potvrzením vhodnosti přístupu je postupně možno objasnit jednotlivé relevantní faktory pro určení vývoje nemovitostního trhu.

Bylo potvrzeno, že výsledky tohoto článku je možno využít nejen při odborné predikci vývoje nemovitostního trhu, ale i při hledání souvislosti mezi vlivy při jiném zadání a vytvoření si přehledu o možných souvislostech. Novost tohoto přístupu spočívá ve využití metod, které jsou v praxi expertů opomíjeny. Díky využití a vysvětlení jednotlivých případů v obecně rozšířeném programu Microsoft Excel je možno lineární regresi aplikovat v běžné praxi expertů. Algoritmus řešení je možno vytvořit na základě výše uvedeného postupu při dosažení závisle proměnné a nezávisle proměnné a, pokud expert nevlastní statistický software, využití metody v rámci programu Excel (1) příkazů INTERCEPT a SLOPE, popř. využití metody (3) díky vytvoření korelačního pole, tj. grafu s vygenerováním dalších podstatných veličin, které určují vhodnost, popř. nevhodnost modelu. Při potvrzení vhodnosti modelu za použití expertem vybrané závisle a nezávisle proměnné je možné poté odhadnout možný vývoj závisle proměnné. Celkový navrhovaný algoritmus možné predikce vývoje realitního trhu za využití relevantních faktorů je předmětem vědecké práce autorky a bude prezentován v rámci disertační práce, popř. v dalších příspěvcích.

5. LITERATURA

- [1] BRADÁČ, A. a kol: *Teorie a praxe oceňování nemovitých věcí, I. vydání*. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno 2016, 790 s. ISBN 978-80-7204-930-1
- [2] Regionální informační servis: *Makroekonomické ukazatele* [online], [cit. 2016-15-03]. Dostupné z: <<http://www.risy.cz/cs/krajske-ris/plzensky-kraj/kraj/hospodarske-prostredi/makroekonomicke-ukazatele/>>.
- [3] Český statistický úřad: *Hlavní makroekonomické ukazatele* [online], [cit. 2016-10-01]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/hmu_cr>.
- [4] Server Kurzy.cz: *Inflace – 2016, míra inflace a její vývoj v ČR* [online], [cit. 2016-19-01]. Dostupné z: <<http://www.kurzy.cz/makrohttp://www.kurzy.cz/makroekonomika/inflace/ekonomika/inflace/>>.
- [5] HROCH, F.: *Robustní statistické metody. Ústav*

- teoretické fyziky a astrofyziky*. [online], [cit. 2016-12-02]. Dostupné z: <<http://www.physics.muni.cz/~hroch/rob.pdf>>.
- [6] Geoinovace: *Regresní analýza* [online], [cit. 2016-15-03]. Dostupné z: <http://geoinovace.data.quonia.cz/materialy/ZX510_Pokrocile_statisticke_metody_geografickeho_vyzkumu_MU/Regresni_analyza.pdf>.
- [7] Vysoká škola báňská: *Regrese* [online], [cit. 2016-15-03]. Dostupné z: <<http://home1.vsb.cz/~lit40/STA1/Cviceni/PDF/14cRegrese.PDF>>.
- [8] Česká národní banka: *Aktuální prognóza* [online], [cit. 2016-12-03]. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/menova_politika/prognoza/index.html?cnb_css=true>.
- [9] Vysoká škola ekonomická v Praze: *Autokorelace reziduí* [online], [cit. 2016-12-03]. Dostupné z: <<http://iastat.vse.cz/regrese/Regrese11.htm>>.
- [10] Český statistický úřad: *Ceny bytů* [online], cit. 2016-1-03. Dostupné z: <https://czso.cz/csu/czso/ceny_bytu>
- [11] ZAZVONIL, Z.: *Porovnávací hodnota nemovitost*. EKOPRESS, Praha 10/2009, 314 s. ISBN 80-86929-14-0
- [12] HEBÁK, P., HUSTOPECKÝ, J.: *Vícerozměrné statistické metody (2)*. INFORMATORIUM, Praha 2005, 240 s. ISBN 80-7333-036-9

Errata publikace Úřední oceňování majetku 2018

U výčtu novel vyhlášky na obalu, na titulní straně a na str. 14 má být uvedena i novela oceňovací vyhlášky č. 53/2016 Sb.

Str. 2, u zmínky o počtu obyvatel má být Malý lexikon obcí 2017.

Na str. 21 dole na konci patří: Novela č. 457/2017 Sb. nabyla účinnosti dne 1. 1. 2018.

Str. 117, tabulka K_p , řádek č. 30 – stůl zahradní patří na konci $K_i = 2,370$.

Na str. 232 mezi obcemi Žernovice a Bavorov chybí nadpis Okres Strakonice.

Na str. 234 nad nadpisem Okres Cheb chybí nadpis KARLOVARSKÝ KRAJ, dále nad nadpisem Okres Děčín chybí nadpis ÚSTECKÝ KRAJ.
