

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

## ODBOR ZNALECTVÍ VE STAVEBNICTVÍ A OCEŇOVÁNÍ NEMOVITOSTÍ

DEPARTMENT OF EXPERTISE IN CIVIL ENGINEERING AND REAL ESTATE APPRAISAL

## AUTOMATED VALUATION MODELS (AVMS) A JEJICH VYUŽITÍ

AUTOMATED VALUATION MODELS (AVMS) WITH APPLICATIONS

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Eva Šmardová

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Martin Cupal, Ph.D. et Ph.D.

BRNO 2019

# Zadání diplomové práce

Studentka:	<b>Ing. Eva Šmardová</b>
Studijní program:	Soudní inženýrství
Studijní obor:	Realitní inženýrství
Vedoucí práce:	<b>Ing. et Ing. Martin Cupal, Ph.D. et Ph.D.</b>
Akademický rok:	2019/20
Ústav:	Odbor znaleství ve stavebnictví a oceňování nemovitostí

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## **Automated Valuation Models (AVMs) a jejich využití**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

V první části bude vymezeno AVM po teoretické stránce, dále pak jeho uplatnění v současnosti. V návrhové části by měly být řešeny silné a slabé stránky, event. porovnávána modalita klasického ocenění vs aplikace AVM.

### **Cíle diplomové práce:**

Cílem práce je charakteristika AVM a analýza možnosti současného uplatnění v rámci užších vymezení a diskuze nad využitím pro tržní ocenění v tuzemsku.

### **Seznam doporučené literatury:**

RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors). (2013). Automated Valuation Models (AVMs). RICS, London, 1st edition., ISBN 978-1-78321-042-8.

SOM. S. How to Build a Better Automated Valuation Model (AVM). 2016. ISBN 978-1520116402

SOM. S. Automated Valuation Modeling (AVM) – A Step-by-Step Illustrated Guide : Five Fully Illustrated Multiple Regression Models. 2017. ISBN 978-1521471463

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

---

Ing. Milada Komosná, Ph.D.  
vedoucí odboru

---

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.  
ředitel

### ***Abstrakt***

Předpovědi tržních hodnot nemovitostí jsou důležité nejen pro investiční rozhodnutí a řízení rizik bankovních institucí, developerských společností a v neposlední řadě také domácností. Zvýšený přístup k údajům na trhu s nemovitostmi a snižování nákladů na oceňování, byly jedny z hlavních důvodů, aby byl iniciován zájem o vývoj a následné používání automatických oceňovacích modelů (AVM) ve světě. Nicméně implementace AVM je v České Republice stále limitována na minimum. Cílem práce je teoreticky přiblížit některé alternativní statistické metody, které AVM využívají, jako jsou fuzzy logika, ANN, prostorová ekonometrie nebo hédonické modely, charakterizovat AVM, jejich použití a analyzovat jejich současné uplatnění v tuzemsku a nastínit další možný vývoj.

### ***Abstract***

Predictions of market values are important for investment decisions and risk management of banking institutions, developers and, last but not least, households. Increased access to real estate market data and reducing valuation costs were one of the most important reasons to be interested in developing and subsequent using of automated valuation models (AVM) worldwide. However, the implementation of AVM in the Czech Republic is still limited to a minimum. The aim of the thesis is to theoretically describe some alternative statistical methods used by AVM, such as fuzzy logic, ANN, spatial econometrics or hedonic models, characterize AVM, their use and analyze their current application in the Czech Republic and outline further possible development.

### ***Klíčová slova***

AVM; statistické metody oceňování; hédonické modely; tržní hodnota.

### ***Key words***

AVM; statistical methods for valuation; hedonic models; market value.



***Bibliografická citace***

ŠMARDOVÁ, E. *Automated Valuation Models (AVMs) a jejich využití*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2019. 89s. Vedoucí diplomové práce Ing. et Ing. Martin Cupal, Ph.D. et Ph.D. [online]; [cit. 17. 10. 2019]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/112319>



### ***Prohlášení***

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Automated Valuation Models (AVMs) a jejich využití“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědoma následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne 17. 10. 2019

---

Ing. Eva Šmardová  
autor práce



### *Poděkování*

Mé poděkování patří Ing. et Ing. Martinu Cupalovi, Ph.D. et Ph.D. za cenné rady a připomínky, které přispěly ke vzniku této práce.



# OBSAH

1	ÚVOD .....	15
2	TEORIE OCEŇOVÁNÍ .....	16
2.1	OCEŇOVÁNÍ PODLE CENOVÝCH PŘEDPISŮ V ČR.....	16
2.2	TRŽNÍ OCEŇOVÁNÍ .....	18
2.2.1	<i>Nákladový přístup</i> .....	18
2.2.2	<i>Výnosový přístup</i> .....	18
2.2.3	<i>Porovnávací přístup</i> .....	19
2.2.4	<i>Metody kombinující hodnoty</i> .....	20
2.2.5	<i>Tržní hodnota</i> .....	20
2.2.6	<i>Realitní trh v České Republice</i> .....	21
2.3	SUBJEKTY PROVÁDĚJÍCÍ OCENĚNÍ V ČR .....	21
2.3.1	<i>Znalec</i> .....	22
2.3.2	<i>Znalecké ústavy</i> .....	23
2.3.3	<i>Odhadce</i> .....	23
2.4	OCEŇOVÁNÍ V ZAHRANIČÍ.....	24
2.4.1	<i>IVSC</i> .....	24
2.4.2	<i>TAF</i> .....	25
2.4.3	<i>TEGoVA</i> .....	26
2.4.4	<i>RICS</i> .....	26
2.5	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TRŽNÍ HODNOTU.....	27
3	SOUVISLOSTI .....	30
3.1	CÍLE .....	30
3.2	VÝZNAM PRÁCE .....	30
3.3	PROBLÉMOVÁ SITUACE .....	30
3.4	ORGANIZACE PRÁCE .....	30
4	STATISTICKÉ METODY V OCEŇOVÁNÍ .....	32
4.1	HÉDONICKÉ OCEŇOVÁNÍ.....	33
4.2	PROSTOROVÁ EKONOMETRIE .....	35
4.3	UMĚLÉ NEURONOVÉ SÍTĚ .....	37
4.4	FUZZY LOGIKA.....	40
4.5	POSOUZENÍ VÝKONNOSTI STATISTICKÉHO OCENĚNÍ.....	41
5	AUTOMATED VALUATION MODELS.....	42
5.1	PŮVOD AVM .....	44

5.2	DEFINICE AVM.....	45
5.3	AVM JAKO DISKUTOVANÉ TÉMA.....	46
6	ANALÝZA POUŽITÍ A UPLATNĚNÍ AVM VE SVĚTĚ .....	48
6.1	VE SVĚTĚ.....	49
6.2	V EVROPĚ .....	50
6.3	HRANICE SOUČASNÝCH ZNALOSTÍ.....	52
6.4	POSTUP PŘI VYTVÁŘENÍ MODELU AVM DLE STANDARDU.....	53
6.5	PŘESNOST AVM .....	61
6.6	VÝHODY POUŽITÍ AVM .....	66
6.7	NEVÝHODY POUŽITÍ AVM.....	67
7	MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ V ČESKÉ REPUBLICE.....	68
8	SOUHRN A DISKUZE .....	71
9	ZÁVĚR .....	74
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	75
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	87
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	88
	SEZNAM TABULEK.....	89

# 1 ÚVOD

Koupě nebo prodej nemovitosti patří mezi jedno z významných finančních rozhodnutí v životě každého jedince. Toto rozhodnutí má jistý vliv na kvalitu života člověka a může generovat potenciální kapitálové zisky nebo ztráty. Trh s nemovitostmi je nesmírně důležitou součástí národního hospodářství. Je to trh, který se vyznačuje významnými náklady a poměrně nízkou likviditou. Motivuje tak ke zkoumání cen nemovitostí.

Nemovitosti jsou vysoce heterogenní a nejsou nikdy identické, pokud jde o jejich umístění nebo materiál, ze kterého jsou postaveny. Cenu nemovitosti ovlivňuje celá řada faktorů a některé z nich nesouvisí s peněžními prostředky. Tím je úloha odhadce složitá a je zde potenciál velkého rozdílu v odhadované tržní hodnotě a skutečné prodejní ceně.

Oceňování nemovitostí je důležité jak po praktické stránce, tak i teoretické. Tržní oceňování pro komerční účely zatím není v České Republice na rozdíl od většiny zahraničních států nijak regulováno. Nejde ani tak o regulaci státem, ale spíše o regulaci prováděnou znaleckými organizacemi a organizacemi provádějící odhady nemovitostí. Ty jsou totiž hlavní hnací silou tržního oceňování. V zahraničních zemích, jako Spojené Státy Americké nebo Spojené Království je oceňování standardizováno a již po dlouhá léta a díky tomu se mohlo oceňování vyvíjet i jiným směrem, k AVM modelům. Ty jsou v dnešní době také již standardizovány a těší se velké oblibě používání.

Vývoj a použití AVM při oceňování, nejenom rezidenčních nemovitostí, ale už i komerčních nemovitostí a pozemků, je v současné době celosvětovým fenoménem. Automatizované oceňovací modely jsou řešením pro statistické oceňování. Poskytují odhad hodnoty určené nemovitosti k určitému datu s využitím sofistikovaných technik modelování automatizovaným způsobem. Zpravidla využívají přístupu založeného na porovnávání, který obdobně využívají i odhadci. Existují ale i modely založené na nákladovém či výnosovém přístupu.

Automatizovaný odhad hodnoty může být přínosem na trhu s nemovitostmi jak pro kupující, tak prodávající. Při žádosti o hypotéku, zvažování koupě nemovitosti či jejího prodeje, mohou automatizované odhady zjednodušit tyto procesy.

Jak vypovídá již z názvu diplomové práce, má za úkol přiblížit a popsat téma AVM a nastínit možnost jejich implementace na území České Republiky. Práce dále přináší přehled některých dostupných alternativních statistických metod oceňování založených na zahraniční literatuře. Poskytuje přehled výhod a nevýhod při používání modelů AVM k oceňování.

## 2 TEORIE OCEŇOVÁNÍ

Pro lepší orientaci v práci je v první řadě nutné zmínit právní úpravu související s problematikou oceňování nemovitostí v České Republice. Samotný pojem oceňování lze definovat jako „činnost, kdy je určitému předmětu, souboru předmětů, práv apod. přiřazován peněžitý ekvivalent“ (Bradáč, 2009). Nejedná se o podrobný výčet zákonů a vyhlášek. Tato kapitola klade důraz na přiblížení obsahu základních právních dokumentů a pojmů potřebných při oceňování na území ČR i v zahraničí a přináší popis známých dostupných metod v tuzemsku. V kapitole bude nastíněn vývoj realitního trhu v tuzemsku, aby bylo pochopeno, proč nejsou AVM v ČR běžným nástrojem. Dále budou popsány subjekty, které v současné době mohou vykonávat profesi oceňování na území ČR a kterým by tak mohly AVM sloužit jako pomocník. Kapitola se také věnuje faktorům, které významně ovlivňují výslednou hodnotu generovanou modely AVM.

Vzhledem k čerpání převážně ze zahraničních zdrojů, kdy je používán pojem „property“ nebo „real estate“, bude pojem nemovitost v této práci používán pro označení nemovitých věcí.

### 2.1 OCEŇOVÁNÍ PODLE CENOVÝCH PŘEDPISŮ V ČR

Oceňování nemovitostí a majetku se v České republice řídí zákonem č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (dále jen „ZOM“), který je každý rok novelizován vyhláškami vydanými Ministerstvem financí. ZOM je prováděn vyhláškou č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (dále jen oceňovací vyhláška) z roku 2013, která byla novelizována a její aktuální znění je účinné od 1. 8. 2019. ZOM je poměrně obecný a dle § 1 odst. 1 upravuje způsoby oceňování věcí, práv a jiných majetkových hodnot a služeb pro účely stanovené zvláštními předpisy<sup>1</sup>. ZOM se tedy použije pouze v případě, kdy jiné právní předpisy na tento zákon odkazují. Jedná se o ocenění pro potřebu a účely státní správy, nikoli pro tržní účely, tedy hlavně pro účely prodeje.

---

<sup>1</sup>§ 18 odst. 2 zákona č. 248/1992 Sb., o investičních společnostech a investičních fondech.

§ 5 odst. 2 zákona ČNR č. 338/1992 Sb., o dani z nemovitostí, ve znění zákona č. 242/1994 Sb.

§ 33 zákona č. 42/1994 Sb., o penzijním připojištění se státním příspěvkem a o změnách některých zákonů souvisejících s jeho zavedením.

§ 2 odst. 1 a 3 vyhlášky Federálního ministerstva financí č. 122/1984 Sb., o náhradách při vyvlastnění staveb, pozemků, porostů a práv k nim.

§ 3 vyhlášky Ministerstva spravedlnosti ČR č. 612/1992 Sb., o odměnách notářů a správců dědictví.

§ 2, 4 až 9 vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 81/1996 Sb., o způsobu výpočtu výše újmy nebo škody způsobené na produkčních funkcích lesa.

Výrazných změn v oblasti nemovitostí se ujal Nový občanský zákon č. 89/2012 Sb. (dále jen „NOZ“), který vstoupil v účinnost 1. 1. 2014. Asi nejzásadnější změnou oproti původnímu občanskému zákonu je chápání pojmu nemovitost, kdy byly tímto pojmem definovány pozemek či stavba spojená se zemí pevným základem. Ostatní věci byly movité. NOZ uplatňuje obecnou právní zásadu „superficies solo cedit“, nebo „povrch ustupuje půdě“ (Kincl, a další, 1995), což znamená, že všechno co je pevně spojeno s pozemkem a co z pozemku vzešlo, je součástí pozemku. Zásada je doplňována institutem práva stavby, který umožňuje mít stavbu na cizím pozemku.

ZOM se nevztahuje na sjednávání cen, které se řídí zákonem č. 526/1990 Sb., o cenách (dále jen „ZOC“). ZOC se vztahuje dle § 1 odst. 1 na: *„uplatňování, regulaci a kontrolu cen výrobků, výkonů, prací a služeb pro tuzemský trh, včetně cen zboží z dovozu a cen zboží určeného pro vývoz.“* Dle § 1 odst. 2 ZOC definuje cenu jako: *„peněžní částku sjednanou při nákupu a prodeji zboží podle § 2 až 13 nebo cenu určenou podle zvláštního předpisu k jiným účelům než k prodeji.“* V tomto smyslu se zvláštním předpisem má na mysli ZOM.

V současném znění je ZOM základem pro oceňování především cena obvyklá, která je definována v § 2 odst. 1. Její definice zní:

*„Obvyklou cenou se pro účely tohoto zákona rozumí cena, která by byla dosažena při prodejích stejného, popřípadě obdobného majetku nebo při poskytování stejné nebo obdobné služby v obvyklém obchodním styku v tuzemsku ke dni ocenění. Přitom se zvažují všechny okolnosti, které mají na cenu vliv, avšak do její výše se nepromítají vlivy mimořádných okolností trhu, osobních poměrů prodávajícího nebo kupujícího ani vliv zvláštní obliby. Mimořádnými okolnostmi trhu se rozumějí například stav tísně prodávajícího nebo kupujícího, důsledky přírodních či jiných kalamit. Osobními poměry se rozumějí zejména vztahy majetkové, rodinné nebo jiné osobní vztahy mezi prodávajícím a kupujícím. Zvláštní oblibou se rozumí zvláštní hodnota přikládaná majetku nebo službě vyplývající z osobního vztahu k nim. Obvyklá cena vyjadřuje hodnotu věci a určí se porovnáním.“*

Cenu obvyklou definuje i ZOC v § 2 odst. 6 jako:

*„Obvyklou cenou pro účely tohoto zákona se rozumí cena shodného nebo z hlediska užití porovnatelného nebo vzájemně zastupitelného zboží volně sjednávaná mezi prodávajícími a kupujícími, kteří jsou na sobě navzájem ekonomicky, kapitálově nebo personálně nezávislí na daném trhu, který není ohrožen účinky omezení hospodářské soutěže. Nelze-li zjistit cenu obvyklou na trhu, určí se cena pro posouzení, zda nedochází ke zneužití výhodnějšího hospodářského postavení, kalkulačním propočtem ekonomicky oprávněných nákladů a přiměřeného zisku.“*

Definici tržní hodnoty bychom v české legislativě hledali jen stěží, proto je cena obvyklá tuzemskými odborníky považována za cenu tržní, čili tržní hodnotu. Ovšem hodnota není skutečně zaplacenou, požadovanou či nabízenou částkou. Hodnotu nelze nijak stanovit či zjistit, ale pouze odhadnout (Zazvonil, 2012).

## 2.2 TRŽNÍ OCEŇOVÁNÍ

Pro tržní oceňování i oceňování dle cenových předpisů jsou známy tři základní oceňovací přístupy, respektive způsoby<sup>2</sup>. Jsou to nákladový, výnosový a porovnávací. Metodou procesu určování tržní hodnoty jsou vhodně zvolené dílčí metody (Zazvonil, 2012). Tržní ocenění pracuje s reálnou situací na trhu a tím se tak zcela liší od administrativního způsobu stanovení ceny.

### 2.2.1 Nákladový přístup

Tato metoda je založena na odhadu nákladů, které byly vynaloženy na pořízení předmětné nemovité věci. Výsledkem ocenění je pak věcná a reprodukční hodnota. Věcná hodnota se určí jako reprodukční hodnota, která je snižená o přiměřené opotřebení. Hodnota, za kterou by bylo možné pořídit stejnou nebo porovnatelnou nemovitou věc v době ocenění, se nazývá reprodukční.

Pro stanovení reprodukční hodnoty se používá buď pracná metoda založená na podrobném položkovém rozpočtu, metoda agregovaných položek a metoda technicko-hospodářských ukazatelů THU (Bradáč, a další, 2008).

Je nutno zmínit, že tento přístup nelze použít pro pozemky bez stavby. Pozemky mají přírodní charakter a nelze tak zjistit reprodukční hodnotu ani jejich opotřebení.

### 2.2.2 Výnosový přístup

Výnosová hodnota vyjadřuje schopnost nemovité věci generovat zisk. Je to součet diskontovaných budoucích příjmů z dané nemovité věci. Určí se z dosažitelných ročních nájemných snížených o roční náklady na provoz, kterými mohou být odpisy, správa nemovitosti, daň z nemovitosti, pojištění apod. Pro odhad tržní hodnoty je potřeba uvažovat s tržním nájemným obvyklým v daném místě i čase.

Vzhledem k tomu, že vstupní informace, na základě kterých se provádí odhad výnosové hodnoty, se mění v závislosti na čase, má výnosový přístup dynamickou povahu.

---

<sup>2</sup> ZOM rozlišuje porovnávací, výnosový a porovnávací způsoby ocenění.

Blíže jsou nákladový i výnosový přístup popsány v publikaci Bradáče a dalších (2008) či Orta (2017).

### 2.2.3 Porovnávací přístup

Oceňování na základě porovnávání je pro určení tržní hodnoty nejrozšířenější metodou. Tento přístup lze považovat za jediný tržní, vzhledem k tomu, že jako jediný zahrnuje jak náklady v podobě konstrukcí či vybavení, tak výnosy, které představují užitek (Heřman, 2005). Metoda spočívá v porovnávání stejných či podobných nemovitých věcí v daném místě a čase, které byly nedávno zrealizovány. Odhadce či znalec tedy při porovnávání analyzuje data získaná z trhu. Kvůli tomu se sestavují databáze s porovnatelnými transakcemi. Nemovité věci jsou heterogenní, proto je potřeba zohlednit kvalitativní a kvantitativní rozdíly mezi vzorky z databáze a předmětem ocenění. Úkolem je tedy vymezit takové rozdílné vlastnosti nemovitých věcí, které podle názoru zpracovatele odhadu ovlivňují hodnotu předmětu ocenění.

Na území tuzemska se porovnávání často provádí na základě analýzy dat dostupných z realitní inzerce. Inzerované hodnoty, ale nemusejí odpovídat skutečně realizované ceně. Zpracovatel odhadu je pak nucen použít korekci v podobě koeficientu na pramen ceny vzorků z databáze.

Aby porovnávací přístup byl použitelný, je potřeba splnit dva předpoklady. Jedním je, aby databáze se vzorky byla dostatečně obsáhlá. Druhým předpokladem je minimální rozdílnost užitných vlastností vzorků z databáze (Kledus, a další, 2016).

Porovnávací metodu lze rozdělit dle počtu srovnávaných kritérií na mono-kritériální a multi-kritériální nebo dle způsobu porovnávání na přímou metodu a nepřímou metodu.

- Mono-kritériální metoda: pokud je porovnávání provedeno pomocí jednoho vybraného kritéria, kterým může být například plocha, poloha atp., jedná se o metodu mono-kritériální;
- multi-kritériální metoda: se použije v případě, kdy metoda s jediným kritériem není dostatečná;
- přímá metoda: vzorky v databázi jsou přímo porovnávány s předmětem ocenění;
- nepřímá metoda: na základě vzorků z databáze je nadefinován standardní etalon, který poté porovnáme s předmětem ocenění.

## 2.2.4 Metody kombinující hodnoty

V případě, kdy na trhu nelze zajistit dva výše uvedené předpoklady, lze využít dalších aplikovatelných metod. Jedná se o metodu střední hodnoty či Naegeliho metodu váženého průměru. Obě dvě metody kombinují věcnou a výnosovou hodnotu.

- Metoda střední hodnoty: podstatou této metody, která je používána i v zahraničí, je zjištění hodnoty prostým aritmetickým průměrem z hodnoty věcné a výnosové;
- Naegeliho metoda váženého průměru: hodnota se stanoví na základě váženého průměru z hodnoty věcné a výnosové. Velikost váhy se zjistí dle Naegeliho tabulky procentuálním rozdílem mezi hodnotou věcnou a výnosovou (Hlavinková, 2012).

U metody váženého průměru může nastat skokový nárůst cen v závislosti na jednotlivých vahách. Tento nedostatek je schopna eliminovat Bradáčova úprava metody váženého průměru (Bradáč, a další, 2008).

## 2.2.5 Tržní hodnota

Výsledkem tržního ocenění je tržní hodnota. Ta se snaží být co nejpřesnějším odhadem reálné tržní hodnoty oceňovaného majetku. Pro stanovení tržní hodnoty je potřeba projevit hluboké znalosti stavu trhu, jak si stojí nabídka a poptávka na daném území a co je považováno za standartní nemovitost (Kokoška, 2000). Oceňování na tržních principech se použije například pro potřeby zajištění úvěru nemovitou zástavou. A právě pro potřeby zástavy ukotvila definici tržní hodnoty ČBA<sup>3</sup> ve svých Standardech bankovních aktivit z roku 2015 (ČBA, 2015). Definici přejmula z Evropských oceňovacích standardů jako: „*Tržní hodnota je odhadovaná částka, za kterou by měla být nemovitost v den ocenění po řádném uvedení na trh převedena mezi dobrovolným kupujícím a dobrovolným prodávajícím v nezávislém vztahu, přičemž obě strany jednají vědomě, obezřetně a bez donucení.*“ (TEGoVA, 2016).

Jak bylo zmíněno již výše, v české legislativě dosud není ukotven termín tržní hodnota. To se ovšem možná změní. V době psaní diplomové práce je v Poslanecké sněmovně projednáván návrh novely<sup>4</sup> ZOM. Novela má mimo jiné rozšířit možnosti ocenění zavedením tržní hodnoty, jako náhradního způsobu ocenění (Mohylová, a další, 2019). Dle novely, by měla definice tržní hodnoty znít takto: „*Tržní hodnotou se pro účely tohoto zákona rozumí odhadovaná částka, za*

---

<sup>3</sup> Česká bankovní asociace

<sup>4</sup> Návrh zákona, kterým se mění zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), ve znění pozdějších předpisů. Čj. OVA 246/19 MF 19490/2018/2602-7.

*kteřou by měly být majetek nebo služba směněny ke dni ocenění mezi ochotným kupujícím a ochotným prodávajícím, a to v obchodním styku uskutečněném v souladu s principem tržního odstupu, po náležitém marketingu, kdy každá ze stran jednala informovaně, uvážlivě a nikoli v tísní. Principem tržního odstupu se pro účely tohoto zákona rozumí, že účastníci směny jsou osobami, které mezi sebou nemají žádný zvláštní vzájemný vztah a jednají vzájemně nezávisle.“*

V tomto znění je zřetelný rozdíl mezi cenou obvyklou a právě tržní hodnotou v tom, že tržní hodnota je pouze odhadovaná částka.

## 2.2.6 Realitní trh v České Republice

Současný stav oceňování nemovitostí souvisí s vývojem trhu nemovitostí. Trh nemovitostí zaznamenal rozvoj po roce 1989, tedy po revoluci. Po pádu komunistického režimu skončila centrálně plánovaná ekonomika a postupně se přecházelo k tržnímu hospodářství. Bylo to dáno především odstraněním legislativních překážek i postupným vývojem nabídky a poptávky, vznikem hypotečního trhu a příchodem developerských a realitních společností. Od cen regulovaných státem, postupně docházelo k přechodu k tržním cenám. I to může být jeden z důvodů, proč v tuzemsku není aplikace AVM tolik rozšířena. V zahraničních zemích, jako jsou například Spojené Státy Americké nebo Spojené Království, je tržní oceňování zakotveno již po dlouhá léta. Rozvoj a používání modelů AVM, byl tak dalším krokem vpřed.

Realitní trh je ovlivňován celkovou situací v ekonomice a cena čehokoli, včetně nemovitých věcí, je určena vždy dvěma kritérii, poptávkou a nabídkou. České právo definuje obecně pojem nemovitá věc v zákoně č. 89/2012 Sb., v občanském zákoníku v § 498, jako: *„pozemky a podzemní stavby se samostatným účelovým určením, jakož i věcná práva k nim, a práva, která za nemovité věci prohlásí zákon. Stanoví-li zákon, že určitá věc není součástí pozemku, a nelze-li takovou věc přenést z místa na místo bez porušení její podstaty, je i tato věc nemovitá.“*

## 2.3 SUBJEKTY PROVÁDĚJÍCÍ OCENĚNÍ V ČR

AVM mají být nástrojem při provádění ocenění a v některých případech mohou zastoupit funkci zpracovatele ocenění. Je proto důležité zmínit subjekty, které mohou ocenění provádět a kterým by tak mohly být modely AVM k nápomoci.

Lze říci, že v současnosti mohou oceňování v České Republice provádět dvě skupiny osob. Jsou to znalci (fyzické osoby) a znalecké ústavy (právnícké osoby), které jmenuje ministr spravedlnosti nebo předseda krajského soudu podle zákona č. 36/1976 Sb., o znalcích a tlumočnících v platném znění. Druhou skupinu představují odhadci, kteří jsou podnikateli

(fyzické i právnické osoby), jejichž podnikání upravuje zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání, ve znění pozdějších předpisů a je podmíněno vydáním koncese.

### 2.3.1 Znalec

Znalec je nezávislá osoba, která zkoumá na základě svých odborných znalostí určité skutečnosti, o kterých vydává písemný znalecký posudek. Může být přizván k soudu pro zodpovězení odborných dotazů.

Znaleckou činnost může vykonávat pouze osoba zapsaná do seznamu znalců, který je veřejně dostupný. Orgán veřejné moci může pouze výjimečně ustanovit znalcem i osobu, která není zapsána do seznamu, po splnění zákonem předepsaných podmínek, tak zvaného znalce ad hoc.

Zákon č. 36/1976 Sb., o znalcích a tlumočnících v § 4 stanoví podmínky ke jmenování znalce. Znalcem může být ten, kdo:

- *„je státním občanem České republiky, občanem jiného členského státu Evropské unie, kterému bylo vydáno potvrzení o přechodném pobytu nebo povolení k trvalému pobytu na území České republiky, nebo státním příslušníkem jiného než členského státu Evropské unie, kterému bylo vydáno povolení k trvalému pobytu na území České republiky;*
- *je způsobilý k právním úkonům v plném rozsahu;*
- *je bezúhonný;*
- *nebyl v posledních 3 letech vyškrtnut ze seznamu znalců a tlumočníků pro porušení povinností podle tohoto zákona;*
- *má potřebné znalosti a zkušenosti z oboru, v němž má jako znalec působit, především toho, kdo absolvoval speciální výuku pro znaleckou činnost, jde-li o jmenování pro obor, v němž je taková výuka zavedena;*
- *má takové osobní vlastnosti, které dávají předpoklad pro to, že znaleckou činnost může řádně vykonávat;*
- *se jmenováním souhlasí.“*

Do nedávna nebyly podmínky na vzdělání a odbornost znalců nijak specifikovány. Až v Instrukci Ministerstva spravedlnosti ČR č. 8/2017 ze dne 23. 11. 2014, č.j. MSP-26/2017-OJD-ORG/32 byly blíže určeny v příloze č. 10.

Znalce jmenuje pro jednotlivé obory ministr spravedlnosti nebo předseda krajského soudu v rozsahu, v němž je ministrem spravedlnosti k tomu pověřen.

Komora soudních znalců ČR (dále jen KSZ) sdružuje znalce ze všech znaleckých oborů. Jedná se o dobrovolnou organizaci, založenou v roce 1990 jako Sdružení znalců ČR. Cílem KSZ je „*nejen hájit zájmy znalců, ale rovněž posilovat jejich odbornou úroveň a kvalifikaci a účinně ovlivňovat související legislativu týkající se znalecké činnosti.*“ (Komora soudních znalců). Komora se stala v roce 2007 členem EuroExpertu, což je praktická organizace zastupující evropské experty ve všech disciplínách (EuroExpert).

### 2.3.2 Znalecké ústavy

Znalecké ústavy zákon č. 36/1976 Sb., o znalcích a tlumočnických členech na dva oddíly. Jsou to:

- *ústavy, které jsou specializovány na znaleckou činnost a jsou zapsány do seznamu znaleckých ústavů;*
- *vysoké školy nebo jejich součástí a veřejně výzkumné instituce, případně osoby veřejného práva nebo jejich organizační složky vykonávající vědeckovýzkumnou činnost v příslušném oboru. Tyto ústavy jsou především určeny pro zpracování znaleckých posudků ve zvláště obtížných případech vyžadujících zvláštního vědeckého posouzení.*

O zápise do seznamu znaleckých ústavů rozhoduje ministerstvo spravedlnosti.

### 2.3.3 Odhadce

Profesi odhadce upravuje zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském oprávnění (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů. Jedná se o živnost vázanou, jejíž podmínky provozování jsou upraveny odbornou způsobilostí v příloze č. 2 k tomuto zákonu.

Odhadce může provádět expertní, odhadní nebo odbornou činnost pro různé účely, ale není způsobilý provádět znalecké posudky pro řízení správních orgánů. Posudek vypracovaný odhadcem nemá váhu znaleckého posudky vypracovaného soudním znalcem. (Bradáč, a další, 2007).

Česká komora odhadců majetku (dále jen ČKOM) je „*zájmové, nezávislé a neziskové sdružení podnikatelů (fyzických i právnických osob) podnikajících v oblasti oceňování majetku.*“ (Česká komora odhadců majetku). Tato organizace, která vznikla v roce 1992, sdružuje odhadce z Čech, Moravy i Slezska. Rok poté se stala řádným členem TEGoVA.

## 2.4 OCEŇOVÁNÍ V ZAHRANIČÍ

Profese v oblasti oceňování nemovitostí je obvykle regulována místní legislativou, která vyžaduje, aby odborníci v oceňování měli licenci nebo osvědčení k vykonávání této činnosti. Zdaleka nejčastěji používaným mezinárodním standardem jsou International Valuation Standards, v překladu Mezinárodní standardy oceňování (dále jen IVS) vydávané organizací International Valuation Standards Council, v překladu Výbor pro mezinárodní oceňovací standardy (dále jen IVSC). Dalším hlavním aktérem v profesi oceňování v zahraničí, je Royal Institution of Chartered Surveyors, v překladu Královská instituce diplomovaných odhadců (dále jen RICS), která vydává standardy, známé jako The Red Book, v souladu se standardy IVS.

The European Group of Valuers' Associations (dále jen TEGoVA) je Evropská organizace sdružující jednotlivé národní asociace odhadců a zpracovává European Valuation Standards, v překladu Evropské oceňovací standardy (dále jen EVS). Nelze opomenout organizaci The Appraisal Foundation (dále jen TAF), s působností v Severní Americe a jejími předpisy Uniform Standards of Professional Practice (dále jen USPAP). Kromě toho existuje mnoho dalších národních předpisů s různým významem pro místní profesi v oceňování.

Oceňování obvykle zahrnuje oceňování nemovitostí a práv s nimi spojených. Oceňování nemovitostí se může pohybovat v rozsahu od ocenění rodinných domů, přes ocenění farem až po ocenění podniků jako jsou hotely. Profesionální odhadci obvykle provádějí nezávislé hodnocení a ověřují ocenění prováděné třetími stranami.

V další části budou popsány čtyři důležité zahraniční organizace, které mohou mít zásadní vliv při rozšiřování používání AVM.

### 2.4.1 IVSC

IVSC je nezávislá nezisková organizace, která působí jako globální tvůrce standardů pro oceňovací profesi a slouží veřejnému zájmu (IVSCa).

Její původ spočívá v původní organizaci the International Assets Valuation Standards Committee (dále jen IAVSC), v překladu Výbor pro mezinárodní standardy oceňování majetku, který byl založen v roce 1981 dvaceti národními organizacemi v australském Melbourne. Hlavním cílem výboru bylo prosazovat profesi v oceňování v globálním měřítku a rozvíjet standardy přes státní hranice do světa. To se povedlo spolu s prvními vydanými standardy IVS v roce 1985. Od tohoto roku se standardy vždy v průběhu let aktualizují a přinášejí nové aspekty oceňování. V roce 1994 byl změněn název výboru na International Valuation Standards Committee a v roce 2008 na název jak ho známe nyní, International Valuation Standards Council. Od roku 2014 jsou

standardy IVS zahrnutý v evropském právu jako součást směrnice 2014/17/EU-pravidla o úvěrech na bydlení (Úřední věstník Evropské unie, 2014). V roce 2017 byly zveřejněny doposud poslední standardy IVS v reakci na potřebu harmonizovat národní postupy oceňování. Jejich hlavním cílem je vybudovat důvěru v široké veřejnosti v oceňování a vytvářít jednotný a transparentní rámec pro oceňování po celém světě (IVSC, 2017; IVSCb). Jako jediné standardy neobsahují ani zmínku o modelech AVM.

V dnešní době patří mezi členy IVSC přední profesionální oceňovací organizace, poskytovatelé oceňování, akademické instituce, regulátoři a organizace stanovující standardy po celém světě. Sčítá více než 130 členských organizací ve více než 150 zemích po celém světě (IVACa).

IVSC rozlišuje 5 kategorií subjektů, které mohou požádat o členství. Jsou jimi:

- Valuation Professional Organisations;
- Associate Valuation Organisation;
- Corporate Members;
- Institutional Members;
- Academic Members (IVSCc).

## 2.4.2 TAF

V roce 1986 devět předních profesionálních organizací v oceňování ve Spojených státech a Kanadě vytvořilo Ad Hoc Committee, v překladu Ad hoc výbor, pro standardy USPAP, jako reakce na krizi v oblasti spoření a poskytování úvěrů. V roce 1987 výbor založil The Appraisal Foundation, což je nyní nezávislá organizace odpovědná za stanovení standardů v oblasti oceňování nemovitostí ve Spojených státech. V roce 1989 byla autorizována Kongresem USA jako zdroj oceňovacích norem a standardů a kvalifikace znalců (TAFa).

Činnost TAF je vykonávána čtyřmi nezávislými radami: The Appraiser Qualifications Board (dále jen AQB), The Appraisal Standards Board (dále jen ASB), the Appraisal Practices Board (APB) a the Board of Trustees (dále jen BOT) (TAFb). ASB, v překladu Rada pro hodnocení standardů, vyvíjí, interpretuje a mění USPAP jménem znalců a uživatelů znaleckých služeb.

USPAP jsou standardy pro oceňování aktiv i pasiv a jsou obecně uznávanými v oceňovací praxi přijatých ve Spojených státech. TAF začal publikovat USPAP v roce 1989. Nejaktuálnější je z roku 2018. Standardy nejsou striktně omezeny na použití jen ve Spojených státech, ale zároveň nejsou vytvořeny jako standardy mezinárodní. Standard zahrnuje i definici a používání modelů AVM.

V roce 2018 vydal TAF společně s IVSC publikaci s názvem A Bridge from USPAP to IVS, za účelem sladit oceňovací standardy v souladu s IVS. Jak uvádí samotná publikace, oba dva standardy jsou si velmi podobné (TAF, 2018).

### 2.4.3 TEGoVA

Celoevropské sdružení, které zastupuje zájmy 72 národních znaleckých orgánů z 37 evropských zemí. Organizace vznikla z bývalé společnosti EUROVAL v roce 1997. Jejich hlavním cílem je tvorba a šíření harmonizovaných standardů pro oceňovací praxi, vzdělávání i kvalifikaci odhadců. Od počátku 80. let vydává standardy EVS. Poslední standardy osmé edice, známé jako The Blue Book, jsou z roku 2016 a mají za cíl poskytnout harmonizované evropské normy, pokyny a technické informace pro použití ve všech odvětvích oceňování. Ve standardech zaujímá prostor kapitola věnovaná AVM modelům. Členství poskytuje všem sdružením zastupující odhadce z EU i mimo EU a ostatním sdružením dle okolností. Z toho vyplývá, že fyzické osoby jako jednotlivci být členy nemohou (TEGoVAa).

TEGoVA rozlišuje tři kategorie členství:

- Full members;
- Associate members;
- Observer members (TEGoVAb).

### 2.4.4 RICS

The Surveyors Club, v překladu Klub odhadců, byl založen již v roce 1792 a předcházet nynější podobě organizace. Nicméně organizace jako taková, se začala řádně formovat až po setkání 49 odhadců ve Westminsterském paláci v roce 1868. Již tenkrát měla a až doposud má organizace sídlo v Londýně na adrese 12 Great George Street. Požadavek na vznik instituce vzešel z rychlého rozvoje a expanze průmyslu, s rostoucí infrastrukturou, bydlením a dopravou rostla také potřeba dodržování přísnějších kontrol. V roce 1881 instituce obdržela Royal Charter, v překladu Královský dekret, který mimo jiné požadoval, aby propagovala užitečnost profese pro veřejnost ve Velké Británii i v dalších částech světa (RICS, 2009).

Nyní RICS rozeznává dva hlavní typy členství v závislosti na kvalifikaci a dosažené kariéry.

- Chartered Member (MRICS): je nejběžnější způsob, jak se stát členem RICS. Je potřeba splnit kvalifikační požadavky v podobě alespoň pět let relevantních zkušeností a získat akreditovaný titul získaný na některé z partnerských univerzit,

nebo mít pět let relevantních zkušeností a bakalářský titul, nebo mít deset let relevantních zkušeností a působit na vyšších postech nebo akademické půdě.

- Associate (AssocRICS): skupina přidružených členů, kteří se mohou stát plnohodnotným členem MRICS. Osoby z této skupiny musejí splnit podmínky v podobě jednoho roku relevantních pracovních zkušeností a bakalářského vzdělání nebo dva roky pracovních zkušeností a příslušnou vyšší, pokročilou, nadační kvalifikaci<sup>5</sup> nebo čtyři roky příslušných pracovních zkušeností bez kvalifikace (RICSa).

RICS uznává také členství FRICS, které je pro ty, kteří k této profesi přispěli zvláštním způsobem a dosáhli ve své kariéře významných výsledků. Tato označení mohou členové používat za svým jménem. Nyní RICS sčítá na 130 000 kvalifikovaných profesionálů a z toho cca sto padesát členů je z ČR.

Mezi hlavní cíle RICS patří:

- usměrňovat a šířit profesi oceňování;
- udržovat nejvyšší vzdělávací standardy a profesní standardy;
- chránit klienty a spotřebitele prostřednictvím přísného etického kodexu;
- radit, poskytovat nestranné analýzy a postupy (RICSb).

The Red Book, v překladu Červená kniha, je vydávaná institucí jako součást závazku popsaných výše. Publikace podrobně popisuje povinné postupy pro členy provádějící oceňování. Standardy také zmiňují pojem AVM. Poslední publikace s doplňujícím názvem Global Standards, v překladu Globální standardy, byla vydána v roce 2017, aby zohlednila významné změny IVS, které vyšly ve stejném roce o něco dříve.

## 2.5 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TRŽNÍ HODNOTU

Faktory ovlivňující hodnoty pro ocenění dle cenového předpisu jsou uvedeny v oceňovací vyhlášce č. 441/2013 Sb.

Tato problematika je předmětem mnoha studií i odborných prací. Závěry jsou přitom dost často rozdílné v závislosti na druhu oceňované nemovitosti a na místě trhu, kde se předmět ocenění nachází. Pro AVM, které jsou založené na porovnávání, jsou tyto faktory rozhodující. Před jejich samotným vývojem je tedy potřeba identifikovat vstupní data, která mají vliv na hodnotu oceňované nemovitosti. Standard AVM od International Association of Assessing Officers,

---

<sup>5</sup>Foundation titul, v překladu nadační titul je kombinovaná akademická a odborná kvalifikace vysokoškolského vzdělávání, která odpovídá dvěma třetinám bakalářského titulu.

v překladu Mezinárodní asociace odhadců (IAOO, 2018) definuje tyto data do tří homogenních skupin:

- data o nemovitosti, zahrnující fyzické atributy nemovitostí;
- data o umístění, zahrnují demografické údaje, zásady využití půdy a ostatní;
- tržní data, zahrnují data o příjmech, nákladech a reprodukčních nákladech (překlad vlastní).

Nemovitosti je nejdřív potřeba roztřídit podle druhu užívání, protože každá nemovitost má jiné specifické potřeby. Těmi mohou být stavby zemědělské, komerční, průmyslové, rezidenční nebo byty (IAOO, 2018).

Proměnné vyjadřující vliv umístění jsou v každém modelu kritické. Za tímto účelem mohou být rovnocenné nemovitosti seskupeny podle geo-ekonomické oblasti nebo mohou být analyzovány na úrovni jednotlivých nemovitostí. Důkladnější analýza by měla snížit potřebu proměnných vlastností, které korelují s umístěním.

Většina AVM používá jako proměnné vztažené k atributům nemovitosti velikost pozemku a velikost plochy, stáří nebo rok výstavby, stav nemovitosti. Dalšími důležitými atributy jsou využití, typ a kvalita nemovitosti.

Ekonomické nebo vnější vlivy z okolí, například železniční trať blízko předmětu ocenění nebo hustá dopravní síť, mohou zvýšit hodnotu nemovitosti u průmyslových objektů, naopak u rezidenčních snížit.

Další faktory, které lze při sestavování modelů AVM zahrnout dle RICS (2013) jsou:

- architektonický styl;
- typ nemovitosti;
- stáří nemovitosti;
- umístění;
- podlahová plocha;
- počet pokojů;
- počet ložnic;
- počet koupelen;
- velikost pozemku;
- zimní zahrada;
- přístavby;
- parkovací stání nebo garáž;
- kvalita (specifikace nemovitosti);

- stav nemovitosti.

Vstupní data, čili faktory, která mohou ovlivnit hodnotu nemovitosti, by měla odrážet účel užití nemovitosti a vlastnosti, které se k dané nemovitosti vztahují za účelem dosažení kvalitních výsledků. Požadavky modelů pro různé typy nemovitostí se tak mohou výrazně lišit.

Vstupní data mohou mít kvalitativní nebo kvantitativní povahu. Kvantitativní data jsou objektivní měřitelná a spolehlivější. Kvalitativní data mohou být popisná a subjektivní, v ideálním případě mají být diskrétní.

## **3 SOUVISLOSTI**

### **3.1 CÍLE**

Profesionální ocenění nemovitostí je složitá záležitost. K tomu mají pomoci modely AVM. Právě modely AVM a jejich charakteristika jsou předmětem této práce. Práce diskutuje použití AVM v České Republice. Shrnuje výhody i nevýhody a současné uplatnění ve světě.

### **3.2 VÝZNAM PRÁCE**

Tato práce může poskytnout jasnější obraz o vlastnostech a použití AVM pro tuzemský trh. Práce může také prospět stranám, které mají zájem nebo jsou motivovány v předmětu této práce, vymyslet dobrý AVM, který se nejlépe hodí pro trh s nemovitostmi v ČR. Pomůže zlepšit znalosti týkající se požadavků na modely AVM. Práce může vést k širšímu využívání AVM pro oceňování rezidenčních nemovitostí na základě popisu a doporučení mezinárodních standardů. Práce naznačí směr, v němž je zapotřebí dalších výzkumů, aby mohly být vyvinuty přesnější modely AVM pro ocenění nemovitostí.

### **3.3 PROBLÉMOVÁ SITUACE**

Tradiční oceňovací metody používané odhadci tvoří jádro oceňovacího procesu, nicméně spotřebovávají příliš mnoho času při získávání transakčních dat nemovitostí. Manuální metody mnohdy používají jen omezený počet srovnávacích objektů pro stanovení hodnoty nemovitosti. AVM jsou schopny porovnat větší množství podobných objektů za účelem vytvořit důslednější analýzy. Modely AVM jsou vyvíjeny a používány hlavně v zahraničí. Na území ČR doposud není znám žádný dokument, který by téma AVM přiblížil a charakterizoval jejich definici a použití.

### **3.4 ORGANIZACE PRÁCE**

Tato podkapitola poskytuje orientaci ve zbylé části práce. V předchozí kapitole byla provedena literární rešerše kvůli aplikaci obecné teorie oceňování na území ČR. Bylo definováno důležité názvosloví spojené s oceňováním nemovitostí. Byly popsány faktory, které jsou důležité při odhadu tržní hodnoty. Práce velmi stručně nastínila historický vývoj realitního trhu v ČR.

Třetí kapitola je věnována statistickým metodám v oceňování nemovitostí na základě zahraničních literárních rešerší. Proběhlo vysvětlení několika vybraných metod, které tvoří hlavní hnací sílu modelů AVM.

Ve čtvrté kapitole jsou rozebírány definice AVM a jejich rozdílnosti ze zahraničních literatur a nastíněna historie AVM.

V páté kapitole je provedena analýza současného uplatnění v oceňování v mezinárodním měřítku. Jsou vysvětleny hranice současných znalostí a popsán postup při vytváření modelu AVM dle mezinárodních standardů. Je popsána současná přesnost AVM modelů. Z vysvětlení co to jsou AVM vyplynuly jejich výhody a nevýhody.

Šestá kapitola hodnotí využití a implementaci v České Republice.

Předposlední kapitola nabízí diskuzi a souhrn poznatků, které byly zjištěny. Následuje závěr a další doporučení.

## 4 STATISTICKÉ METODY V OCEŇOVÁNÍ

Tato kapitola přiblíží teoretické pozadí známých statistických ocenění. Kauko a d'Amato (2008) tvrdili, že kvantitativní metody procházejí renesancí. Jedním ze specifických důvodů tohoto vzestupu je vedle zlepšení výpočetní techniky hospodářská globalizace, kdy je po celém světě vyžadována homogenní metoda oceňování. Lorenz a Lützkendorf (2008) definují pokročilé metody, nebo spíš metody analýzy dat, jak je nazývají, jako:

- hédonické cenové metody;
- umělé neuronové sítě;
- metody prostorové analýzy;
- fuzzy logika;
- autoregresivní klouzavý průměr (ARIMA<sup>6</sup>)
- metoda reálných opcí;
- metoda hrubých množin.

Podle Pagourtziové a dalších (2003) mezi pokročilé metody se dají zařadit:

- umělé neuronové sítě;
- hédonické regrese;
- metody prostorové analýzy;
- fuzzy logika;
- autoregresivní klouzavý průměr (ARIMA)

Matysiak (2017a) uvádí jako počítačem podporované metody ocenění, mezi které patří:

- mnohonásobná regresní analýza (MRA);
- umělé neuronové sítě;
- fuzzy logika;
- strojové učení;
- dolování dat.

Podle hédonické regrese lze hodnotu nemovitosti definovat stanovením jejích různých vlastností. Prostorová analýza je druhým přístupem, který zachází se závislostí ceny dané nemovitosti a charakteristikami sousedních jednotek. Dále jsou rozlišovány modely na základě

---

<sup>6</sup> AutoRegressive Integrated Moving Average.

umělých neuronových umělých sítí (dále jen ANN<sup>7</sup>), které patří do skupiny neparametrických testů. Model ANN je vyvíjen pomocí algoritmu učení postupně aplikovaného na dostupná data. Nakonec jsou zde modely založené na fuzzy logice, kde každé pozorování patří do jedné konkrétní skupiny a rozsah podobnosti je definován členskou funkcí, která nabývá hodnoty mezi 0 a 1. Následující podkapitoly se zabývají čtyřmi vybranými konkrétními automatizovanými technikami používanými v oceňování nemovitostí.

## 4.1 HÉDONICKÉ OCEŇOVÁNÍ

Hédonický model pro oceňování nemovitostí, je jednou z nejčastěji používané techniky. Jeho základním principem je statistické ocenění vztahu mezi cenou a vlastnostmi předmětu ocenění.

Des Rosiers a Thériault (2008) napsali, že hédonické modelování cen je oblíbené ze dvou hlavních důvodů. „*Za prvé, spočívá na vícenásobné regresní analýze, která je koncepčně spolehlivým a velmi výkonným analytickým zařízením, které kombinuje teorii pravděpodobnosti s výpočtem, čímž umožňuje třídění překřížených vlivů, které ovlivňují hodnoty nemovitosti. Za druhé, dokonale odpovídá samotné definici tržní hodnoty, vyjádřená jako nejpravděpodobnější cena, která by měla být zaplácena v konkurenčním a transparentním tržním prostředí.*“ (překlad vlastní).

Hédonické modelování vzniklo nejprve jako metoda pro ocenění zemědělské půdy kolem roku 1922. O pár let později Court vymyslel hédonický cenový index pro automobilový průmysl a neměl tedy nic společného s nemovitostmi (Sopranzetti, 2015). Stále ale nebyl položen teoretický základ hédonického modelování ceny. To se změnilo, až když Lancaster (1966) představil nový přístup k teorii spotřebitele<sup>8</sup>. Ta uvádí, že věc je přímým předmětem užitku a že věc je spotřebována pouze proto, že to je věc. Nový přístup znamenal, že užitečnost věci, je odvozena od jejích vlastností. Věc je složena z mnoha vlastností a každou z těchto vlastností mohou sdílet i jiné věci. Tvrdí se, že spotřeba je vstupem a soubor jejích vlastností výstupem. Cena věci je tvořena jejími vlastnostmi. I když je Lancaster považován za průkopníka, netvrdí nic o tvorbě nebo modelu ceny. Až Rosen (1974) jako první představil teorii hédonických cen. Argumentuje, že věc může být oceněna jako součet jejích užitků, které tvoří vlastnosti věci, to znamená, že celková cena věci by měla být součtem jednotlivých cen vlastností věci. Ve vztahu k nemovitostem, je hodnota nemovitosti součtem hodnot všech jejích vlastností. Hodnotu těchto vlastností nelze přímo běžně sledovat, ale to výrazně přispívá k tržní ceně nemovitosti.

---

<sup>7</sup> Artificial Neural Networks.

<sup>8</sup> Více k teorii zde: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Teorie\\_spot%C5%99ebitele](https://cs.wikipedia.org/wiki/Teorie_spot%C5%99ebitele)

Aplikace hédonického modelu pro odhad hodnoty nemovitosti je založena na některých předpokladech:

- nemovitosti jsou heterogenní a každá taková nemovitost je tvořena různými vlastnostmi;
- prodávající i kupující jsou o nemovitosti dokonale informováni;
- trh je v rovnováze a mezi jednotlivými vlastnostmi neexistuje souvztažnost;
- trh je dokonale konkurenční.

Základní lineární hédonický model je takový, kde hodnota nemovitosti klesá oproti vlastnostem nemovitosti. V tomto případě je cenový model součtem hodnoty jejích součástí. Funkci tržní hodnoty nemovitosti  $P$ , lze vyjádřit jako:

$$P = f(L, S, N) \quad (1)$$

kde  $L$  je vlastnost, která značí lokalitu,  $S$  je vlastnost, která značí stavební prvky a  $N$  je vlastnost, která značí sousedství.

Částečný derivát výše uvedené funkce s ohledem na každou vlastnost je implicitní mezní cena vlastnosti, *ceteris paribus*<sup>9</sup> (Rosen, 1974).

Základní funkční model lze v multiplikativní podobě zapsat jako:

$$\ln(P) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_1) + \beta_2 \ln(x_2) + \dots + v \quad (2)$$

kde  $P$  je hodnota nemovitosti,  $\beta$  představuje roli, kterou hraje každá vlastnost v hodnotě nemovitosti,  $x$  značí různé vlastnosti nemovitosti a  $v$  značí chybu.

Výhodou této metody je, že výsledky okamžitě ukazují mezní dopad různých vlastností ovlivňujících hodnotu, což usnadňuje srovnání oceňování nemovitostí podle modelu s oceňováním vytvořeným odhadci. Těmito vlastnostmi upravující hodnotu nemovitosti, se zabývá velké množství článků, studií a závěrečných prací, počínaje přístupem k městské zeleni přes ochranu památek až po hodnotu související s existencí schodiště. Čím více vlastností o nemovitosti je k dispozici, tím se zvyšuje přesnost modelu. Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím hodnotu, jak se v ostatních studiích ukázalo, je umístění nemovitosti čili lokalita. Základní modely tvoří nesouvislé prostorové jednotky pro dané místo. Vzhledem k dostupnosti údajů to znamená seskupování veřejně dostupných údajů (např. poštovní směrovací číslo). V tomto případě bude umístění nemovitosti zadáno do modelu jako kategorická proměnná. V takových případech například kategorická proměnná v hédonickém modelu ukazuje, o kolik

---

<sup>9</sup> Více zde: <https://www.penize.cz/slovník/ceteris-paribus>

dražší je nemovitost umístěná v Praze 1 ve srovnání s nemovitostmi v jiné části města. Zacházení s takovými prostorovými kategoriemi často odpovídá znalostem realitního povolání. Prostorové korelace jsou však často komplikovanější. To je jeden z důvodů, proč se zkoumání hédonických modů vyvíjí směrem prostorové ekonometrie.

Hédonické cenové modely jsou vysoce univerzální metodou, které úspěšně řeší řadu ekonomických, sociálních, environmentálních otázek. V případě nemovitostí a zejména v residenčních objektech, lze získat spolehlivé odhady tržních hodnot nemovitostí i jednotlivých charakteristik proměnných. Jako velká nevýhoda této metody se jeví spoléhání se na velké soubory kvalitních údajů. To může být problém v určitých lokalitách, kde nejsou data k dispozici nebo kde jsou prodeje z nějakého důvodu omezené.

## 4.2 PROSTOROVÁ EKONOMETRIE

Podle Anselina (2001) je prostorová ekonometrie podmnožinou ekonometrie, která se zabývá regresními modely s prostorovou interakcí a prostorovou strukturou pro průřezová a panelová data. Obecně ji lze definovat jako soubor technik pro řešení metodických problémů, které vyplývají z určitého zvážení prostorových efektů, konkrétně prostorové závislosti a prostorové heterogenity. Je známo, že data v prostoru nejsou nezávislá, ale spíše prostorově závislá, což znamená, že data z jednoho umístění mají tendenci vykazovat hodnoty podobné hodnotám v jejich blízkém okolí (LeSage, 2008).

Prostorová závislost je prostorová průřezová korelace, kde nelze korelační strukturu různých prostorových jednotek zvládnout pomocí standardních ekonometrických nástrojů. Prostorová heterogenita je taková pozorovaná nebo nepozorovaná heterogenita, kde prostorová struktura může nést informace, ale metodicky nemusí nutně vyžadovat nástroje prostorové analýzy (Anselin, 2001),

Při použití průřezových dat často nelze od sebe odlišit dva účinky: lze identifikovat shluky a vzorce, ale procesy, které je způsobují, nelze (LeSage, 2008).

Podle Anselina (2010) je hlavním kritériem prostorové ekonometrie aplikace prostorových zpožděných proměnných<sup>10</sup>. V zásadě se jedná o vážené průměry pozorování, které jsou „sousedy“ dané proměnné. Co přesně je myšleno sousedy, je klíčovou součástí definice, která je poskytována maticí prostorových vah. Prostorové zpoždění může být zahrnuto v závislé proměnné (pak se jedná o modely prostorového zpoždění), ve vysvětlující proměnné (prostorový

---

<sup>10</sup> V původním znění se mluví o Spatially lagged variables.

křížový regresní model<sup>11</sup>) nebo v termínu chyby (modely prostorových chyb) nebo případně ve všech (Anselin, 2010).

Prostorovou heterogenitu lze rozdělit na diskrétní heterogenitu a spojitou heterogenitu. U diskrétní se smějí modelové parametry lišit pro předem určené sady prostorově odlišných jednotek nebo režimů, zatímco u spojitě je součástí specifikace modelu to, jak se parametry v čase mění (Anselin, 2010).

Elhorst (2010) popisuje upřednostňovaný model, jenž shrnuje lineární prostorové i neprostorové modely s Manskiho modelem, na **obr. 4.1**. Z obrázku je patrný výchozí bod, kterým je pro Elhorsta obecný známý Manskiho model. Manski (1993) zmiňuje tři efekty, díky nimž může pozorování na daném místě záviset na pozorováních na jiných místech:

- endogenní efekt: chování jedince závisí na chování ostatních;
- exogenní efekt: chování jedince se liší podle exogenních charakteristik skupiny;
- korelovaný efekt: jednotlivci ve skupině se chovají podobně, protože mají podobné individuální charakteristiky.

Manskiho model je dán dvěma rovnicemi:

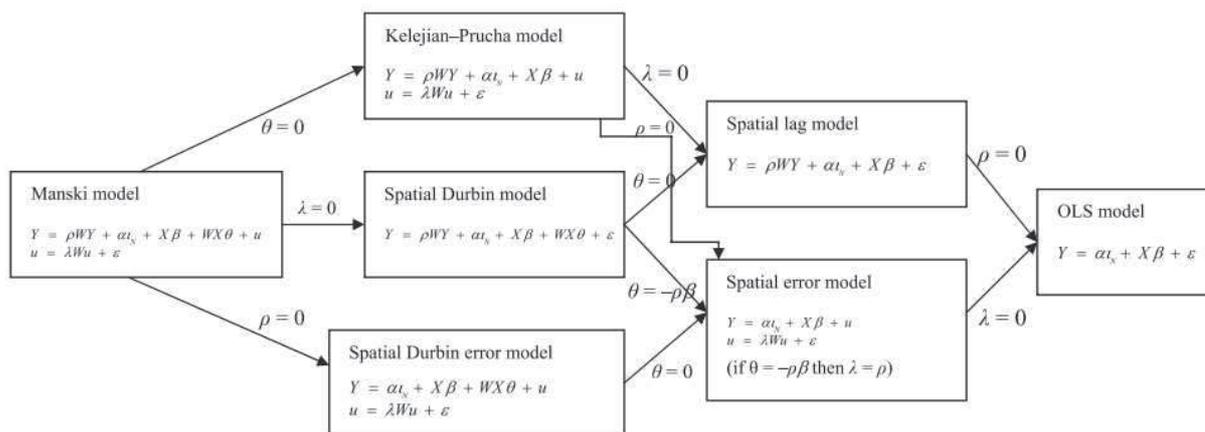
$$Y = \rho WY + \alpha_{1N} + X\beta + WX\theta + u \quad (3)$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon \quad (4)$$

kde  $Y$  je vektor  $N \times 1$ , který se skládá z jednoho pozorování závislého na proměnné pro každou jednotku ve vzorku ( $i=1, \dots, N$ ),  $1_N$  je  $N \times 1$  vektor těch, které jsou spojeny s parametrem  $\alpha$ ,  $X$  označuje  $N \times K$  matici exogenních vysvětlujících proměnných, s přidruženými parametry  $\beta$  obsaženými ve vektoru  $K \times 1$ ,  $\varepsilon = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_N)^T$  je vektor chybových výrazů, kde  $\varepsilon_i$  jsou nezávislé a identicky distribuované chybové termíny pro všechny  $i$  s nulovým středem a rozptylem  $\delta^2$ .  $WY$  označuje endogenní interakci mezi závislými proměnnými různých prostorových jednotek.  $WX$  je exogenní interakce mezi nezávislými proměnnými a  $Wu$  je interakce mezi chybovými termíny.  $\rho$  označuje koeficient prostorové regrese,  $\lambda$  označuje koeficient prostorové autokorelace kde  $\beta$  a  $\theta$  jsou pevné, ale neznámé parametry. Při různých omezeních parametrů, lze z Manskiho modelu dojít k dalším prostorovým modelům a nakonec k jednoduché lineární regresi, jak je vidět na **obr. 4.1**.

---

<sup>11</sup> V původním znění se mluví o Spatial cross-regression models.



Obr. 4.1 Vztahy mezi modely (Elhorst, 2010)

Manskiho model je obtížné používat, protože endogenní a exogenní interakční efekty nelze oddělit, a proto nelze odhadované parametry interpretovat. Elhorst (2010) proto místo Manskiho modelu doporučuje prostorový Durbinův model ze dvou důvodů. Za prvé nezohledňuje prostorovou závislost chybových členů a pouze snižuje přesnost odhadu, zatímco ignorování prostorové závislosti závislých nebo nezávislých proměnných vede k problémům s endogenitou. Za druhé, Durbinův model správně odhaduje standardní chyby parametrů, pokud je proces generování skutečných dat prostorově zpožděný nebo se jedná o model prostorových chyb.

Bohužel, neexistují žádná obecně přijímaná pravidla pro specifikaci matice prostorových vah  $W$ , která je dána pouze pro jeden konkrétní případ. Proto se odhadci, nebo spíše modeláři spoléhají na simulace Monte Carlo, které poskytují robustní analýzy.

### 4.3 UMĚLÉ NEURONOVÉ SÍŤ

Využití umělé inteligence (dále jen AI<sup>12</sup>) pro prognózování hodnoty nemovitosti bylo navrženo v literatuře z 90. let. Se zahájením počítačových systémů a moderních informačních technologií, přišel vývoj AVM založených na umělé inteligenci. K tomu přispělo i zvyšování výpočetní kapacity. Prognostický model využívající vhodnou AI techniku bere v úvahu vliv vnitřních i vnějších faktorů poskytující lepší prognózu (Chaphalkar, a další, 2013).

Umělé inteligenční aplikace přijímají vstupy z mnoha různých zdrojů<sup>13</sup> a prostřednictvím evolučního procesu generují algoritmy, které produkují ocenění. Využití AI se

<sup>12</sup> Artificial Intelligence.

<sup>13</sup> Tradiční zdroje jako stáří nemovitosti, stav opravy, lokace či netradiční zdroje jako jsou Big Data-např. demografie, kriminalita apod.

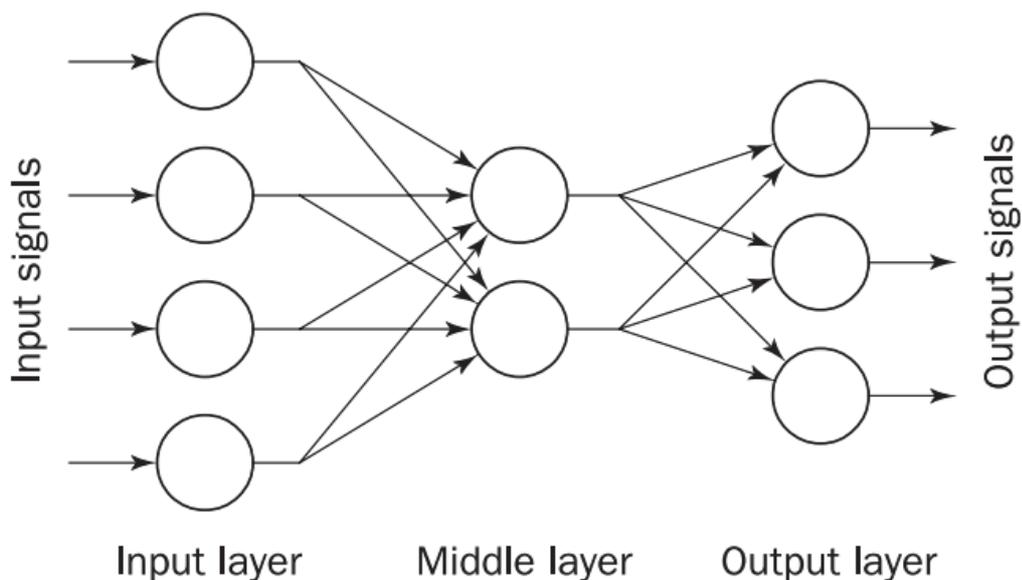
opírá o sílu vstupních dat a podobnost, která byla použita k programování algoritmu. Použití metod jako ANN nebo fuzzy logiky ve výpočtech oceňování nemovitostí, poskytuje flexibilitu bez matematické přesnosti ve srovnání s nepružnou regresí (Kauko a další, 2008).

ANN jsou flexibilní, mohou objasňovat nelinearity v datech a dokážou rozpoznat a porovnat složité i vágní nebo neúplné vzorce v datech. Některé dokončené studie naznačují, že přesnost modelů co se týče predikce, ANN je srovnatelná s metodami založených na statistice. Společným znakem AI je velmi špatně generovaný algoritmus, jehož výsledná hodnota je těžce interpretovatelná.

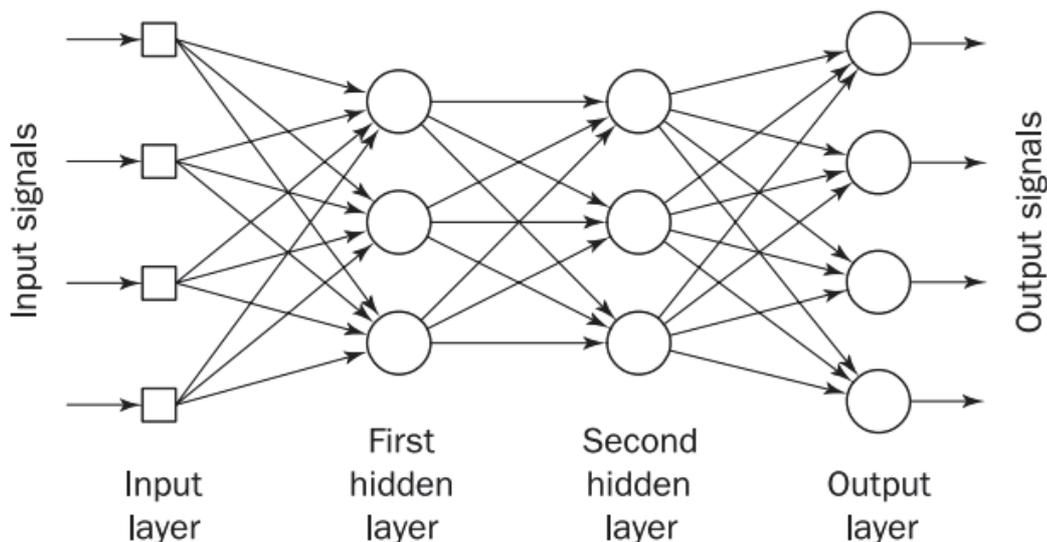
ANN jsou modely AI původně navrženy tak, aby kopírovaly procesy lidského mozku. Skládají se z neuronů spojených synapsí. Přiřazená váha se vztahuje k síle synaptického spojení mezi jednotlivými neurony. Neurony jsou strukturovány do tří vrstev:

- vstupní vrstva s daty;
- skrytá/é vrstva/y, obvykle označované jako černé skříňky;
- výstupní vrstvy, odhadované hodnoty nemovitostí (Pagourtzi, a další, 2003).

Modely ANN mohou obsahovat tolik skrytých vrstev, kolik je potřeba. Nicméně Negnevitsky (2005) poukázal, že jedna skrytá vrstva je dostačující. Schéma modelů s více skrytými vrstvami a jednou skrytou vrstvou jsou znázorněny na **obr. 4.2** a **obr. 4.3**.



Obr. 4.2 Model ANN s jednou skrytou vrstvou (Negnevitsky, 2005)



Obr. 4.3 Model ANN se dvěma skrytými vrstvami (Negnevitsky, 2005)

Data vstupují před vstupní vrstvou a pak jsou prostřednictvím synapsí přenášena do neuronů ve skryté vrstvě. Tam jsou data vystavena procesům s transformační funkcí a s váženými souhrnnými funkcemi a výsledná hodnota pak opouští síť přes výstupní vrstvu (Negnevitsky, 2005).

Počet neuronů ve vstupní vrstvě odpovídá počtu vstupních proměnných. Obecně podle Zhanga a Patuwa (1998) platí, že při vytváření prediktivního modelu počet neuronů ve vstupní vrstvě má mnohem větší vliv než počet neuronů v každé skryté vrstvě. Je proto velice důležité, aby počet vstupních proměnných byl dostatečný, aby mohl model ANN produkovat výstup s co největší přesností.

K dnešnímu dni neexistuje obecně přijímaný přístup k navrhování architektury jádra ANN modelů. Jejich architektura by mohla být určena pomocí ořezávání algoritmu nebo například kritérii síťové informace apod. Pro vytvoření modelu se dostupná data rozdělí na dvě části, tak zvanou metodou zádrže a ponechá si určitou část dat pro testování a zbytek použije na trénování. Není znám však přijatelný poměr dělení, v literatuře je běžné rozdělení dat 80 ku 20, kdy je 80 % vzorků použito pro trénování a 20 % pro testování (Chan, a další, 2017). To ospravedlňuje skutečnosti, že oceňování nemovitostí s použitím jak tradičních tak i pokročilých metod, je umění, které vyžaduje dovednosti a zkušenosti znalce (Zhang, a další, 1998).

Limsombunchai (2004) porovnával predikční sílu hédonického modelu s modelem ANN. Testoval 200 vzorových residenčních domů na Novém Zélandu. Mezi vstupní data zahrnul faktory jako je velikost nemovitosti, stáří, typ, počet ložnic, počet koupelen, počet garáží, vybavení a okolí nemovitosti a zeměpisnou polohu. Výsledky prokázaly, že hédonické modely nepřekonají modely

neuronových sítí. Zároveň zjistil, že hédonické modely vykazují horší výsledky výsledné hodnoty nemovitosti i při predikování hodnoty na vzorcích pro trénování.

Mimis a další (2013) porovnával prostorovou autokorelaci (dále jen SAR<sup>14</sup>) a modely ANN. Databáze čítala celkem 3 150 nemovitostí nacházejících se v Athénách v Itálii. Využívají přístup ANN s MLP<sup>15</sup>, což je vícevrstvý perceptron. Databázi rozdělili v poměru 60 % - 20 % - 20 % na vzorky pro trénování, vzorky pro validaci a vzorky pro samotné testování. K porovnání obou modelů použili několik testů a s výjimkou testu střední chyby vykazovaly modely ANN v každém případě lepší hodnoty než SAR. ANN je vhodnější použít pro popis nelineárního vztahu mezi cenou a vysvětlujícími proměnnými (Mimis, a další, 2013).

## 4.4 FUZZY LOGIKA

Fuzzy logika se zásadně liší od pravděpodobnosti v tom, že řeší nepřesnost převládající v současnosti, zatímco pravděpodobnost se týká budoucí nejistoty. Fuzzy logika umožňuje, aby pravdivostní hodnoty výroku byly libovolné reálné číslo mezi 0 a 1, na rozdíl od logické logiky, kde je výrok buď pravdivý (pravdivostní hodnota 1) nebo nepravdivý (pravdivostní hodnota 0) (Sarip, a další, 2015). Podle teorie fuzzy logiky lze vztah mezi množinou a jejími prvky popsat pomocí tzv. členské funkce, která umožňuje různé stupně členství ve srovnání s obvyklými 0 a 1. Tyto stupně lze také použít pro oceňování nemovitostí (González, 2008).

González (2008) porovnal celkem čtyři modely, z toho se jednalo o tři fuzzy modely a jeden model MRA. Databáze čítala celkem 31 277 bytů z města Porto Alegre v Brazílii. Odhalil, že fuzzy logika mnohem lépe dokáže zvládnout nejasnost nebo nepřesnost přítomnou na realitním trhu a dává tak lepší odhady než konvenční metody.

Podle Leeho a dalších (2016), fuzzy kvantifikační teorie pomáhá řídit subjektivitu vyplývající z hodnocení a také umožňuje přesnější kalibraci faktorů, které formují hodnotu. Standardní regresní metody, které jsou charakterizované ostře definovanými hranicemi, vedou ke ztrátě informací v případě nejednoznačnosti nebo nepřesnosti (Sui, 1992).

Skutečná data mohou být nepřesná z různých důvodů, které brání vytváření modelů hromadného přecenění. Mimo jiné se mohou zvýšit chyby vyplývající ze specifikace vadného modelu, jakož i současné korelace mezi vysvětlujícími proměnnými a nejasnými přechody mezi dílčími trhy. Příkladem posledně jmenovaných je obtížnost klasifikace oblastí v případě po sobě následujících tržních regionů. Segmentace dat nebo seskupení databáze do podskupin činí modelování značně komplikovaným. Vedle tradičních metod se objevily flexibilnější a složitější

---

<sup>14</sup> Spatial autoregressive model.

<sup>15</sup> Multilayer perceptron.

modely, jako jsou fuzzy systémy. Tyto systémy se však nemohou naučit rozpoznat atributy trhu samostatně, takže jsou obecně vyvíjeny v kombinaci s jinými metodami, jako jsou umělé neuronové sítě nebo genetické algoritmy. Takto vytvořené hybridní systémy jsou schopny řešit nejistoty trhu s bydlením (Gonzáles, 2008).

Lughofer a další (2011) zkoumali relativní výkonnost lineárních regresních modelů, ANN a metody na základě fuzzy logiky použitím 50 000 vzorků v podobě residenčních nemovitostí prodaných během období deset let mezi roky 1998-2008. Výsledkem bylo zjištění, že fuzzy logické modely nabízejí nejlepší předpověď výsledné hodnoty na základě střední kvadratické chyby, absolutní chyby a křížové chyby.

Použití fuzzy logiky je jednodušší, než většina alternativ jiných uměle inteligenčních metod pro řešení složitých situací. Je to systém, který skoro napodobuje lidská rozhodnutí. Může být použit i jako vstup k jiným přístupům, například k hédonickým modelům pro navrhování vysvětlujících proměnných.

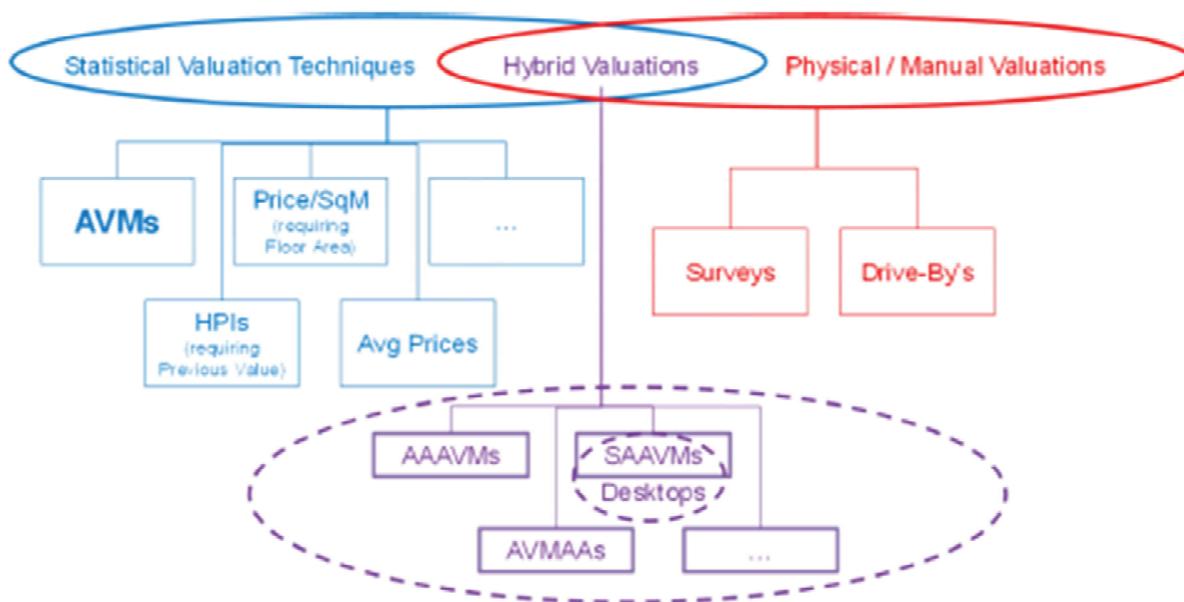
## **4.5 POSOUZENÍ VÝKONNOSTI STATISTICKÉHO OCEŇENÍ**

V přechozích kapitolách práce bylo představeno několik různých modelů používaných pro statistické oceňování nemovitostí. Tato rozmanitost vyplývá z měnících se potřeb uživatelů. V souvislosti s tím, se mění i kritéria hodnocení modelů. Modely obecně slouží k podpoře práce odborníků, používají se také v souvislosti s hromadným a nákladově efektivním oceňováním. V první řadě je důležité, aby modely poskytly co nejpřesnější možný výsledek, a tím podpořily práci odborníků v oblasti oceňování. Zjevné chyby z automatického ocenění lze snadno identifikovat a přepsat na základě skutečných zkušeností s realitním průmyslem. Tento požadavek přiměl uživatele spoléhat se na hédonické modely. V průběhu hromadného hodnocení může být vyhýbání se závažným chybám ještě důležitějším kritériem. Při práci s velkými datovými databázemi je zásadní udržet podstatné chyby na minimum. To klade důraz na testovaný model tak, aby byl přizpůsoben statistickým kritériím. Výsledky zkoumání v různých pracích nebo různých zdrojích informací samozřejmě nelze srovnávat obecně jako výsledek statistických ukazatelů. Výsledkem je, že v každém případě musí být model statistického oceňování přizpůsoben cílům a okolnostem uživatele.

## 5 AUTOMATED VALUATION MODELS

V posledních letech přibývá význam AVM v oceňování. S pokrokem v oblasti výpočetní techniky se určitá forma počítačové pomoci stala součástí hromadného oceňování. Vývoj vedl k použití AVM, aby urychlil proces oceňování, poskytoval přesnější odhady a omezil náklady spojené s oceňováním. S tím souvisí i větší množství dostupných publikací a studií v zahraničí. Avšak na českém území je toto téma stále neprozkoumané. Následující podkapitoly mají za úkol čtenáři přiblížit koncept hromadného oceňování a obecného použití AVM v mezinárodním měřítku. To povede k pochopení jeho výhod i nevýhod a jistých omezení. Dále bude zkoumán přehled technik, jako je statistická a umělá inteligence použitá při určování cen nemovitostí.

Evropská hypoteční federace (EMF) a Evropská AVM aliance (EEA) klasifikuje metody oceňování do skupin uvedených na obr. 5.1.



Obr. 5.1: Druhy oceňování nemovitostí (EMF/EEA, 2016)

Skupina statistických ocenění je prezentována odděleně od manuálního ocenění. Rozdíl mezi těmito dvěma technikami spočívá v tom, že statistické oceňování používá k hodnocení mnohem více údajů a vytváří hodnotu nemovitosti z dat opakovatelným způsobem. Jsou známa ocenění, která nelze přímo zařadit ani do jedné z kategorií. Taková ocenění leží někde mezi statistickým a manuálním oceněním a nazývají se hybridní.

V rámci statistického oceňování, jsou AVM specifikovány jako podskupina statistických oceňovacích modelů. Na rozdíl od metod založených na indexaci<sup>16</sup>, které vyjadřují změnu hodnoty, nejsou pro AVM zapotřebí žádné historické informace o cenách. Umožňují odhadnout cenu nemovitosti na základě velkého množství dat bez individuální lidské vůle. AVM jsou složitější než odhady s použitím průměrných jednotkových cen, což znamená, že jsou postaveny na řízení dopadů faktorů upravujících hodnotu.

Hlavním důvodem proč nejsou AVM v ČR rozšířeny, může být fakt, na který poukazují Standardy pro oceňování nemovitých věcí pro účely ohodnocení zajištění finančních institucí vydané Českou bankovní asociací. V bodě 2. 4. je napsáno, že ocenění musí být v souladu s Evropskými oceňovacími standardy (ČBA, 2017). Řeč je hlavně o bodě 6. 2 v EVS 4, který věnuje celý odstavec prohlídce nemovitosti a že právě odhadce by měl provést vizuální kontrolu oceňovaného předmětu (TEGoVA, 2016). Dalším důvodem může být to, že odhadci používají doposud ověřené způsoby oceňování a nejsou nuceni vyvíjet své vlastní metody.

Pro lepší pochopení šancí na místní přijetí postupů statistického oceňování pomocí pokročilejších metod a jejich přijatých forem je vhodné se podívat na mezinárodní praxi spolu s příslušnými zásadami a procesy. Při prozkoumávání toho však firmy obvykle nabízející a využívající AVM jako soukromé subjekty, nesdílejí žádné podobnosti. Dokonce ani členové European AVM Alliance, v překladu Evropská AVM Aliance, (dále jen EAA) nesdílejí na svých webových stránkách žádné relevantní informace<sup>17</sup>. Kromě obecných referencí zdůrazňují pouze použití automatizovaného vyhodnocení na základě velkého množství dat. Finanční instituce taktéž nezveřejňují metody oceňování, které používají. Důvodem tohoto pozorovaného nedostatku informací je to, že AVM jsou téměř vždy jedinečné a přizpůsobené uživateli. Čím více se přizpůsobí potřebám a možnostem uživatele, tím lépe tyto metody fungují. Odlišná parametrizace a systémy budou jinak optimální pro banku zaměřenou na definování hodnoty pro hypoteční úvěr než pro definování hodnoty kvůli daňovým účelům či pojistné hodnotě.

Tato práce představuje potřebnou analýzu a metodické základy, v rámci zahraniční literatury, které mohou umožnit přijetí systémů vhodných pro uživatele působící v České Republice, a zároveň navrhuje koncepční rámec.

---

<sup>16</sup> Cenové indexy vycházejí ze statistického úřadu v tištěné oceňovací vyhlášce jednou za rok. ČSÚ tyto indexy aktualizuje každé tři měsíce a lze je dohledat online.

<sup>17</sup> Více zde: <https://www.europeanavmalliance.org/>

## 5.1 PŮVOD AVM

Nemovitosti tvoří hlavní část finančních rozhodnutí ve vyspělých ekonomikách. V případě nesprávného ocenění aktiv, hrozí finanční riziko pro širokou škálu dotčených stran. Řada takových krizí po celém světě prokázala, že je finanční kolaps reálný (Gilbertson, a další, 2005). Například RICS odpověděl na zhroucení trhu<sup>18</sup> s nemovitostmi v sedmdesátých letech vydáním první publikace *The Red Book*, která standardizovala oceňování a očekávané chování od odhadců. V USA federální vláda reagovala na bankovní krizi v osmdesátých letech založením *The Resolution Trust Corporation* (dále jen RTC), dále zavedením jednotných standardů a licencováním odhadců (Kohout, 2009). To vedlo ke státní certifikaci všech odhadců a k přijetí USPAP. Většina národních krizí tak odhalila velké rozdíly v přístupech k oceňování, které často vedly k nereálným hodnotám a nebezpečím podvodů nebo k nečestnému jednání ze strany odhadců (Gilbertson, a další, 2005).

Znalosti trhu odlišovaly jednotlivé odhadce mezi sebou, ale s postupem času, dozrály části procesu oceňování, jako sběr dat a formátování dat, k automatizaci. Termín „automated valuation model“ vstoupil do světa oceňování teprve v posledních letech 20. století. Ještě před tímto termínem, byly podobné metody popsány jako „computer assisted mass appraisal“ (dále jen CAMA), což lze přeložit jako počítačově asistované nástroje pro hromadné oceňování. Oba systémy CAMA i AVM mají matematický model, který má představovat vzorec pro hodnotu.

Lze ovšem vyzorovat rozdíly mezi těmito jednotlivými termíny. D'Amato (2017) zmiňuje, že CAMA jsou většinou využívány pro daňové účely k určitému datu. AVM často využívá stejný metodický rámec za účelem stanovení tržní hodnoty nemovitosti. Ocenění je obvykle prováděno s jistou mírou důvěry v přesnost výsledku ocenění. AVM jsou převážně používány pro účely poskytování úvěrů. Hlavním rozdílem mezi AVM a CAMA je platný datum ocenění. Systémy AVM odhadují hodnotu nemovitosti k datu, pro které je vytvářeno ocenění.

První patent použití AVM se objevil na počátku 90. let na území Ameriky. Patent byl zaměřen na AVM s využitím neuronových sítí, které vypočítávají hodnotu nemovitostí na základě naučených vztahů, nejprve mezi proměnnými popisujícími jednotlivé vlastnosti nemovitostí, následované vztahy mezi vlastnostmi nemovitostí a charakteristikami oblastí (JOST, a další, 1994).

Gilbertson a Preston (2005) uvedli studii od finanční společnosti Standard a Poor's z roku 2004, která poukazovala na používání AVM v cca 10 % všech hypotečních úvěrů v USA. Ve Velké

---

<sup>18</sup> Velká Británie se potýkala v sedmdesátých letech s cenovou bublinou během tzv. barberského (podle kancléře Tonyho Barbera) rozmachu v roce 1973, kdy byly uvolněny úvěrové podmínky ve spojení se strategií go-for-growth. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/business/2014/may/24/history-british-housing-decade>

Británii se na počátku zrodu AVM používány hédonické oceňovací modely, které spoléhaly na rozsáhlou databázi a prováděly automatizované vyhledávání srovnatelných nemovitostí s průměrnou nemovitostí.

V současné době je termín AVM používán pro zdůraznění vysokého stupně automatizace. CAMA nebo AVM mohou používat různé metody, z nichž nejčastěji používanými jsou mnohonásobná lineární regrese (dále jen MRA<sup>19</sup>), analýza srovnatelných prodejů nebo umělé neuronové sítě (dále jen ANN<sup>20</sup>).

## 5.2 DEFINICE AVM

Rossini a Kershaw (2008) ve své studii o testování přesnosti AVM poukázali na existenci potencionálně odlišných definic AVM. To může být dáno odlišným regulačním orgánem, historickými postupy nebo časovým obdobím. Na úvod je tedy vhodné prozkoumat definice, které mohou poskytnout cenný pohled na současný výklad AVM a jejich použití.

TAF ve standardech USPAP (TAF, 2018) označují AVM jako: *„počítačový softwarový program, který analyzuje data pomocí automatizovaného procesu. AVM mohou používat například regrese, adaptivní odhady, neuronové sítě, expertní systémy a programy založené na umělé inteligenci.“*(překlad vlastní)

Jedná se o demonstrativní výčet. Dává tím uživateli najevo volnost při volbě metod, které lze při modelování použít. I tak lze tuto definici považovat za nejkonkrétnější, co se týče používaných metod. TAF k definici dodává, že výstup AVM sám o sobě nemůže být použit jako výsledek hodnoty. V tomto smyslu se může výstup AVM stát podkladem pro ocenění nebo může být použit k posouzení hodnocení, pokud se odhadce domnívá, že je výstup dostatečně věrohodný a může být použit pro konkrétní případ ocenění (TAF, 2018).

Definice dle standardů the International Association of Assessing Officers, v překladu Mezinárodní asociace osob v oceňování (dále jen IAEO), se neomezila na zavedené postupy. Definice zní: *„...matematicky založený počítačový softwarový program, který analytici trhu používají k vytvoření odhadu tržní hodnoty na základě tržní analýzy umístění, tržních podmínek a vlastností nemovitosti z dat, které byly dříve a samostatně nashromážděny. Charakteristickým rysem AVM je to, že se jedná o hodnocení trhu vytvořené pomocí matematického modelování. Důvěryhodnost AVM závisí na použitých datech a schopnostech osoby, která AVM užívá. AVM by měly být vyvíjeny přiměřeně kvalifikovanými analytiky trhu, např. odhadci či znalci, kteří používají statisticky založené aplikace k analýze dat a jsou schopni vybrat nejlepší simulaci tržní aktivity pro*

---

<sup>19</sup> Multiple Regression Analysis

<sup>20</sup> Artificial Neural Networks

*analýzu polohy, tržních podmínek a vlastností nemovitosti z dříve nashromážděných údajů. AVM jsou navrženy tak, aby generovaly odhady hodnot pro nemovitosti v určitém čase (retrospektivní nebo prospektivní data dle požadavků klienta).“*(IAOO, 2018). (překlad vlastní).

Definice se změnila od posledních standardů z roku 2003 a nově je rozšířena o poslední dvě věty. Vyzdvihnout lze zahrnutí zdrojových dat a osoby, které stojí za AVM a jejich vývojem. Nejspíš se snaží poukázat na čím dál tím rozšířenější používání AVM, avšak ne vždy jsou pro to jejich uživatelé dostatečně způsobilí.

Podle Soma (2017) je AVM: *„...ekonometrický proces, jenž se skládá z řady kvantitativních rovnic, které přenášejí hédonické vlastnosti nemovitosti na nedávnou tržní aktivitu.“*

Velmi obecně pak AVM definují TEGoVA (2016), RICS (2013), EAA (2019).

*„AVMs lze definovat jako statistické počítačové programy, které používají informace o nemovitostech (např. srovnatelné prodeje a vlastnosti nemovitosti) pro generování hodnoty.“* (TEGoVA, 2016) (překlad vlastní).

*„Model, který využívá jednu nebo více matematických technik, které poskytují odhad hodnoty určité nemovitosti k určitému datu, doprovázený mírou důvěry v přesnost výsledku, bez zásahu člověka.“*(RICS, 2013) (překlad vlastní).

*„Systém, který poskytuje odhad hodnoty určité nemovitosti k určitému datu pomocí automatizovaných technik matematického modelování.“*(EAA, 2019) (překlad vlastní).

Na základě těchto popisů, je základním principem AVM to, že ocenění je vytvářeno pomocí modelů a tedy zůstává objektivní a vylučují jakékoli přímé zapojení toho, kdo model používá (odhadce či znalce). Přesnost predikce modelu a důvěryhodnost modelu závisí na použitých datech a na páteřním mechanismu výpočtu. Všechny definice AVM jsou opatrné při zahrnutí jakékoli konkrétní metody nebo omezujícího popisu, do rychle se rozvíjející oblasti automatizovaného oceňování. Ačkoliv většina článků a prací o AVM má odvážné představy o standardizaci, jen málo z nich ji zahrnuje ve svých definicích.

Je důležité zmínit, že IVSC doposud nezahrnul definici AVM do svých standardů. Pouze ve starších standardech IVS (IVSC, 2005) je uveden pokyn k hromadnému oceňování pro daň z nemovitosti.

## **5.3 AVM JAKO DISKUTOVANÉ TÉMA**

Na začátku 21. století bylo patrné rozšiřování používání AVM a související technologie (Bidanset, 2014). Jedním z důvodů bylo vydání standardu Standard on Automated Valuation Models (AVM), jenž poskytoval doporučení a pokyny pro návrh, přípravu a samotné použití AVM v praxi. (IAOO, 2003).

V USA se používají modely AVM k ocenění nemovitostí pro hypoteční úvěry více než 30 let a ve Velké Británii od roku 2001. Jejich oblibu si uživatelé získali především díky jejich rychlosti a nízkým nákladům (Downie, a další, 2009).

Vývoj AVM v ostatních zemích, jako je například Kanada nebo Německo, byl výrazně ovlivněn vlivem Spojených států (Bidanset, 2014). Posun a rozšiřování AVM tak není omezeno jen na určité lokality. Díky snadno dostupným datům a snaze předávat si myšlenky v globálním měřítku, se AVM šíří a zdokonalují po celém světě. Při analýze dostupného materiálu se většina studií a článků shodne na tom, že se kvalita AVM zlepšuje a jejich používání jak v soukromé, tak komerční sféře se rozšiřuje (RICS, 2017).

Gilbertson a Preston (2005) poukazují na neschopnost automatizovaného procesu zjistit nerelevantní údaje a je pouze na uživateli AVM, aby včas zasáhl a vstupní data upravil dříve, než hodnota nemovitosti jedné, ovlivní hodnoty nemovitostí dalších. Dále říkají, že hodnoty generované pomocí AVM, nesmí být zaměňovány hodnoty získané tradičními technikami.

Tyto argumenty poukazují na to, že proces oceňování lze rozdělit na dva aspekty a to, subjektivní a objektivní. Objektivní zahrnuje sběr, uspořádání a vlastní výpočet a lze ho považovat za přístupný automatizaci. Subjektivní aspekt vyžaduje dovednosti založené na zkušenostech a vlastním úsudku, které nelze zautomatizovat (Mooya, 2011). Názor, že AVM k procesu oceňování pouze k procesu přispívají, interpretuje i Matysiak (2017a) skrze Trettona (2007). Mooya (2011) ve svém příspěvku naopak toto tvrzení vyvrací a navíc tvrdí, že AVM ani tradiční oceňovací postupy nelze z ontologického hlediska platně využívat k odhadu tržní hodnoty, vzhledem k tomu, že příspěvek buduje alternativní pojetí tržní hodnoty.

Jedno je jisté, cesta zpět z technologického vývoje neexistuje. AVM se budou nadále vyvíjet a jejich znalosti prohlubovat v širší veřejnosti. V současné době je ale používání AVM příhodné hlavně pro residenční nemovitosti. To proto, aby model zůstal nadále konzistentní a spolehlivý a zároveň aby byl objem srovnatelných transakcí přiměřeně vysoký (RICS, 2017).

## 6 ANALÝZA POUŽITÍ A UPLATNĚNÍ AVM VE SVĚTĚ

V zemích s několika letou zkušeností, se AVM staly součástí profese oceňování. Jedná se zejména o USA, Kanadu, Austrálii a některé členské země EU jako Velká Británie, Dánsko či Švédsko. Tyto země mohou předávat doposud získané znalosti do ostatních koutů světa, kde jsou AVM teprve u zrodu. Díky pokročilým technologiím, lze předpokládat mnohem rychlejší rozšiřování a implementaci AVM.

Za krok vpřed lze považovat vydání Pokynů pro banky o nesplácených úvěrech (dále jen NPL)<sup>21</sup>, které vydala Evropská centrální banka (ECB, 2017). V textu není vyloženě odkázáno na AVM, nicméně oddíl 7.2.3 obsahuje přísná pravidla a omezení kolem použití automatizovaných procesů při oceňování NPL. To může vést k dalšímu rozšíření mezi členskými zeměmi EU.

AVM mají široký rozsah použití. Mimo jiné mohou být použity pro sledování residenčního hypotečního portfolia, sekuritizací<sup>22</sup>, modelování ztrátovosti při selhání, kontrolu kvality a audit ocenění, obchodování s celým úvěrovým portfoliem (d'Amato, 2017; EAA, 2019).

Informační dokument RICS (2013) skutečně identifikuje následující oblasti, kde se používají AVM:

- přecenění pro úvěrové rozhodnutí v bankách;
- posouzení nedoplateků v bankách;
- identifikace podvodné činnosti v bankách;
- úplné audity oceňování v bankách;
- stanovení ukazatelů kapitálové přiměřenosti v bankách;
- portfolio nemovitostí oceňovaných tržním podílem v bankách;
- hromadné hodnocení místních daní vládou;
- analýza nákladů a přínosů pro možné veřejné výdaje;
- plánování daně z kapitálu pro jednotlivce (překlad vlastní).

Dále budou představeny některé světové průzkumy, které měly snahu zmapovat používání AVM buď globálně, nebo v rámci Evropy.

---

<sup>21</sup> Non-performing loans (NPL)

<sup>22</sup> Sekuritizace aktiv je proces, během něhož dochází k přeměně aktiv (poskytnuté úvěry banky) na cenné papíry, které jsou určeny k dalšímu obchodování.

## 6.1 VE SVĚTĚ

Prvním rozsáhlým zmapováním problémové situace je studie (Downie, a další, 2008), která měla za úkol identifikovat používání AVM napříč světem. V prvé řadě bylo zkoumáno použití AVM pro účely poskytnutí úvěru. Tento výčet by neměl být považován za konečný, jak zmiňují autoři, výzkum byl omezen na použití anglického jazyka a tím může být používání v některých oblastech, zejména v Asii, podhodnoceno.

Tab. 6.1 Globální použití AVM (Downie, a další, 2008) (překlad vlastní)

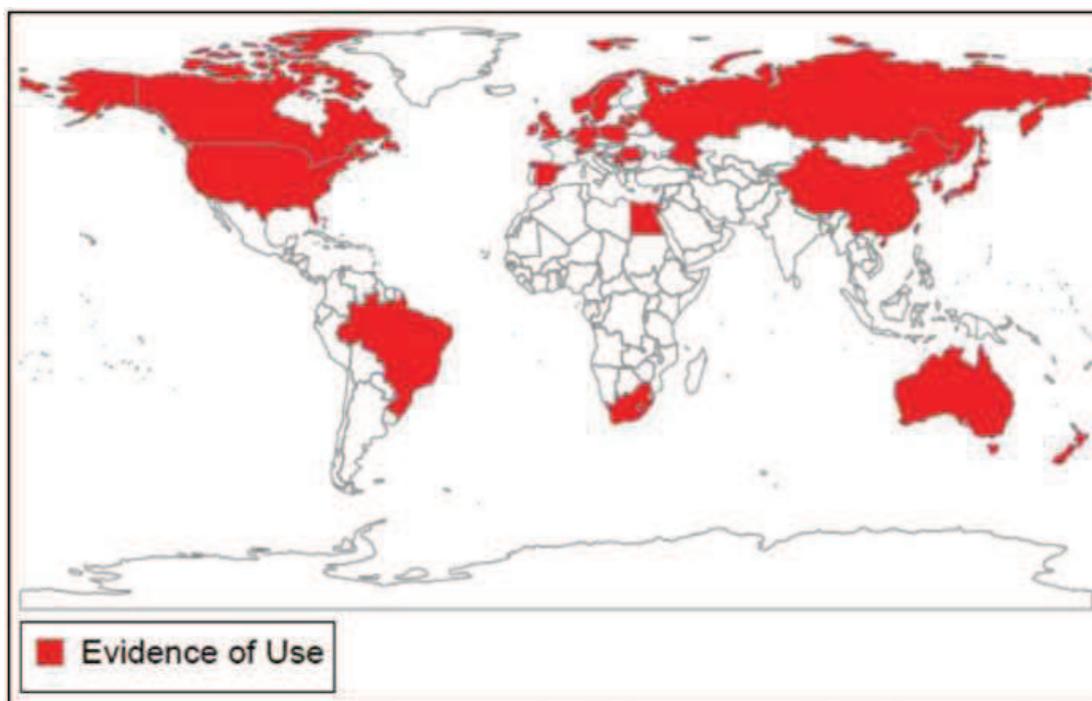
Vývojová fáze	Země	AVMs používané pro:			Komentář
		1. hypotéka	2. hypotéka	Portfolia	
U zrodu	Čína	-	-	S	AVM mají malý podíl na trhu v Hongkongu a Šen-čenu.
U zrodu	Japonsko	S	-	S	Rozšířené pokrytí od bytů po samostatně stojící domy a oblasti mimo Tokio.
U zrodu	Malajsie	-	-	-	Literatura odkazuje na použití tzv. 'electronic desktop valuation', což je obdoba AVM.
U zrodu	Polsko	-	-	-	Literatura odkazuje na použití tzv. 'electronic desktop valuation', což je obdoba AVM.
U zrodu	Rumunsko	N	N	S	Nedostatečné množství kvalitních dat.
U zrodu	Singapur	N	N	S	AVM používány pro kontrolu ocenění.
U zrodu	Korejská republika	A	-	-*	* Velice pravděpodobné, ale nepotvrzené.
U zrodu	Tchaj-wan	S*	-	S*	* Literatura odkazuje na používání pro interní bankovní účely.
Raná fáze	Austrálie	A	A	N	Omezená aplikace ve venkovských oblastech, používané při kontrole podvodů, nízká úroveň spolehlivosti.
Raná fáze	Irsko	S	S	N	Někdy používáno samostatně nebo jako kontrola ocenění.
Raná fáze	Nový Zéland	S	S	-	Použití během posledních čtyř až pět let několika bankami pro nízké LTV.
Raná fáze	Jižní Afrika	S	S	-	Nedávný nárůst věřitelů v půjčkách na bydlení a komerčních objektech.
Raná fáze	Švýcarsko	S	-	-	Jedna významná banka používá svoje vlastní AVM k poskytování úvěrů.
Rozvoj	Dánsko	S	S	S	Jedné významné bance bylo schváleno používání AVM dánským orgánem finančního dohledu, další banky zažádaly také.
Rozvoj	Německo	S	S	A	Někdy používáno samostatně nebo jako kontrola ocenění více pro druhé půjčky. AVM je omezeno kvalitou a rizikovými nepříznivými věřiteli.
Rozvoj	Nizozemsko	S	S	N	Používání jako kontrola ocenění, ale pro vysoké LTV pouze omezeně. Použití pro ocenění portfolia se očekává v průběhu dvou let.
Rozvoj	Španělsko	S	S	N*	* Potřebná individuální ocenění, podle Evropské hypoteční federace.
Rozvoj	UK	S	S	S	Použití primárně pro refinancování a ocenění portfolia, nově pro počáteční nákupy.
Zavedeno	Kanada	S	A	A	Trh s AVM se soustřeďuje na konkrétní místa.
Zavedeno	Švédsko	A	A	A	Dlouhá historie používání.
Zavedeno	USA	S	A	A	Použití více pro druhé půjčky, méně pro počáteční nákupy.

Legenda:  
A znamená používání  
S znamená existenci nějakého používání  
N znamená žádné nebo malé používání  
- znamená, že nebyly nalezeny žádné informace o používání  
Ve všech případech je používání kvalifikováno podle specifických rizikových politik věřitelů a regulačních orgánů.

Výše bylo zmíněno, že AVM jsou v USA zavedeny již 30 let. Ale díky rychlejšímu a účinnějšímu předávání dat ze zemí, kde jsou AVM již zavedeny, se předpokládá rychlejší rozvoj a používání v zemích, kde jsou AVM teprve u zrodu.

Z tabulky vyplývá, že používání AVM je nejlépe zavedeno v USA a Kanadě. Jelikož se jedná o anglicky mluvící země, povědomí o AVM se snáze dostalo opět do zemí, kde vládne jazyk anglický, jako například Austrálie, Nový Zéland, Velká Británie nebo Jižní Afrika. Modely pro oceňování ve Spojených státech nejsou vždy přímo použitelné na jiné nemovitosti v zahraničí. Lze použít stejné zásady, ale model musí být vždy kalibrován a upraven speciálně pro příslušný trh. (Downie, a další, 2008).

Dalším přehled používání AVM ve světě nabízí Bidanset (2014), který doplňuje země uvedené v seznamu Almy a Fergusona (2010) o své poznatky.



Obr. 6.1 Globální použití AVM (Bidanset, 2014)

## 6.2 V EVROPĚ

Další mapování používání AVM, tentokrát ale napříč Evropou, provedli EAA spolu s the European Mortgage Federation, v překladu Evropská hypoteční federace (dále jen EMF).

Tab. 6.2 Použití AVM v Evropě (EMF/EAA, 2016) (překlad vlastní)

Země	AVMs používané pro:										
	Portfolia							H	RH	Kontrola kvality	Komentář
	KP	KD /S	NPF/SA	ŘR	Ú	NTK	O				
Rumunsko				A							
Řecko	A										
Portugalsko										A	
Španělsko	A									A	
Itálie	A			A		A				S	AVM je od 2014 testováno bankami.
Švýcarsko	A	A	A	A	A	A		A	A	A	
Dánsko	A	A		A	A		A	A	A	A	Ostatní: použití pro sledování LTV.
Německo	A	A*	A	A		A		A	A	A	*Pouze sekuritizace.
Švédsko	A	A	A	A	A	A			A	A	
Norsko	A	A*	A	A				A	A	A	*Pouze kryté dluhopisy. Ostatní: použití v souvislosti s oceněním portfolia pro správu nedoplatků a podávání zpráv bankovnímu regulačnímu orgánu.
UK	A	A		A		A	A	A	A	A	Ostatní: použití v souvislosti s oceněním portfolia pro správu nedoplatků a podávání zpráv bankovnímu regulačnímu orgánu.
Nizozemsko	A	A		A	A	A	A	A	A	A	Ostatní: použití pro přezkum kvality aktiv (AQR).

Legenda:  
A znamená používání  
S znamená existenci nějakého používání  
Ú znamená Účetnictví  
O znamená ostatní  
H znamená hypotéka  
RH znamená refinancování hypoték  
ŘR znamená řízení rizik  
KP znamená kapitálové požadavky  
NTK znamená nemovitostní transakce portfolia  
NPF/SA znamená nemovitostní podílové fondy a správa aktiv  
KD/S znamená kryté dluhopisy a sekuritizace

Rozvoj používání AVM v evropských zemích oproti studii z roku 2008, lze vyzorovat v Dánsku, Německu, Itálii, Nizozemsku, a Velké Británii. To bylo dáno globální finanční krizí z roku 2008.

V Dánsku, Německu, Nizozemsku, Švýcarsku a Rumunsku existují pravidla či pokyny pro používání AVM. Jedná se o země, kde je již AVM používáno v mnoha oblastech. Zajímavé je, že i v Rumunsku, kde se AVM používají zatím pouze k řízení rizik, mají zavedený pokyn k AVM.

Mnohem více o každé uvedené zemi, je uvedeno ve studii (EMF/EAA, 2016).

## 6.3 HRANICE SOUČASNÝCH ZNALOSTÍ

AVM jsou v současné době používány hojně ve veřejném i soukromém sektoru (Downie, a další, 2008). Metody oceňování, přístupy a jejich aplikace se stává stále více významným předmětem zkoumání jak akademiků, tak i komerční sféry (Matysiak, 2017a). I přes to, že jsou AVM několik na trhu, Lipscomb (2017) je považuje stále za nedokonalé a vidí v nich nedostatky, hlavně v přesnosti ocenění tržních hodnot nemovitostí.

U většiny AVM, které se používají a jsou komerční, nelze nahlédnout do jádra modelu. Společnosti si dávají pozor na své know-how a nejsou ochotné sdělovat podrobné informace z důvodu konkurence na trhu. Známymi poskytovateli na americkém trhu s AVM, které lze dohledat, jsou ATTOM Data Solutions, Clear Capital, Veros a Black Knight<sup>23</sup>. Ve Velké Británii se jedná hlavně o Rightmove nebo Zoopla ZPG<sup>24</sup>.

Hlavními AVM operátory na trhu je britský Hometrack nebo americký CoreLogic. Uvádějí pouze, že regresní analýzy nebo hédonické modely používají jako jedny z technik. (Gayler, a další, 2015; Hometrack).

V současnosti lze dohledat dostačující množství literatury, která se zabývá modelováním hodnot residenčních nemovitostí. Techniky založené na automatizaci procesu často používají MRA nebo pokročilejší metody jako jsou umělé neuronové sítě, fuzzy logiku. MRA je v současnosti nejčastěji používanou kalibrační metodou AVM. To dokazuje i příspěvek Kindta a Metznera (2017) na **obr. 6.2**, v němž se zaměřili na 67 relevantních studií, které analyzovali. MRA lze tedy považovat spíše za tradiční metodu. Používané kalibrační modely AVM (Kindt, a další, 2017)

Ranking	Model / Method (Calibration)	Number of indications on detailed level
1.	Multiple Regression Analysis	19
2.	Artificial Neural Networks	8
3.	Hedonic Regression Models	7
4.	Housepriceindex / Indexation	7
5.	Rule Based Expertsystems	6
6.	Re-Sales Analysis / Repeat Sales Method	6
7.	Hybrid Systems	3
8.	Hedonic HPI	3
9.	Adaptive estimation procedure (AEP)	2
10.	Fuzzy Logic	2

Obr. 6.2 Používané kalibrační modely AVM (Kindt, a další, 2017)

<sup>23</sup> Více na: [www.attomdata.com](http://www.attomdata.com); [www.clearcapital.com](http://www.clearcapital.com) ; [www.veros.com](http://www.veros.com) ; [www.blackknightinc.com](http://www.blackknightinc.com)

<sup>24</sup> Více na: [www.rightmove.co.uk](http://www.rightmove.co.uk); [www.zpg.co.uk](http://www.zpg.co.uk)

Podle Kauka a d'Amata (2008) dnes existují dva přístupy využívající MRA pro odhad hodnoty, jsou to hédonický a statistický. Hédonické modely jsou hojně využívány v oceňovací praxi a při sledování trhu s nemovitostmi. V těchto modelech tvoří proměnnou obvykle dva základní aspekty, kterými jsou vlastnosti nemovitosti a lokace. Statistický přístup je více praktický při modelování hodnoty, protože umožňuje aplikaci prostorové ekonometrie. Jak zmiňuje Som (2017), MRA je nejen velmi snadné pochopit a naučit se ji používat, ale je i nejnámější technikou ze všech statistických balíčků. Obecně se regresní modely snaží najít prediktivní vztah různých vlastností k hodnotě nemovitosti.

Jak je vidět i na **obr. 6.2**, současné výzkumy se zaměřují i na moderní metody. Studií a výzkumů na tyto metody není mnoho a nelze tedy udělat jasné závěry z hlediska praktičnosti. Jednou z takových metod jsou i umělé neuronové sítě. ANN nacházejí vzorce ve velkém souboru dat, aniž by předem definovaly omezení nebo předpoklady. To jim dává možnost najít dříve neznámé souvislosti mezi vlastnostmi a hodnotou. Mají replikovat proces lidského mozku. Ve studii Limsombunchaiho (2004) výsledky porovnání hédonického modelu a ANN hovoří jasně pro modely ANN.

Další alternativní metodou je fuzzy logika. Fuzzy logika používá základní logická pravidla s fuzzy determinanty. Zahrnuje jazykové funkce, které jsou svou povahou kvalitativní jako např. blízko nebo daleko, a umožňuje jejich hodnocení. Zcela se tak liší od konvenční logiky, která specifikuje funkci pravda nebo lež jako 1 nebo 0 (Sarip, 2015).

Další technikou, která na trhu není zcela prozkoumána je autoregressive integrated moving average, v překladu integrovaný autoregresivní klouzavý průměr (dále jen ARIMA). Zahrnuje ve své metodě časové řady prostřednictvím klouzavého průměru. Ostatní alternativní techniky lze najít v publikaci Kauka a d'Amata (2008).

Vývoj a testování netradičních metod je dá se říct na vzestupu, nicméně například Zurada a další (2011) testovali a porovnávali použitelnost některých moderních metod jako ANN, fuzzy logiky a memory-based reasoning (dále jen MBR<sup>25</sup>) a došli k závěru, že žádné tyto uměle inteligenční metody nemohou poskytnout lepší prognózu než MRA.

## **6.4 POSTUP PŘI VYTVÁŘENÍ MODELU AVM DLE STANDARDU**

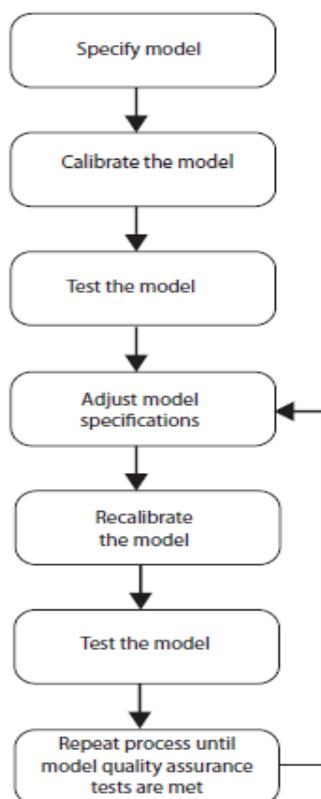
Doposud jsou známy tři hlavní standardy, které se věnují oceňování pomocí modelů AVM. RICS v roce 2013 vydal publikaci s názvem Automated Valuation Models (AVMs), která v prvním kroku nabízí stanovení minimálních výkonnostních kritérií pro model (RICS, 2013). EAA vydali

---

<sup>25</sup> Memory based reasoning-paměťové zdůvodnění

v roce 2019 European Standards for Statistical Valuation Methods for Residential Properties, v překladu Evropské standardy pro statistická ocenění pro residenční nemovitosti, které se, jak už jejich název napovídá, věnují pouze residenčním nemovitostem. Standardy rozlišují čtyři hlavní typy ocenění, kterými jsou: ocenění jednoho parametru, index cen bydlení, hédonické modely a porovnávací metody založené na AVM. Standardy se tak nevěnují pouze modelům AVM a jsou pojaty velice ze široka. Třetími standardy jsou standardy vydané IAIO v roce 2018, které přinášejí doposud nejlepší přehled o AVM.

Dále bude představen postup sestavení modelu, jak ho prezentuje právě standard k AVM od IAIO z roku 2018. Standardy mají za úkol poskytnout ucelené prostředky ke zlepšení fungování oceňovací profese. Již na začátku standard informuje, že má pouze poradní povahu. Pokud bude v rozporu s USPAP nebo jinými zákony, pak jsou tyto zákony a USPAP nadřazené standardům. Použití AVM limitují na trhy, kde existují dostatečné ekonomické údaje. Nejspolehlivější odhad hodnoty bude generován modely AVM, které dodržují osvědčené postupy pro ověřování údajů, pro analýzu trhu a průběžnou kontrolu kvality. Postup při vytváření AVM je na obr. 6.3.



Obr. 6.3 Postup při vývoji AVM (IAIO, 2018)

Hodnoty vytvořené podle těchto standardů pomocí AVM, lze považovat za hodnocení<sup>26</sup>. Standard dále uvádí možnosti, jak lze AVM používat.

- AVM jako asistent, to znamená, že mohou odhadcům pomáhat jako opora pro své odhady;
- odhadce jako asistent AVM, kdy je AVM model kalibrován a ověřen a odhadce poté základě svého profesionálního úsudku zváží výsledky;
- opakované použití AVM, kdy jsou modely připravovány analytikem po analýze trhu;
- smíšené nebo kaskádovité AVM, kdy kaskádovitý proces umožňuje použití dvou a více modelů, uživatel AVM může vybrat takové silné modely, kdy se každý hodí pro jiný atribut nemovitosti;
- AVM pro výzkum, jsou používány pouze pro testování a v akademickém výzkumu pro měření trendů v ocenění (IAOO, 2018). (překlad vlastní).

AVM má každopádně účinně poskytovat přesný, jednotný a spravedlivý odhad na férové tržní hodnoty. Ta je definována jako „...peněžní částka, kterou je řádně informovaný kupující ochoten zaplatit a řádně informovaný prodávající ochoten přijmout za nemovitosti na volně přístupném a konkurenčním trhu za předpokladu, že obě strany jednají bez nátlaku.“ (IAOO, 2018) (překlad vlastní).

Kalibrace a specifikace modelu jsou dvě hlavní části při vývoji AVM. Proces specifikace identifikuje proměnné. Proces kalibrace pak odvodí koeficienty pro proměnné. Výběr AVM záleží na typu předmětu oceňování a geografické oblasti, kde bude AVM aplikován. Většina AVM implicitně předpokládá, že je použita zásada HABU<sup>27</sup>. Dalším předpokladem je, že jsou vstupní data spolehlivá. Více o vstupních datech je uvedeno v podkapitole 2.5.

Dále následuje specifikace modelu, který se nejlépe hodí pro předmět ocenění. V podstatě se jedná o přístupy, které AVM používají. Standard (IAOO, 2018) dává na výběr z následujících:

- nákladový přístup: jedná se o nepřímý přístup, jak dospět k tržní hodnotě, je založený na specifikaci reprodukčních nákladů od kterých se odečtou odpisy a přičte se odvozená tržní hodnota pozemku;
- srovnávací přístup, který představuje přímé srovnání, model může mít jednu ze tří struktur: aditivní čili lineární, multiplikatívni čili log-linerání nebo hybridní čili nelinerání;

---

<sup>26</sup> Ve standardu je použit výraz appraisal, který se liší od výrazu valuation.

<sup>27</sup> High and best use, v překladu jako nejlepší a nejvyšší využití.

- výnosový přístup: jedná se o další nepřímý přístup, kdy odhadce vyhodnotí příjem z hlediska kvality, množství, trvání a nákladů spojených s předmětem ocenění, který je následně převeden pomocí kapitalizační míry na tržní hodnotu (překlad vlastní).

Tyto přístupy jsou všeobecně známy a používány i na našem území. Pokud je k dispozici dostatečné množství dat, upřednostňuje se srovnávací přístup. Výnosový přístup je vhodný pro použití v případě dostatečného množství srovnatelných pronájmů u bytů, komerčních nebo průmyslových prostorách. Nákladový přístup může být použit pro hodnoty specifických nemovitostí a nedávno postavených nemovitostí.

Po určení vhodného modelu následuje kalibrační proces, který stanoví koeficient pro každou proměnnou modelu. Vyhodnotí jejich významy a přezkoumá jejich logiku. Standard přímo nabízí některé kalibrační techniky. Rozlišuje je na techniky založené na statistice, čemuž odpovídají regresní modely a na neuronové sítě, které čerpají z analogií adaptivního biologického učení.

Mezi MRA diagnostické statistiky patří vhodnost modelu<sup>28</sup>, která může být změřena pomocí koeficientu determinace  $R^2$  nebo adjustovaného koeficientu determinace  $R^2_{ADJ}$ , směrodatných chyb, koeficientu variability, a měření významu proměnných například, F-testy, p-testy atd. MRA vyžaduje předpoklad normálně distribuovaných chyb. Dalším požadavkem je, aby chyba zůstala stejná při měnící se cenové hladině, tedy aby byla homoskedastická. Pro testování multikolinearity, lze použít korelační matice. Nejistěná multikolinearita může vést k použití nevhodných koeficientů.

Měření variability lze provést koeficienty variability (dle jen COV) nebo koeficient disperze (dále jen COD). COV je založený na výpočtu směrodatné odchylky. Má větší potenciál ke svému zkreslení kvůli zahrnutí odlehlých hodnot. Z toho důvodu je pro doporučován COD pro výpočet variability. COD měří průměrnou absolutní procentuální odchylku od mediánu. Výhodou COD je, že nezávisí na předpokladu normálního rozložení. Interpretace COD je uvedena ve standardech k poměrovým studiím (IAOO, 2013). Na **obr .6.4** je uveden doporučený rozsah COD pro jednotlivé typy nemovitostí.

---

<sup>28</sup> Goodness of fit

Type of property — General	Type of property — Specific	COD Range**
Single-family residential (including residential condominiums)	Newer or more homogeneous areas	5.0 to 10.0
Single-family residential	Older or more heterogeneous areas	5.0 to 15.0
Other residential	Rural, seasonal, recreational, manufactured housing, 2–4-unit family housing	5.0 to 20.0
Income-producing properties	Larger areas represented by large samples	5.0 to 15.0
Income-producing properties	Smaller areas represented by smaller samples	5.0 to 20.0
Vacant land		5.0 to 25.0
Other real and personal property		Varies with local conditions

Obr. 6.4 Výkonnostní standardy poměrových studií (IAOO, 2018)

Další formou disperze mohou být systematické rozdíly v AVM přiřazených hodnotách, nemovitosti s nízkou hodnotou nebo s hodnotou vysokou, nazývaných vertikální nerovnost. Pro měření indexové statistiky je cenový diferenciál (dále jen PRD<sup>29</sup>). Tento údaj by měl být blízký 1. Měření nad 1 mají tendenci naznačovat regresi a měření pod 1 progresivitu. PRD není vhodným nástrojem, pokud je málo vzorků nebo vážený průměr je silně ovlivněn několika extrémními cenami. Před výpočtem PRD mohou být tyto nereprezentativní vzorky vyloučeny. Cenová zaujatost (dále jen PRB<sup>30</sup>) je dalším měřítkem vertikální nerovnosti. PRB se nalézá regresi procentních rozdílů od poměru mediánu k procentním rozdílům v hodnotě. PRB pak poskytuje procento, o které se odhady hodnot odvozených z modelu zvyšují nebo snižují s dvojnásobkem hodnot. PRB by měl být mezi + 0,05 a - 0,05.

Před samotným zavedením modelu standardy vybízí k použití tak zvané metody zádrže<sup>31</sup> nebo křížové validace. Zadržené vzorky představují skupinu platných vzorů vybraných tak, aby se jejich vlastnosti blížily k vzorkům zahrnutým v modelu AVM. Statistická analýza takových vzorků může být použita k ověření výsledků na základě vzorků použitých při vývoji modelu. Použití metody zádrže vzorků k testování a ověření odhadů hodnot poskytnutých modelem poskytuje analýzu nezávislou na datech použitých při vývoji modelu.

Nemovitosti s atypickými charakteristikami nebo jinými extrémními poměry, které se označují jako odlehlé hodnoty, by měly být znovu přezkoumány. Také odlehlé hodnoty jsou často

<sup>29</sup> Price Related Differential

<sup>30</sup> Price Related Bias

<sup>31</sup> Holdout sample

nereprezentativní. Pokud je počet těchto odlehlých hodnot velký, mají tendence zkreslovat výsledky poměrné studie.

Měření spolehlivosti výsledků se mohou vztahovat k celkovému výkonu modelu nebo k jednotlivým proměnným modelů. Spolehlivost se nejčastěji měří pomocí intervalů spolehlivosti. Je to odhad rozsahu hodnot, ve kterých neznámý parametr leží s určitým stupněm statistické spolehlivosti. Se zúžením intervalů se spolehlivost zvětšuje za předpokladu, že úroveň spolehlivosti zůstává konstantní. Interval spolehlivosti umožňuje závěry o neznámém parametru databáze. Pokud řekneme, že standard je, že úroveň odhadu naznačená výsledky modelu by se měla pohybovat v rozmezí 10 % od tržní hodnoty, pak je tento standard považován za splněný, pokud 90% dvoufázový interval spolehlivosti kolem mediánu prodejního poměru je v rozmezí 90 % až 110 % tržní hodnoty. Interval spolehlivosti pro příslušné odhady jsou uvedeny na **obr. 6.5**.

95% mean two-tailed confidence interval	0.799–1.000
95% median two-tailed confidence interval	0.684–1.067
95% weighted mean two-tailed confidence interval	0.806–1.024

Obr. 6.5 Intervaly spolehlivosti (IAOO, 2018)

Uživatel modelu by měl chápat a měl by rozumět statistickým testům, které hrají nesmírně důležitou roli při vytváření hodnoty pomocí AVM.

Standardy vidí silné stránky MRA převážně v jejich statistických testech vhodnosti modelu, které přispívají k důvěryhodnosti výsledků, dále je na trhu dostupné velké množství software a navíc je MRA široce přijímaná metoda. Nevýhody spatřují v požadavcích na uživatele, kteří by měli mít významné statistické znalosti. Dále poukazují na obtížnost měření interaktivních a nelineárních tržních trendů.

Další systém pro kalibraci modelů, které standardy umožňují, jsou umělé neuronové sítě (ANN). Jejich síla je v kalibraci modelů, které mohou být povahy lineární i nelineární zároveň. Uživatel do modelu zadá proměnné již s přiřazenými koeficienty. Software pak pomocí algoritmu, ve skryté vrstvě kde jsou koeficienty kalibrovány, odhaluje data snížením kvadratické chyby. Tento iterační proces je podobný nelineární regresi. Výsledkem je jediná hodnota, ovšem proces jak se k ní došlo, zůstává skrytý. Silnou stránkou ANN je jejich schopnost získávat nové informace a zpracovávat je tak, jak byla síť naprogramována. Mohou rozpoznávat složité vágní nebo neúplné vzorce dat. Proces fungování probíhá ve skryté vrstvě, to lze považovat za velkou nevýhodu společně s nedostatečně definovanou strukturou v konečné fázi, která ztěžuje vysvětlení hodnoty.

Testování modelů AVM probíhá před prvním použitím a i po dalším použití v závislosti na zásadách řízení rizik, za účelem zjištění, zda splňují požadavky na přesnost. Standardy nabízejí používání GIS<sup>32</sup> k prostorové analýze.

K měření cyklických pohybů a náhodných variací může být použita analýza časové řady. Ta se uplatní při změně trhu a cen nemovitostí na trhu. Vytvořením indexového faktoru nebo multiplikátoru dojde k aktualizaci stávajících vypočtených hodnot nebo jimi lze upravit prodejní ceny nemovitostí z databáze kde dni ocenění. Metody používané k určení těchto změn v čase jsou následující:

- analýza hodnoty na jednotku: sleduje změnu ceny za jednotku v průběhu času, např. Kč/m<sup>2</sup>, metoda nezohledňuje další vlivy např. věk a kvalitu konstrukce, které ji také ovlivňují;
- analýza opakovaného prodeje: změny ceny jsou převedeny na měsíční sazbu a pomocí průměru nebo mediánu je zaznamenána změna;
- analýza poměru prodej/odhad nebo prodej/AVM: zahrnuje sledování změn v poměru prodejních cen ke stávajícím odhadům nebo k hodnotám generovaných AVM provedeným ke společnému datu, zvýšení těchto poměrů naznačuje inflaci a naopak;
- medián/průměr za období: zahrnuje shromáždění všech prodejních cen z určitého regionu pro konkrétní typ předmětu ocenění, které seskupí do období jeden nebo tři měsíce a vypočte se průměr nebo medián za období, provede se regrese a stanoví se trendová křivka, jejíž hodnota se použije k úpravě prodejních cen vzorků k datu ocenění (IAOO, 2018). (překlad vlastní).

Tyto časové trendy pak lze použít k úpravě hodnoty v modelu.

Umístění nemovitosti je důležitým faktorem ovlivňujícím hodnotu nemovitosti. Pro zachycení umístění existuje několik statistických metod. Mezi dvě běžné metody patří vytvoření nebo použití již hotových geoeconomických oblastí a využití zeměpisných souřadnic.

- Geoeconomické oblasti: nejběžnější forma analýzy umístění, oblasti mohou být založeny na ulicích, přírodních hranicích nebo ochranných pásmech.
- Zeměpisné souřadnice: spojují cenu nebo jiné elementy s jedinečným umístěním každé nemovitosti (IAOO, 2018). (Překlad vlastní).

---

<sup>32</sup> Geografický informační systém

Pro výpočet jedinečné úpravy umístění předmětu ocenění jsou použity různé techniky vyhlazení. Tato proměnná je pak zahrnuta do modelu MRA nebo jiného modelu pro zachycení vlivů umístění. Dalšími metodami pro zachycení umístění jsou:

- zeměpisně vážená regrese<sup>33</sup>: umožňuje změnu koeficientů podle umístění, aby byly zachyceny prostorově heterogenní efekty;
- prostorový regresní model: např. prostorový intervalový model, prostorový chybový model;
- zahrnutí lokalizační proměnné do specifikace modelu: regrese s lokalizačními binárními, náhodné lesy<sup>34</sup> s lokalizační proměnnou jako příznakem;
- modely víceúrovňové úpravy polohy: regresní model spárovaný s odezvou plochou lokalizační hodnoty, tržně upravené náklady podle geo-ekonomické oblasti;
- prostorová interpolace: kriging;
- segmentové modely: oddělené regrese dle oblasti trhu;
- shluková analýza (IAOO, 2018). (Překlad vlastní).

Kalibrování a testování modelu probíhá tak dlouho, dokud nejsou splněny všechny testy na zajištění kvality výsledné hodnoty. Pokud proces analýzy trhu zahrnuje více než jeden model, pak je proces sladění nejlepší postup jak se dostat ke konečné hodnotě. Sladění je proces přezkoumávání kvality i kvantity dostupných údajů a určuje, který model je potřeba vyzdvihnout.

Vzhledem k tomu, že vývoj a používání AVM neustále probíhá, měly by být poměrové studie a statistické testy prováděny pravidelně, aby byl stanoven aktuální výkonnostní stav modelu. Pravidelnost záleží na pohybech trhu a dostupnosti informací. Pokyny pro výpočet doporučených statistik jsou uvedeny v dalším standardu z roku 2013 (IAOO, 2013).

V podkapitole byl shrnut proces, který má vést k vývoji a aplikaci AVM modelu. Sumarizován je v **tab. 6.4**.

---

<sup>33</sup> Geographically Wighted Regression

<sup>34</sup> Random forest; kombinovaná učící metoda pro klasifikaci a regresi.

Tab. 6.3 Proces aplikace AVM (vlastní)

SPECIFIKACE MODELU AVM	Výběr přístupu.
KALIBRACE MODELU AVM	Upravení příslušných proměnných všech vzorků v databázi pro AVM model.
TESTOVÁNÍ MODELU AVM	Aplikace statistických a poměrových testů k určení kvality modelu AVM.
APLIKACE MODELU A ZHODNOCENÍ HODNOT	Aplikace na databázi se vzorky nemovitostí a aplikace kritické analýzy.

## 6.5 PŘESNOST AVM

Matysiak (2017a) uvádí některé důvody, proč je důležité věnovat pozornost přesnosti odhadů hodnot generovaných nejen modely AVM.

- Nákup nemovitosti výrazně zasáhne rozpočet každého jedince a chyba +/- 5 % v odhadu má zásadní vliv na výslednou částku.
- Odhad je důležitý z hlediska poskytovatelů hypoték při hodnocení LTV.
- Uplatní se při výpočtu kreditního rizika.
- Stanovení hodnoty nemovitostí je rozhodující pro výpočet doprovodných daní.
- Efekt bohatství a tedy odlišná interpretace růstu poptávaného množství, která pomíjí změnu úrokové sazby.
- Uplatnění při půjčkách, refinancování hypoték.
- Dopady úvěrů na rozvahy bankovních institucí.
- Zabránění finančnímu stresu v ekonomice v podobě neopakování dopadů nepřesností ocenění v období rozkvětu.

Přesnost rezidenčních AVM byla studována v mnoha výzkumných publikacích, často aplikovaných na malou oblast a pohodlně dosahujících typické přesnosti oceňování. Stejného závěru bylo dosaženo v širším zkoumání Rossiniho a Kershawa (2008), kteří uvádí, že AVM mohou dosáhnout velmi přesných výsledků, ale obvykle zůstávají pouze jednorázovými situacemi v konkrétních studiích. Komerční výrobci AVM se pravděpodobně uchýlí k obecnějším modelům.

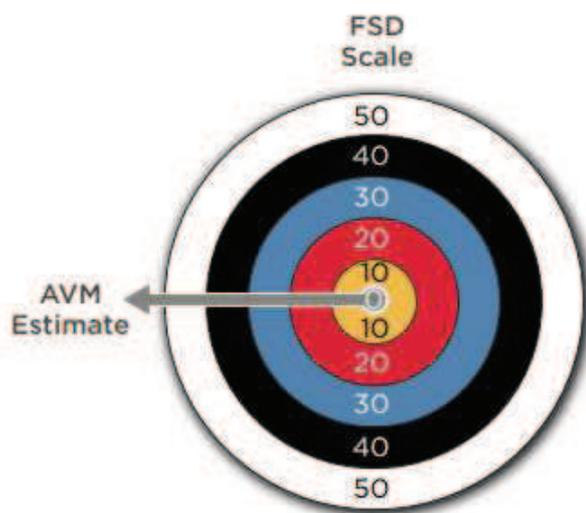
Moore (2005) ve svém příspěvku prokázal, že při testování více AVM modelů zároveň, jsou výsledky silně závislé na metodách a specifikaci modelu, které vybral uživatel modelu. Toto tvrzení potvrzují i standardy IA00: „*Důvěryhodnost AVM závisí na použitých datech a na*

*dovednostech modeláře, který AVM vyrábí.*“ (IAOO, 2018). Toto může být znepokojující, v případě fluktuace mezi klíčovými zaměstnanci-modeláři.

Nejistota spojená s predikcí AVM je obvykle dána obchodníky s AVM. To lze eliminovat několika způsoby. Například existuje tak zvaná prognóza směrodatná odchylky (dále jen FSD<sup>35</sup>). K jejímu stanovení je nejprve potřeba spočítat chybu, která se rovná rozdílu mezi hodnotou odhadovanou pomocí AVM modulu a prodejní cenou prodané nemovitosti (případně odhad tržní hodnoty stanovený odhadcem). Tato chyba je potom vyjádřena jako procento hodnoty AVM (Matysiak, 2017).

FSD je popisována jako směrodatná odchylka procentní chyby, kde procentuální chyba popisuje relativní rozdíl mezi odhadem a cenou. V podstatě se jedná o rozdělení nebo odchylku jednotlivých procentních chyb kolem průměrné hodnoty všechny procentních chyb. Procentní vyjádření FSD je odhad variací, které mohou nastat mezi skutečnou prodejní cenou a nejpravděpodobnějším odhadem tržní hodnoty generovanou AVM modelem.

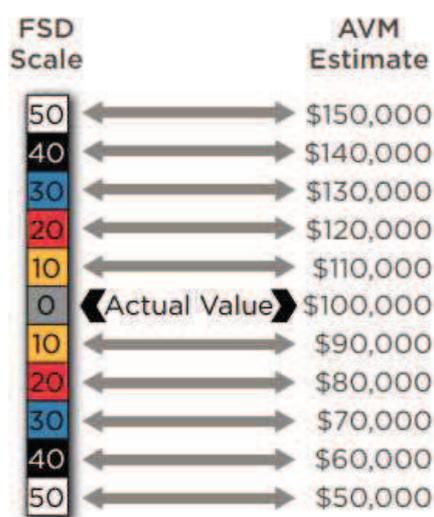
Čím nižší je FSD, tím menší je chyba při odhadu tržní hodnoty, čili tím blíže bude odhad pomocí AVM ke skutečné prodejní ceně. Při použití terčové analogie na **obr. 6.6** nižší FSD indikuje, že AVM odhad je přesnější a hodnota leží blíž ke středu terče. Vysoká hodnota FSD nám říká, že výkon modelu se v jednotlivých částech značně liší. Protože statistická jistota je vzácná, interval spolehlivosti udává úroveň statistické jistoty spojené s FSD. V tomto případě se používá interval spolehlivosti 68 %.



Obr. 6.6 FSD (CoreLogic, 2017)

<sup>35</sup> Forecast Standard Deviation.

Například pokud AVM odhad bude \$ 10 000 s FSD 10, pak lze říct s 68% jistotou, že hodnota bude ležet mezi \$ 90 000 a \$ 110 000, jak lze vidět na obr. 6.7 (CoreLogic, 2017).



Obr. 6.7 Vztah FSD a AVM odhadu (CoreLogic, 2017)

Finanční ratingové agentury definovaly míru přesnosti, která je vhodná pro banky a finanční instituce poskytující hypoteční úvěry. Porovnávací veličinou je v tom případě stanovení hodnoty odhadcem a přesnost se tak měří na základě rozdílu mezi odhadovanou hodnotou AVM ve srovnání s odhadem odhadce (Matysiak, 2017b).

$$\text{Procentuální prognóza chyby} = \frac{H_{\text{odhadce}} - H_{\text{AVM}}}{H_{\text{AVM}}} \quad (5)$$

kde  $H_{\text{odhadce}}$  je hodnota stanovená odhadcem a  $H_{\text{AVM}}$  je hodnota stanová AVM modelem.

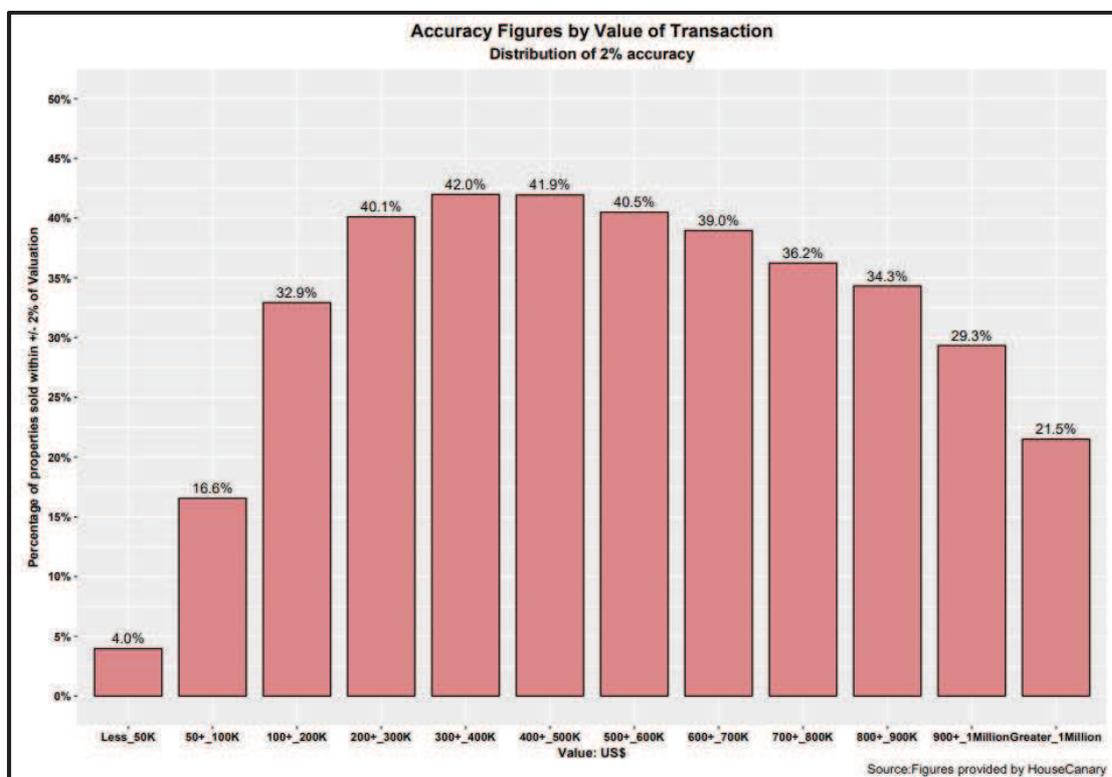
Ovšem toto měření přesnosti nemusí nutně odrážet přesnost hodnoty AVM vzhledem k ceně dosažené na trhu. To se může týkat případu, pokud naopak odhadce způsobil podhodnocení nebo nadhodnocení a odhad AVM přesně předpověděl cenu. To komentují Rosini a Kershaw (2008), kdy citují Fitch (2007), který uznává kritiku, že hodnoty odhadců mohou být ve srovnání s odhadem AVM zkreslené, protože odhadci se řídí pokyny od finančních institucí. Tím pádem v tomto ohledu měření přesnosti finančních institucí poskytujících úvěry není ve srovnání s trhem, ale pouze se současnou alternativou, a to oceněním odhadce. Toto zkreslení vzniká skutečností, že odhadci mají přístup k dalším informacím jako je smlouva nebo požadovaná cena (Matysiak, 2017b).

Před několika lety vydalo IA00 (2013) aktualizovaný standard, který zahrnuje širokou škálu testů pro hodnocení. Tento standard byl zmíněn v předchozí kapitole. Testy v něm

uvedené, jsou založeny na poměru odhadovaných hodnot ke skutečným prodejním cenám. Spoléhají na použití poměru  $A / S$ , kde  $A$  značí hodnotu odhadovanou a  $S$  značí cenu prodejní nebo také nezávislé ocenění. Standard používá celou řadu parametrických i neparametrických testů, mimo jiné:

- měření úrovně jednotlivých hodnocení: průměr, medián, vážený průměr a geometrický průměr;
- míry variability: disperzní koeficient COD, variační koeficient (COV) a kvartilová rozpětí;
- míry spolehlivosti: intervaly spolehlivosti a směrodatné chyby;
- vertikální nerovnosti: cenový diferenciál PRD, cenová zaujatost PRB;
- testování hypotéz: testy normality (např. Shapiro-Wilk test), dvou výběrové testy (Mannův-Whitneyův test), tří a více výběrové testy (Kruskalův-Wallisův test). (IAOO, 2013).

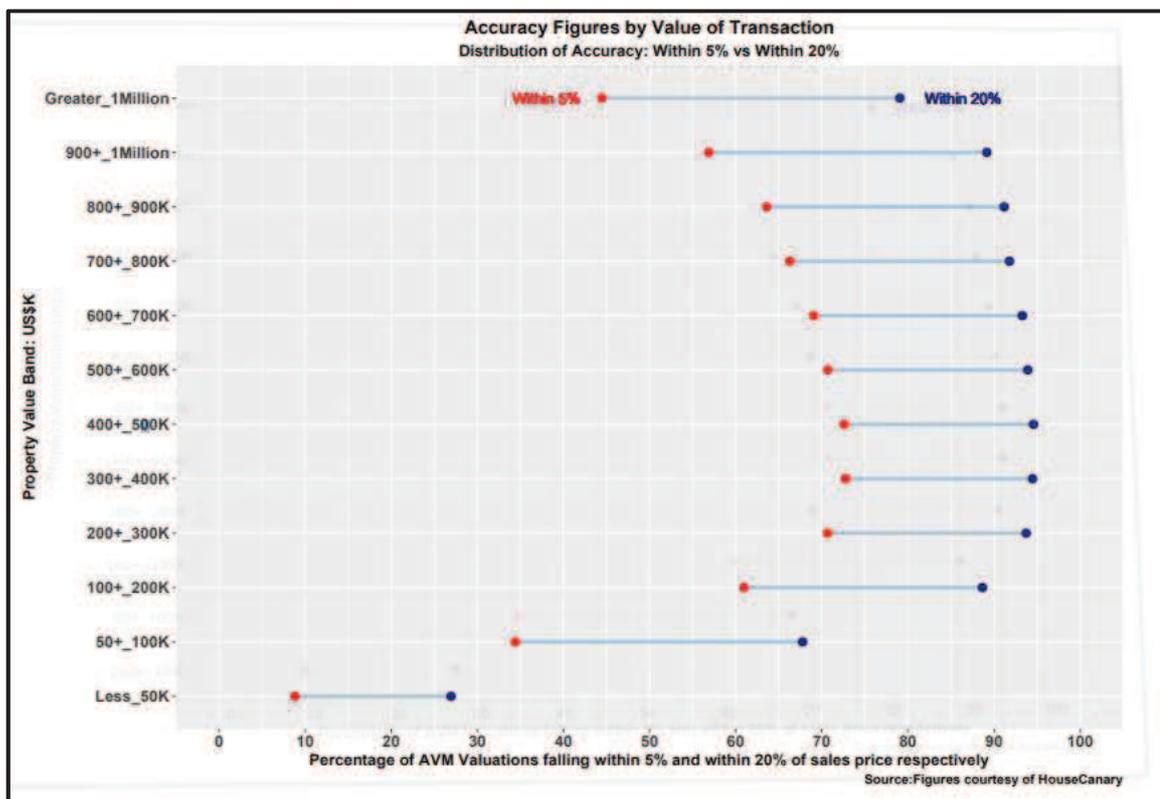
Jak si stojí přesnost AVM modelů v případě residenčních nemovitostí v současnosti lze ukázat na **obr. 6.8**. Tyto údaje poskytla společnost HouseCanary a Matysiak (2018) je pak použil ve svém příspěvku. Graf zobrazuje rozložení nemovitostí do cenových pásem na ose x. Na ose y jsou znázorněny množství vyjádřené v procentech, kolik odhadů z každé cenové hladiny odpovídalo chybě +/- 2 % z konečné prodejní ceny.



Obr. 6.8 Přesnost +/- 2 % AVM modelů (Matysiak, 2018)

Nejvyšší úroveň přesnosti dosahuje alespoň 40 % nemovitostí v každé cenové hladině od \$ 200 000 až \$ 600 000. Nejnížší množství nemovitostí oceněných s přesností +/- 2 %, celkem 4 %, se týkají nemovitostí z nejnižší cenové hladiny do \$ 50 000.

Na **obr. 6.9** lze vidět shrnutí údajů pro dvanáct cenových pásem na ose y. Na ose x je pak vyjádřeno množství nemovitostí v procentech. Graf zahrnuje modely AVM s přesností od +/- 5 % (červeně) do +/- 20 % (modře).



Obr. 6.9 Přesnost AVM modelů dle cenových hladin (Matysiak, 2018)

Opět velmi malé množství, celkem méně než 10 % odhadů v kategorii do \$ 50 000, se pohybovalo v rozmezí +/- 5 % skutečně prodaných cen. U této skupiny je možné, že se na trhu objevilo jen málo srovnatelných nemovitostí. Alespoň 70 % nemovitostí z každé cenové hladiny od \$ 200 000 do \$ 600 000 se drží přesnosti +/- 5 % od skutečně prodaných cen.

Přijatelná chyba je velice diskutovaný problém, který se vyvíjí převážně v judikatuře. Matysiak (2017a) uvádí, že ve Velké Británii na základě judikatury je v oblasti komerčních odhadů přijatelná chyba +/- 10 %. Residenční nemovitosti dosahují větší likvidity, i proto by se dalo předpokládat, že budou dosahovat nižší rozmezí chybovosti. Nicméně chybu +/- 10 % dosahuje celkem cca 70 % ocenění pomocí AVM (Matysiak, 2017a).

## 6.6 VÝHODY POUŽITÍ AVM

Jak ukazují rešerše od Downieho a dalších, Bidansetové a EMF/EAA v podkapitolách 6.1 a 6.2, AVM se používají po celém světě s různými stupni sofistikovanosti.

Díky zvýšené poptávce veřejnosti po informacích a okamžitému přístupu k údajům, vznikly v zahraničí obsáhlé databáze dat, na kterých mohou AVM stavět. Modely AVM pracují s obrovským množstvím dat a určují tak, kde lze AVM použít. Poskytovatelé AVM hledají marketingové příležitosti, kde jsou jednotlivé atributy nemovitostí a objemy transakcí prodeje dostatečné k vytvoření komerčních výnosů a zároveň, aby tím zaručili náklady, které je nutno vynaložit na modelování AVM. Poskytovatelé AVM expandující mimo jejich zavedené trhy se snaží hledat místní partnery, aby tak snížili náklady na vývoj a získali podíl na trhu. Tento rozdíl lze vidět v pokročilosti AVM v USA, kde na trhu figuruje více než dvacet komerčních modelů AVM. Naopak ve Švédsku mají pouze dva (Downie, a další, 2008).

Velké plus, které AVM nabízí je úspora času a nákladů zároveň. Například pro poskytovatele úvěrů a hypoték je důležité zrychlit proces rozhodování o půjčce kvůli velké konkurenci, která je v tomto podnikání běžná. Okamžitý výstup, který generují modely AVM, zabraňují zpoždění vyplývajícím z inspekce hodnocené nemovitosti. AVM nevyžadují předchozí cenu nemovitosti jako vstupní údaj, a tak nepřenáší předpojatost, nebo naopak nadměrný optimismus, nebo dokonce podvod, které by mohly být přítomny v původním ocenění. Díky automatizaci jsou tak náklady na zpracování odhadu nižší, než při klasickém ocenění.

V příspěvku Pagourtzi a další (2003) vysvětlují, že navzdory jejich zjištěním, že klasické metody jsou přesnými a spolehlivými metodami oceňování, i v porovnání s moderními alternativními metodami, mnoho odhadců a lidí pohybujících se ve světě oceňování, mají jisté výhrady a obavy ohledně spolehlivosti subjektivity zapojené do procesu vybírání proměnných. Chybějící subjektivita u modelů AVM je běžně považována za jednu z klíčových výhod při používání modelů AVM.

AVM tak poskytují věřitelům objektivní nástroj k přezkoumání a zlepšení kvality ocenění a bojují proti podvodným činnostem odhadců a dlužníků. Kombinací více AVM se může zvýšit přesnost, důvěryhodnost i objem ocenění, protože znalostí lokálního trhu je AVM efektivnější než odhadci. AVM poskytuje statistický výsledek, který lze snadno integrovat do ověřeného kvalitativního programu řízení rizik (Downie, a další, 2008).

RICS (2017) uvádí, že AVM mohou šetřit čas, peníze i zdroje a pomáhají spravovat neustále se zvyšující objem a tok dat a poskytují tak určitou jistotu. Odstraňují lidský prvek a snižují tak riziko podvodu.

## 6.7 NEVÝHODY POUŽITÍ AVM

Objevuje se názor, že veřejnost neuznává rozdíl mezi automatizovaným oceněním a oceněním, které zahrnuje prohlídku nemovitosti, posouzení stavu nemovitosti a prozkoumání okolí nemovitosti (Gilbertson, 2005). CBV Institut<sup>36</sup> se vyjádřil v emailu směřovaném IVSC, že by měli ve svých standardech objasnit, že AVM nejsou ocenění, protože ocenění jako taková, vyžadují použití odborného úsudku, a proto by měl tento pojem být uveden ve standardech pouze pro vysvětlení a odlišení od ocenění (Miranda, 2019).

AVM závisí na přesnosti, komplexnosti a aktuálnosti dat, který používají. Bez údajů o prodeji nemohou být vytvořeny. Jak uvádí článek Paic, a dalších (2016) AVM jsou nejspolehlivější při oceňování typických nemovitostí v obvyklých tržních segmentech za ceny blízké mediánu pro danou lokalitu. Naopak u jedinečných nemovitostí s výrazně nízkou či výrazně vysokou cenou v méně osídlených oblastech se mohou AVM potýkat s nižší výkonností, zatímco při použití klasických metod by nemusely být zaznamenány žádné abnormality, protože odhadce by je dle svého uvážení zohlednil v hodnotě. Při používání AVM zpravidla neprobíhá inspekce nemovitosti. AVM tak nemohou zachytit informace o vylepšení či naopak poruchách a vadách konkrétních vlastností nemovitosti.

Co uvádí jedni jako výhodu, jiní vidí jako nevýhodu. Při použití AVM modelů má uživatel jen malý, pokud nějaký vstup. Je tím tak vyloučen jakýkoliv úsudek, dovednost a zkušenost odhadce (Gilbertson, a další, 2005).

RICS (2017) vidí nevýhody v tom, že AVM nezahrnuje fyzickou kontrolu nemovitosti, ale předpokládají jakýsi průměrný stav, který nemusí odrážet skutečnost. Nižší výkon AVM vykazují při hodnocení nové vystavěné nemovitosti, protože nejsou k dispozici srovnatelná historická data. Na závěr dodávají, že pokud se do systému dostanou špatná, nepravdivá nebo zkreslená data, pak i AVM generují zkreslené výstupy.

---

<sup>36</sup> Chartered Business Valuator Institute, v překladu Kanadský institut odhadců

## 7 MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ V ČESKÉ REPUBLICE

Na základě současných znalostí se tato část zabývá možnostmi aplikace AVM v České Republice. V roce 2017 prohlásil Krebs, pro studii o oceňování nemovitostí za účelem poskytování úvěrů, že české finanční instituce používají AVM modely v oceňování nemovitostí pouze pro monitorování trhu, nikoli však pro původní ocenění (EMF/ECBC,2017).

Nicméně je známo, že banky a pojišťovny v současné době používají základní modely AVM pro přecenění, ocenění vybraných částí portfolií a stanovování pojistných hodnot. V případě stanovení pojistné hodnoty, využívají modely AVM nákladového přístupu, který je podstatně jednodušší. V případě, kdy má být výsledkem tržní hodnota, je ocenění nemovitosti vždy náročnější, protože je založeno na porovnávání. S tím se pojí jistá úskalí, jako je potřeba mít k dispozici dostatečně velký soubor s podobnými vzorky. Vzhledem k tomu, že je na území ČR používání AVM modelů v rané fázi, pojí se s používáním AVM jistá omezení. Omezení spočívají ve stanovení podmínek, které nemovitosti lze ocenit automatizovaným způsobem a které nikoliv. Díky tomu, budou z databáze vyloučeny extrémní hodnoty, které jak říká Paic, a další (2016), mohou zkreslovat výsledek. Pokud předmět ocenění splňuje následující podmínky, je vhodné pro stanovení hodnoty nemovitosti použít AVM:

- plocha bytu se pohybuje mezi 30–120 m<sup>2</sup>;
- plocha rodinného domu se pohybuje mezi 75–270 m<sup>2</sup>;
- byt má méně než 5 pokojů;
- technický stav nemovitosti je udržovaný
- nemovitost není situována ve vyhledávané rekreační lokalitě;
- plocha rodinného domu se pohybuje mezi 100–5000 m<sup>2</sup>;
- rodinný dům má zděnou konstrukci.

Následně může být výsledná hodnota upravena s ohledem na míru rizik vyplývajících ze statistického ocenění. Tato rizika mohou být dvojího typu. Riziko způsobené umístěním nemovitosti v území, kde se nenachází dostatečný počet nemovitostí a porovnávány jsou nemovitosti ze vzdálenějších katastrálních území. Druhým rizikem je heterogenita, která je způsobena výjimečností posuzované nemovitosti. Tato rizika mohou pomoci snížit testy a výpočty koeficientů (COV, COD, PRD, PRB), které nabízí standard IA00.

Aby došlo k nárůstu používání AVM modelů, jsou kromě podnětu ze strany uživatelů zapotřebí úplnější soubory dat. Na skutečnosti, že vstupní data ovlivňují celkový výsledek, který AVM poskytne, se shodne většina autorů (Thompson, 2008; Matysiak, 2017a; Gilbertson, 2005).

Údaje o prodeji nemovitostí s nejširším současným pokrytím lze získat od soukromých společností, jako je například Lux Property Index, s.r.o. Společnost spolupracuje s většinou bankovních institucí v České Republice. Metodika společnosti je založená na hédonickém cenovém modelování. Pohlíží na nemovitost jako sumu implicitních cen jejích jednotlivých atributů (Des Rosiers, a další, 2008). Databáze společnosti obsahuje ne moc uspokojivý rozsah informací o transakcích, jako jsou jednotlivé atributy nemovitostí. Všechny záznamy o bytových jednotkách, které jsou do databáze společnosti použity, musí obsahovat následující data o nemovitosti:

- název katastrálního území;
- započitatelnou plochu bytu;
- dispozici bytu;
- technický stav stavby;
- převažující typ konstrukce.

Pro rodinné domy musí nemovitosti obsahovat data, jako jsou:

- název katastrálního území;
- započitatelná plocha RD;
- technický stav stavby;
- převažující typ konstrukce;
- rozloha pozemku;
- přítomnost garáže (Luxpi).

Databáze obsahuje základní data. Je aktualizována na čtvrtletní bázi a není zpřístupněna veřejnosti. To omezuje možnosti použití údajů pro statistické účely. Vzhledem k těmto nedostatkům vyžaduje použití databáze pro statistické účely intenzivní filtrování a zpětné postupy. Je zřejmé, v porovnání s ostatními zahraničními databázemi, že kvalitu databáze lze zvýšit začleněním dalších atributů nemovitosti. Dalším řešením by mohlo být zkombinování několika databází různých společností.

Z výše uvedeného, ve snaze kombinovat výhody automatizovaného a expertního odhadu s přihlédnutím k údajům dostupným v ČR, vyplývá, že lze očekávat používání hédonických odhadů rozšířených o prostorovou závislost.

Přesto nebude model funkční a frekvence chybovosti bude stále vysoká, pokud nebudou k dispozici spolehlivá data s vhodnými atributy jednotlivých nemovitostí. Pokud si uživatelé přejí přesnější statistické modely, měla by být k dispozici ucelená databáze. Jakmile bude tohoto

předpokladu dosaženo, uvedené přístupy by mohly být nadále prozkoumány a stanoveny závěry o přesnostech modelu.

Aplikace statistik v odvětví hodnocení nemovitostí by mohla vést k tomu, aby korporace změnilly své metody hodnocení a aby se přizpůsobily novým tržním podmínkám. Automatizované oceňovací modely jsou schopny zvládnout velké množství dat, což je charakteristika současné velké datové éry, ve které žijeme. Schopnost vyhovět velkému množství tržních proměnných bude brzy výhodou jakékoli firmy, věnující se oceňování, na trhu. Velká data také vyžadují velkou investici. Investice se týká výpočetní síly, týmů lidí dobře připravených v oblastech, jako je statistika a analýza velkých dat a čas, aby mohli model vyvinout a úspěšně jej implementovat. To vše vyžaduje poměrně velké částky peněz, což může být problém pro menší společnosti, ale může to vést ke konkurenční výhodě pro velké společnosti. Z toho přirozeně vyplývá, že portfolia bank jsou stále větší a větší, takže schopnost je ocenit a doručit v kratší době bude výhodou.

V ČR, kde se ocenění realizuje mnohem méně než v západních ekonomikách, jak ukázaly studie Downieho a dalších (2008), mohou manažeři chtít maximalizovat svou návratnost investic a pokračovat v oceňování klasickými metodami, aby dosáhli zisků, než aby přijali nové nástroje oceňování, jako jsou MRA, neuronové sítě či fuzzy logika, které vedou cestu k inovacím a změnám. Prostor pro používání AVM pro hypoteční úvěry, pojistné hodnoty nebo řízení rizik v ČR je, otázka je, jakým směrem se profesionálové vydají.

## 8 SOUHRN A DISKUZE

Pokrok ve využívání AVM lze vypozařovat po celosvětové finanční krizi v roce 2008, kdy v několika evropských zemích došlo k jejich nárůstu. Příčinu nelze hledat pouze v nátlaku na snižování nákladů, jako tomu bylo například v Německu. V Norsku byla motivací ke zvýšení využívání AVM rostoucí potřeba transparentnosti a lepšího řízení rizik (EMF/ECBC, 2017).

Charakteristickým rysem AVM je to, že se jedná o hodnocení trhu vytvořené pomocí matematického modelování. Není tedy potřeba žádná fyzická kontrola a ohledání předmětu oceňování. S tím se mohou pojít jistá negativa, která mohou být kompenzována detailnějším popisem vlastností nemovitostí. Při používání AVM, lze uplatnit princip GIGO<sup>37</sup> (Thompson, 2008). Důvěryhodnost AVM je tedy silně závislá na kvalitě a množství použitých dat a na dovednostech modeláře, který AVM vytváří a používá.

Z předchozích kapitol vyplynulo, že se s rozvojem výpočetní techniky ruku v ruce MRA modely rozšířily a nadále zůstávají hlavním kalibračním nástrojem při vyvíjení AVM modelů (Kindt, a další, 2017; Som, 2017).

Hned dalším velice pomocným nástrojem jsou hédonické modely. S těmito přístupy pracuje většina dostupných zahraničních i českých komerčních software a společností (Luxpi; Gayler, a další, 2015; Hometrack). Zabývají se jimi také jediné propracovanější standardy, které mohou být velice pomocným nástrojem při vyvíjení AVM modelů (IAOO, 2018). Standardy se zabývají hlavně postupem při vytváření MRA modelů a ANN modelů. Stanoví požadavky na přesnost a některé vhodné statistické nástroje pro ověřování kvality a spolehlivosti konečného modelu. COD u individuálních odhadů menší než 10 % a větší než 90 % s přesností 20 %, lze označit jako vysoký stupeň přesnosti. COD u individuálních odhadů mezi 10 % - 15 % a větší než 80 % s přesností 20 %, lze označit stupeň přesnosti jako dostatečný. Důležitým zjištěním je, že data použitá pro odhad a testování modelů, by měla být rozlišena, řeč je o tak zvané metodě zádrže (IAOO, 2018; Mimis a další, 2013).

Pokročilé metody jako fuzzy logiky nebo ANN či prostorová ekonometrie si ve světě také získaly své místo. Stále častěji se stávají předmětem studií a testování s mnohem přesvědčivějšími výsledky. Limsombunchai (2004) porovnával predikční sílu hédonického modelu s modelem ANN na residenčních nemovitostech. Výsledky prokázaly, že hédonické modely nepřekonají modely neuronových sítí. Mimis a další (2013) porovnával prostorovou autokorelaci

---

<sup>37</sup> Garbage In, Garbage Out je označení principu, kdy nekvalitní vstupy produkují nekvalitní výstupy.

a modely ANN. K porovnání obou modelů použili několik testů a s výjimkou testu střední chyby vykazovaly modely ANN v každém případě lepší hodnoty. Lughofer a další (2011) zkoumali relativní výkonnost lineárních regresních modelů, ANN a metody na základě fuzzy logiky residenčních nemovitostí. Výsledkem bylo zjištění, že fuzzy modely nabízejí nejlepší předpověď výsledné hodnoty. Zurada a další (2011) testovali a porovnávali použitelnost ANN, fuzzy logiky a memory-based reasoning a došli k závěru, že žádné tyto uměle inteligenční metody nemohou poskytnout lepší prognózu než MRA. Který z modelů se jeví jako nejúčinnější, tak nelze s jistotou říct.

Z přehledu metod vyplynulo, že tyto metody jsou v podstatě černé skříňky, které zatajují podstatnou část modelu, kterou je samotný proces odhadu hodnoty (Pagourtzi, a další, 2003). Uživatel tak nemá šanci ověřit postup, jak k hodnotě došel. Pro znalce se může ukázat jako velmi komplikované, pokud by byl právní požadavek k tomu, aby odhadce vysvětlil metodiku, kterou modely AVM vybavené umělou inteligencí použily. Dovednost, kterou znalec do oblasti statistického oceňování přináší, by tak měla být uznáním, kdy jsou AVM vhodným nástrojem a kdy se mají spoléhat na alternativní modely v podobě hédonických modelů a MRA.

Z výše uvedeného vyplývá, že uživatel AVM modelů by měl být v podstatě matematik. Měl by porozumět základům statistických metod a odůvodnit jak k výsledné hodnotě došel. Před samotným rozhodnutím, zda by měl odhadce využít právě modelů AVM pro stanovení hodnoty nemovitosti, by si měl položit pět kritických otázek, které zmiňují USPAP (2018). Pokud všechny odpovědi budou směřovat k odpovědi „ano“, pak je vhodný čas pro AVM.

- *„Má odhadce znalosti o tom, jak AVM fungují?”*
- *Umí odhadce vhodně použít AVM?*
- *Jsou AVM a data, která jsou použita vhodná k zamýšlenému použití výsledků?*
- *Je výstup AVM důvěryhodný?*
- *Je výstup AVM dostatečně spolehlivý pro zamýšlené použití?”*(překlad vlastní).

Statistická ocenění, která jsou mnohem méně nákladná, spíše podporují práci odhadců, než že by úplně profesi odhadce odstranili. To tvrdí i člen Aronsohn FRICS a dodává, že AVM umožňují odhadcům věnovat méně času shromažďováním a analýzou dat a naopak více času věnovat interpretaci výsledků a poskytováním poradenství v oblasti oceňování (RICS, 2017).

V České Republice jsou AVM používány v minimální míře. Je to dáno historickým vývojem, ale i neochotou institucí sdílet data. Největší nedostatek lze pozorovat v kvalitě databáze, která je zásadní nejen pro aplikaci AVM.

AVM eliminují lidské chyby a případnou zaujatost odhadce. Potřeba vyvinout takový model, který dokáže reagovat na sílu nabídky a poptávky po celém světě, je obrovská. Na druhou

stranu si lze klást otázku, zda samočinný systém může být předmětem podvodné činnosti. Automaticky vylučuje možnost provádět fyzickou kontrolu nemovitosti. Místo toho přijímá průměrný předpoklad, který nemusí odrážet realitu. Nižší výkonnost AVM lze očekávat u výstavby s novými stavebními vlastnostmi, z důvodu nedostatku srovnatelných vlastností a historických údajů. Potenciál zkresleného ocenění může vzniknout i v případě, pokud do systému proniknou špatná data.

Jistou nedůvěru i u zaběhlých modelů lze vyzorovat skutečností, že některé úvěrové instituce uplatňují srážky na hodnoty generované modely AVM (Rossini, a další, 2008). Srážky jsou ale nižší, než u metody založené na indexaci (Wink, 2013). U hodnot generovaných odhadci se tak neděje.

Pokud budou AVM správně pochopeny a použity, stanou se spíše cennou součástí procesu oceňování než samotným procesem. Úkolem bude naučit se přijmout tento posun a maximalizovat využití technologie tam, kde je to vhodné, například učinit z rezidenčního oceňování efektivnější, přesnější a výnosnější modely do budoucna.

Největším rizikem pro oceňovací profesi je to, že se automatizace postupně rozšiřuje, to ignorují neochotní profesionální odhadci a nevěří si těm, jejichž veřejnému zájmu slouží odpovídající standardy a poskytnuté záruky. Neexistuje žádná náhrada za dovednost kvalifikovaného a zkušeného odhadce (RICS, 2017). To odrážejí i případy, kdy AVM nejsou uznávány jako nezávislý producent tržních hodnot, které tedy vždy vyžadují profesionální názor odhadce (Miranda, 2019). Nicméně použití AVM při oceňování závisí na kvalitě modelu a dovednostech modeláře.

## 9 ZÁVĚR

V průběhu posledních dvaceti let se oceňování vyvinulo z tradičních metod manuálního ocenění do automatizovaných oceňovacích modelů. Pokroky v oblasti výpočetní techniky, jako navyšování kapacit a pokročilejší systémy správy dat umožnily rozsáhlý rozvoj modelů AVM.

Je zřejmé, že v kombinaci s automatizovanými vstupními daty mohou AVM fungovat mnohem rychleji než jejich lidské protějšky a jako takové, by se mohly stát nepostradatelným nástrojem pro odhadce.

Práce postupně rozebírala danou problematiku. Od teoretických rámců souvisejících s profesní činností oceňování na území ČR, přes pokročilé metody statistického oceňování, jako jsou fuzzy logika, ANN, hédonické modely nebo prostorová analýza. Tyto metody tvoří základ AVM. Práce rozebírá jednotlivé definice AVM, protože se na nich zahraniční literatura neshodne. Bylo provedeno šetření použití AVM a jejich možnosti uplatnění ve světě na základě zahraniční literatury. Byl představen postup při vývoji AVM, kterým se zabývají mezinárodní standardy. Dále vyplynuly požadavky na přesnost modelů AVM, která je pak dále rozebírána v souvislosti s použitím v komerční sféře.

Na závěr byl zhodnocen a diskutován stav trhu s AVM v ČR a jejich aplikace a doporučení do budoucna. Práce měla za cíl přiblížit a prohloubit problematiku AVM, které nemá na našem území silné kořeny ani historii. Práce nabídla teoretický rámec významu AVM a jejich uplatnění. Byly prostudovány některé publikace, které srovnávaly jednotlivé modely po výkonnostní stránce. Nebyly ale provedeny jednotné závěry a práce tak nabádá k možnému testování a vývoji modelů AVM.

## SEZNAM POUŽÍTÝCH ZDROJŮ

ANSELIN, L., 2001. Chapter 14 Spatial Econometrics. In: Baltagi, B. H.; (eds.). A Companion to Theoretical Econometrics. Blackwell Publishing Ltd, pp.310-330. ISBN:9780470996249. [online]; [cit. 1. 9. 2019]. Dostupné z: [http://web.pdx.edu/~crkl/WISE/SEAUG/papers/anselin01\\_CTE14.pdf](http://web.pdx.edu/~crkl/WISE/SEAUG/papers/anselin01_CTE14.pdf)

ANSELIN, L., 2010. Thirty years of spaial econometrics. Papers in Regional Science. Vol. 89, Issue: 1, pp. 3-25. [online]; [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/46538483\\_Thirty\\_Years\\_of\\_Spatial\\_Econometrics](https://www.researchgate.net/publication/46538483_Thirty_Years_of_Spatial_Econometrics)

BIDANSET, P. E., 2014. Moving Automated Valuation Models Out of the Box: The Global Geography of AVMs. In: Fair and Equitable. [online]; [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.iaao.org/media/Topics/AVMs/FE\\_July\\_Bidanset.pdf](https://www.iaao.org/media/Topics/AVMs/FE_July_Bidanset.pdf)

BRADÁČ, A.; FIALA, J.; HLAVINKOVÁ, V., 2007. Nemovitosti: oceňování a právní vztahy. 4., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Linde. ISBN: 978-80-7201-679-2.

BRADÁČ, A.; ŠILHÁNKOVÁ, H.; ŠMAHEL, M.; NEDOMOVÁ, I.; KOZIELKOVÁ, E.; ZUZAŇÁKOVÁ, P.; CUPAL, M.; SUPERATOVÁ, A.; ULRYCH, J.; BRADÁČOVÁ, L.; BRUMOVSKÝ, M.; SEDLÁČEK, J.; KREJZA, Z.; KLIKA, P.; BURDA, A.; PLUSKALOVÁ, K.; FELDMANNOVÁ, J.; NIČ, M., 2008. Teorie Oceňování nemovitostí, VII přepracované a doplněné vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno. ISBN: 978-80-7204-578-5.

BRADÁČ, A., 2009. Teorie oceňování nemovitostí. 8. přeprac. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-630-0.

ČBA (ČESKÁ BANKOVNÍ ASOCIACE), 2015. Standardy bankovních aktivit. Standardy oceňování nemovitých věcí pro účely ohodnocení zajištění finančních institucí. 1. vyd. Místo neznámé. [online]; [cit. 1. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.bivs.cz/files/cba-standard-pro-ocenovani-nemovitych-veci.pdf>

ČESKÁ KOMORA ODHADCŮ MAJETKU. Česká komora odhadců majetku, profesní sdružení znalců a odhadců, z.s. Česká komora odhadců majetku. [online]; [cit. 2. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.ckom.cz/>

CORELOGIC (2017). Forecast Standard Deviation and AVM Confidence Scores. [online]; [cit. 14. 10. 2019]. Dostupné z: <https://www.corelogic.com/downloadable-docs/fsd-and-avm-confidence.pdf>

D'AMATO, M., 2017. A brief Outline of AVM Models and Standards Evolutions. In: Kauko, T.; d'Amato; (eds.). Advances in Automated Valuation Modeling. Springer International Publishing AG; pp 3–22. [online]; [cit. 1. 10. 2019]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/313224001\\_A\\_Brief\\_Outline\\_of\\_AVM\\_Models\\_and\\_Standards\\_Evolutions](https://www.researchgate.net/publication/313224001_A_Brief_Outline_of_AVM_Models_and_Standards_Evolutions)

DES ROSIERS, F; THÉRIAULT, M., 2008. 6. Mass Appraisal, Hedonic Price Modelling and Urban Externalities: Understanding Property Value Shaping Processes Mass Appraisal Methods. In: Kauko, T.; d'Amato; (eds.). Mass Appraisal Methods. An international perspective for property valuers. Oxford (UK): Blackwell Publishing Ltd. Pp.111-147. ISBN: 978-1-4051-8097-9. [online]; [cit. 1. 9. 2019]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.471.8429&rep=rep1&type=pdf>

DOWNIE, M-L.; ROBSON, G., 2009. Integrating automated valuation models (AVMs) with valuation services to meet the needs of UK borrowers, lenders and valuers. In: ERES 2009, pp 24–27 June 2009, Stockholm. [online]; [cit. 5. 10. 2019]. Dostupné z: <http://nrl.northumbria.ac.uk/948/>

DOWNIE, M-L.; ROBSON, G., 2008. Automated Valuation Models: an international perspective. In: RICS Automated Valuation Models Conference: AVMs Today and Tomorrow, 4 November 2008. London.

EAA (THE EUROPEAN AVM ALLIANCE), 2019. European Standards for Statistical Valuation Methods for Residential Properties. Second edition. [online]; [cit. 5. 10. 2019]. Dostupné z: <https://www.europeanavmalliance.org/avm-standards.html>

ECB (EUROPEAN CENTRAL BANK), 2017. Guide to banks on non-performing loans. [online]; [cit. 5. 10. 2019]. Dostupné z: [https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/guidance\\_on\\_npl.en.pdf](https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/guidance_on_npl.en.pdf)

ELHORST, J. P., 2010. Applied Spatial Econometrics: Raising the Bar. Spatial Economic Analysis. Vol. 5, issue 1, pp. 9-28. [online]; [cit. 5. 10. 2019]. Dostupné z: [http://web.pdx.edu/~crkl/SEAUG/papers/Elhorst\\_SEA2010.pdf](http://web.pdx.edu/~crkl/SEAUG/papers/Elhorst_SEA2010.pdf)

EMF/EAA (EUROPEAN MORTGAGE FEDERATION/EUROPEAN AVM ALLIANCE), 2016. Joint Paper on the Use of Automated Valuation Models in Europe. [online]; [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.europeanavmalliance.org/publications.html?file=files/ea/Downloads/EMF%20EAA%20Paper%20on%20AVMs.pdf>

EMF/ECBC (EUROPEAN MORTGAGE FEDERATION/EUROPEAN COVERED BOND COUNCIL), 2017. Study on the Valuation of Property for Lending Purposes. [online]; [cit. 2. 9. 2019]. Dostupné z: <https://hypo.org/app/uploads/sites/3/2017/09/EMF-ECBC-Study-2017-FINAL.pdf>

EUROEXPERT. About us. Euroexpert. [online]; [cit. 2. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.euroexpert.org/about-us.html>

GAYLER, R.; SANYAL D.; PUGH, R.; KING, S., 2015. Best Practice Validation and Comparasion for Automated Valuation Models (AVMs). CoreLogic. [online]; [cit. 14. 10. 2019]. Dostupné z: [https://www.corelogicsolutions.co.uk/sites/default/files/2017-11/2015-10-28-CL-RP\\_AVM\\_SEPT15.pdf](https://www.corelogicsolutions.co.uk/sites/default/files/2017-11/2015-10-28-CL-RP_AVM_SEPT15.pdf)

GILBERTSON, B; PRESTON, D., 2005. A vision for valuation. Journal of Property Investment and Finance. Vol. 23 Issue 2 pp.123–140. [online]; [cit. 23. 9. 2019]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1108/14635780510699998>

GONZÁLEZ, M. A. S., 2008. Developing Mass Appraisal Models With Fuzzy Systems. In: Kauko, T.; d'Amatao; (eds.). Mass Appraisal Methods. An international persperctive for property valuers. Oxford (UK): Blackwell Publishing Ltd. Pp.183-203. ISBN: 978-1-4051-8097-9. [online]; [cit. 23. 9. 2019]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.471.8429&rep=rep1&type=pdf>

HEŘMAN, J., 2005. Oceňování nemovitostí [VŠE; 2005]. 1. vyd. Praha: Oeconomica. 174 s. brož. ISBN:80-245-0947-4.

HLAVINKOVÁ, V., 2012. Tržní oceňování nemovitostí. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství. ISBN: 978-80-214-4568-0.

HOMETRACK. Methodology. [online]; [cit. 23. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.hometrack.com/uk/insight/uk-cities-house-price-index/Print?nodeId=18735&type=methodology>

CHAN, A.; ABIDOYE, R. B., 2019. Advanced Property Valuation Techniques and Valuation Accuracy: Deciphering the Artificial Neural Network Technique. International Journal of Real Estate and Land Planning. Vol. 2. [online]; [cit. 10. 10. 2019]. Dostupné z: <http://ejournals.lib.auth.gr/reland/article/download/6748/6487>

CHAPHALKAR, N. B.; SANDBHOR, S., 2013. Use of Artificial Intelligence in Real Property Valuation. International Journal of Engineering and Technology (IJET). Vol. 25 Issue: 3, pp.2334-2337.

IAAO (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ASSESSING OFFICERS), 2013. Standard on Mass Appraisal of Real Property. Kansas City, Missouri: International Association of Assessing Officers. ISBN 978-0-88329-207-5. [online]; [cit. 4. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.iaao.org/media/standards/AVM\\_STANDARD\\_2018.pdf](https://www.iaao.org/media/standards/AVM_STANDARD_2018.pdf)

IAAO (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ASSESSING OFFICERS), 2018. Standard on Automated Valuation Models (AVMs). Kansas City, Missouri: International Association of Assessing Officers. ISBN 978-0-88329-245-7. [online]; [cit. 4. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.iaao.org/media/standards/AVM\\_STANDARD\\_2018.pdf](https://www.iaao.org/media/standards/AVM_STANDARD_2018.pdf)

IVSC (INTERNATIONAL VALUATION STANDARD COUNCIL), 2005. Guidance Note 13, Mass Appraisal for Property Taxation. In: International Valuation Standards. 7<sup>th</sup> edition.

IVSC (INTERNATIONAL VALUATION STANDARD COUNCIL), 2017. International Valuation Standards. Norwich: Page Bros. ISBN: 978-0-9931513-0-9. [online]; [cit. 1. 10. 2019]. Dostupné: <http://www.cas.org.cn/docs/2017-01/20170120142445588690.pdf>

IVSCa (INTERNATIONAL VALUATION STANDARD COUNCIL). About us. [online]; [cit. 3. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.ivsc.org/about>

IVSCb. (INTERNATIONAL VALUATION STANDARD COUNCIL). Building trust in valuation. [online]; [cit. 3. 9. 2019]. Dostupné z: <https://social.shorthand.com/IVSCouncil/j2ehb3bbKt/building-trust-in-valuation>

IVSCc. (INTERNATIONAL VALUATION STANDARD COUNCIL). Our members. [online]; [cit. 3. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.ivsc.org/about/members/our-members>

JOST, A.; NELSON, J.; GOPINATHAN, K.; SMITH, C.; inventors; HNC, Inc.; assignee, 1994. Real estate appraisal using predictive modelling. United States Patent US 5,361,201. Nov 1. [online]; [cit. 8. 8. 2019]. Dostupné z: <https://patentimages.storage.googleapis.com/0c/47/4a/8504d8ab64f065/US5361201.pdf>

KAUKO, T; D'AMATO, M.; (eds.), 2008. 1. Introduction: Suitability Issues in Mass Appraisal Methodology. In: Kauko, T.; d'Amatao, M. Mass Appraisal Methods. An international perspective for property valuers. Oxford (UK): Blackwell Publishing Ltd. Pp. 1-24. ISBN: 978-1-4051-8097-9. [online]; [cit. 1. 9. 2019]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.471.8429&rep=rep1&type=pdf>

KINCL, J.; URFUS, V.; SKŘEJPEK, M., 1995. Římské právo. Praha: C. H. Beck, Právnícké učebnice. ISBN 80-7179-031-1.

KIND, A.; METZNER, S., 2017. Automated Valuation Models: A Variety of Projects in Research and Industry. ERES Annual Conference, Delf. [online]; [cit. 10. 10. 2019]. Dostupné z: <https://eres.architexturez.net/system/files/179.pdf>

KLEDUS, R.; KLIKA, P., 2013. Teorie oceňování nemovitostí. Brno: Vysoké Učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství. Pracovní verze.

KOHOUT, P., 2011. Finance po krizi: důsledky hospodářské recese a co bude dál. 2. rozšířené vyd. Havlíčkův Brod: GRADA Publishing. Kapitola 2 Druhý krizový rok: 2008; 45–60 s. ISBN 978–80–247–3583–2.

KOKOŠKA, J., 2000. Oceňování nemovitostí. Díl III. Oceňování obvyklou cenou. 1. vyd. Praha: ABF-Arch. 202 s. ISBN: 80-86165-23-X.

KOMORA SOUDNÍCH ZNALCŮ. Informace představenstva Komory soudních znalců ČR kolegům, kteří jsou jmenováni znalci dle zák. č. 36/1967 Sb. ve znění pozdějších předpisů a NEJSOU doposud členy komory. Komora soudních znalců. [online]; [cit. 2. 9. 2019]. Dostupné z: <https://kszcr.cz/>

LANCASTER, K. J., 1966. A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*. Vol. 74 Issue:2, pp. 132-157. [online]; [cit. 1. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.jstor.org/stable/1828835?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/1828835?seq=1#page_scan_tab_contents)

LEE, Ch. S; WONG, K. Y., 2016. Evaluating Knowledge Management Processes: A Fuzzy Logic Approach. Hong Kong: IMECS. Vol. 2. ISBN: 978-988-14047-6-3. [online]; [cit. 6. 9. 2019]. Dostupné z: [http://www.iaeng.org/publication/IMECS2016/IMECS2016\\_pp756-760.pdf](http://www.iaeng.org/publication/IMECS2016/IMECS2016_pp756-760.pdf)

LE SAGE, J. P., 2008. An Introduction to Spatial Econometrics. In: *Revue d'économie industrielle*. Vol. 123, 3e trimestre 2008, pp. 19-44. [online]; [cit. 6. 9. 2019]. Dostupné z: <https://journals.openedition.org/rei/pdf/3887>

LIMSOMBUNCHAI. V., 2004. House Price Prediction: Hedonic Price Model vs. Artificial Neural Network. New Zeland: NZARES Conference. [online]; [cit. 6. 9. 2019]. Dostupné z: <https://thescipub.com/pdf/10.3844/ajassp.2004.193.201>

LIPSCOMB, C. A., 2017. Valuation: The Next Generation of AVMs. In: *Fair and Equitable*. [online]; [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.iaao.org/media/Topics/AVMs/FE\\_July\\_Bidanset.pdf](https://www.iaao.org/media/Topics/AVMs/FE_July_Bidanset.pdf)

LORENZ, D.; LÜTZKENDORF, T., 2008. Sustainability in property valuation: theory and practice. *Journal of Property Investment & Finance*. Vol. 26 Issue: 6, pp.482-521.

LUGHOFER, E.; TRAWINSKI, B.; TRAWINSKI, K.; KEMPA, O.; LASOTA, T., 2011. On employing fuzzy modeling algorithms for the valuation of residential premises. *Information Sciences*. Vol. 181 Issue: 23, pp.5123-5142. [online]; [cit. 11. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/220312624\\_On\\_employing\\_fuzzy\\_modeling\\_algorithms\\_for\\_the\\_valuation\\_of\\_residential\\_premises](https://www.researchgate.net/publication/220312624_On_employing_fuzzy_modeling_algorithms_for_the_valuation_of_residential_premises)

LUXPI. Srovnávací vyhledávání a podklad pro ocenění. luxpi.cz. [online]; [cit. 11. 10. 2019].  
Dostupné z: <http://luxpi.cz/cz/nabidka-cz/cenova-databaze>

MANSKI, CH. F., 1993. Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem. Prezentace. [online]; [cit. 11. 9. 2019]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/ec5e/4a406740a5077eb7c3fd3832d02d829e021f.pdf>

MATYSIAK, G., 2017a. Automated Valuation Models (AVMs): a brave new world? [online]; [cit. 5. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/319355261>

MATYSIAK, G., 2017b. Report for TEGoVA. The Accuracy of Automated Valuation Models (AVMs). [online]; [cit. 5. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.tegova.org/data/bin/a591190c05b2c3\\_George\\_Matysiak\\_Valuation\\_Report.pdf](https://www.tegova.org/data/bin/a591190c05b2c3_George_Matysiak_Valuation_Report.pdf)

MATYSIAK, G., 2018. Assessing the accuracy of individual property values estimated by automated valuation models. [online]; [cit. 14. 10. 2019]. Dostupné z: [https://www.tegova.org/data/bin/a5b31f9f5d5274\\_George\\_Andrew\\_Matysiak\\_Paper.pdf](https://www.tegova.org/data/bin/a5b31f9f5d5274_George_Andrew_Matysiak_Paper.pdf)

MIMIS, A.; ROVOLIS, A.; STAMOU, M., 2013. Property valuation with artificial neural network: The case of Athens. Journal of Property Research. Vol. 30, pp. 128–143. [online]; [cit. 8. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.academia.edu/6884993/Property\\_valuation\\_with\\_artificial\\_neural\\_network\\_the\\_case\\_of\\_Athens](https://www.academia.edu/6884993/Property_valuation_with_artificial_neural_network_the_case_of_Athens)

MINISTERSTVO FINANČÍ. Návrh zákona, kterým se mění zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), ve znění pozdějších předpisů, Čj. OVA 246/19 MF 19490/2018/2602-7. Aplikace ODok. [online]; [cit. 3. 9. 2019]. Dostupné z: <https://apps.odok.cz/veklep-detail?pid=KORNBS5FHGHZK>

MINISTERSTVO SPRAVEDLNOSTI. Instrukce č. 8/2017 Ministerstva spravedlnosti ze dne 23. 11. 2017 o správném řízení ve věcech znalců a tlumočnicků a o některých dalších otázkách. Sbírnka: MSP-26/2017-OJD-ORG/32. [online]; [cit. 20. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.justice.cz/documents/12681/1078155/8-2017+Instrukce.pdf/9f115402-eba6-44b5-9406-eeed93431478>

MIRANDA, C., 2019. Re: IVS 2017 Proposed Revisions (Additional Technical Revisions Exposure Draft). Message to: Mark Zyla, Chair, IVSC Standards Review Board. 2019 June 29. [internet]; [cit. 16. 10. 2019]. Dostupné z: <https://www.ivsc.org/files/file/view/id/1566>

MOHYLOVÁ, A.; ČERMÁKOVÁ, H. Novela zákona o oceňování majetku má do českého právního řádu zavést definici tržní hodnoty. Daňovky. Vydáno 3. 7. 2019. [online]; [cit. 1. 9. 2019]. Dostupné z: <https://danovky.cz/cs/novela-zakona-o-ocenovani-majetku-ma-do-ceskeho-pravniho-radu-zavest-definici-trzni-hodnoty>

MOORE, J. W., 2005. Performance Comparasion of Automated Valuation Models. Journal od Property Tax Assessment and Administration. Vol. 3 Issue: 1.

MOOYA, M., 2011. Of Mice and Men: Automated Valuation Models and the Valuation Profession. Urban Studies. Sage Publications, Ltd. Vol. 48 Issue 11, pp. 2265–2281. [online]; [cit. 6. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.jstor.org/stable/43081856?read-now=1&seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/43081856?read-now=1&seq=1#page_scan_tab_contents)

NEGNEVITSKY, M., 2005. Artificial Intelligence. New York: Addison-Wesley. [online]; [cit. 6. 9. 2019]. Dostupné z: [http://www.academia.dk/BiologiskAntropologi/Epidemiologi/DataMining/Artificial\\_Intelligence-A\\_Guide\\_to\\_Intelligent\\_Systems.pdf](http://www.academia.dk/BiologiskAntropologi/Epidemiologi/DataMining/Artificial_Intelligence-A_Guide_to_Intelligent_Systems.pdf)

ORT, P.; ŠEFLOVÁ ORTOVÁ, O., 2017. Oceňování nemovitostí v praxi. Praha: Leges. Praktik. ISBN 978-80-7502-234-9.

PAGOURZTI, E.; ASSIMAKOPOULOS, V.; HATZICHRISTOS, T.; FRENCH, N., 2003. Real estate appraisal: a review of valuation methods. Journal of Property Investment & Finance. Vol. 21 Issue: 4, pp.383-401. [online]; [cit. 5. 9. 2019]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/14635780310483656>

PAIC, S.; KOHANSKY, G.; CURRIE, A., 2016. EMEA RMBS Rating Criteria. FitchRatings. [online]; [cit. 14. 10. 2019]. Dostupné z: <https://www.fitchratings.com/site/dam/jcr:7914709e-1506-4f93-af79-84d83f98c4f0/EMEA%20RMBS%20Rating%20Criteria.pdf>

RICS (THE ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS), 2009. Royal Chartes and Bye-Laws. London. [online]; [cit. 4. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/about/rics-royal-charter-bye-laws.pdf>

RICS (THE ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS), 2013. Automated Valuation Models (AVMs). London: RICS, 1st edition. ISBN 978-1-78321-042-8.

RICS (THE ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS), 2017. The Future of Valuations. London. ISBN: 978-1-78321-218-7. [online]; [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.rics.org/uk/news-insight/research/insights/the-future-of-valuations/>

RICSa (THE ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS). Joint RICS. [online]; [cit. 4. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.rics.org/uk/surveying-profession/join-rics/>

RICSb (THE ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS).

Royal Institution of Chartered Surveyors RICS. Designing Buildings Wiki. [online]; [cit. 4. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Royal\\_Institution\\_of\\_Chartered\\_Surveyors\\_RICS](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Royal_Institution_of_Chartered_Surveyors_RICS)

ROSEN, S., 1974. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. The Journal of Political Economy. Vol. 82 Issue 1, pp.34-55. [online]; [cit. 6. 10. 2019]. Dostupné z: <http://links.jstor.org/sici?sici=0022-3808%28197401%2F02%2982%3A1%3C34%3AHPAIMP%3E2.0.CO%3B2-U>

ROSSINI, P.; KERSHAW, J. P, 2008. Automated Valuation Model Accuracy: Some Empirical Testing. Published in 14<sup>th</sup> Pacific Rim Real Estate Society Conference, Kuala Lumpur. [online]; [cit. 6. 10. 2019]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/228598432\\_Automated\\_valuation\\_model\\_accuracy\\_some\\_empirical\\_testing](https://www.researchgate.net/publication/228598432_Automated_valuation_model_accuracy_some_empirical_testing)

SARIP, A. G.; HAFEZ M. B., 2015. Fuzzy Logic Application for House Price Prediction. International Journal of Property Sciences, 2015. Vol. 5 Issue: 1. [online]; [cit. 6. 10. 2019]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/5e4e/b46e0fe34316820d6f29f559a88c59b7d9aa.pdf>

SOM, S., 2016. How to Build a Better Automated Valuation Model (AVM). ISBN 978-1520116402.

SOM, S., 2017. Automated Valuation Modeling (AVM): A Step-by-Step Illustrated Guide: Five Fully Illustrated Multiple Regression Models. ISBN 978-1521471463.

SOPRANZETTI, B. J., 2015. Hedonic Regression Models. [online]; [cit. 6. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/283842709\\_Hedonic\\_Regression\\_Models](https://www.researchgate.net/publication/283842709_Hedonic_Regression_Models)

SUI, D. Z., 1992. A fuzzy GIS modeling approach for urban land evaluation. Computer Environment and Urban Systems. Vol. 16 Issue: 2, pp. 101-115. [online]; [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.89.9623&rep=rep1&type=pdf>

TAFa (THE APPRAISAL FOUNDATION). The Appraisal Foundation: Who We Are. [online]; [cit. 4. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.appraisalfoundation.org/imis/TAF/About\\_Us/TAF/About\\_Us.aspx?hkey=52dedd0a-de2f-4e2d-9efb-51ec94884a91](https://www.appraisalfoundation.org/imis/TAF/About_Us/TAF/About_Us.aspx?hkey=52dedd0a-de2f-4e2d-9efb-51ec94884a91)

TAFb (THE APPRAISAL FOUNDATION). The Appraisal Foundation Boards. [online]; [cit. 4. 9. 2019]. Dostupné z: [https://www.appraisalfoundation.org/imis/TAF/About\\_Us/TAF\\_Boards/TAF/TAF\\_Boards.aspx?hkey=7b71f017-fd58-4c72-bf3c-90fdb06cd56](https://www.appraisalfoundation.org/imis/TAF/About_Us/TAF_Boards/TAF/TAF_Boards.aspx?hkey=7b71f017-fd58-4c72-bf3c-90fdb06cd56)

TAF (THE APPRAISAL FOUNDATION), 2018. Uniform Standards of Professional Appraisal Practice. 2018-2019 edition. USA: The Appraisal Foundation. ISBN: 978-0-9985335-3-7. [online]; [cit. 3. 9. 2019]. Dostupné z: <https://appraiserelearning.com/wp-content/uploads/2018/09/2018-19-electronic-copy-of-USPAP.pdf>

TEGoVA (THE EUROPEAN GROUP OF VALUERS' ASSOCIATIONS); 2016. European Valuation Standards - EVS. 8th edition. Belgium: Gillis. ISBN 978-90-819060-1-2.

TEGoVAa (THE EUROPEAN GROUP OF VALUERS' ASSOCIATIONS). About TEGoVA. [online] ;  
[cit. 4. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.tegova.org/en/p48e32a519bec9>

TEGoVAb (THE EUROPEAN GROUP OF VALUERS' ASSOCIATIONS). Members Associations. [online];  
[cit. 4. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.tegova.org/en/p4912ab00f1da3>

THOMPSON, J. F, 2017. Data Issues Involves with the Application of Automated Valuation Metods: A Case Study. In: Kauko, T.; d'Amato; (eds.). Advances in Automated Valuation Modeling. Springer International Publishing AG; pp 27–48. [online]; [cit. 16. 10. 2019]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/313224001\\_A\\_Brief\\_Outline\\_of\\_AVM\\_Models\\_and\\_Standards\\_Evolutions](https://www.researchgate.net/publication/313224001_A_Brief_Outline_of_AVM_Models_and_Standards_Evolutions)

ÚŘEDNÍ VĚSTNÍK EVROPSKÉ UNIE. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/17/EU ze dne 4. února 2014 o smlouvách o spotřebitelském úvěru na nemovitosti určené k bydlení a o změně směrnice 2008/48/ES a 2013/36/EU a nařízení (EU) č. 1093/2010. [online]; [ cit. 2. 9. 2019]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0017&from=CS>

Vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška)

WINK, A., 2013. AVM's are the way to accuracy, transparency and standardisation. Securitisation Event 2013. [online]; [ cit. 14. 10. 2019]. Dostupné z: [https://www.calcasa.co.uk/media/default/pdf/interview\\_arjen\\_wink\\_iir.pdf](https://www.calcasa.co.uk/media/default/pdf/interview_arjen_wink_iir.pdf)

ZAZVONIL, Z., 2012. Odhad hodnoty nemovitostí. 1. vyd. Praha: Ekopress. 454 s. brož. ISBN: 978-80-86929-88-0.

Zákon č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník (nový), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů

ZHANG, G.; PATUWO, B., 1998. Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International journal of forecasting*. Vol. 14, pp. 35-62. [online]; [cit. 5. 10. 2019]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.138.4828&rep=rep1&type=pdf>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AI	Artificial Intelligence
AVM	Automated Valuation Models
EAA	The European AVM Alliance
MRA	Multiple regression analysis
RICS	Royal Institution of Chartered Surveyors
ZOM	Zákon o oceňování majetku
NOZ	Nový občanský zákoník
THU	Technickohospodářské ukazatele
ČBA	Česká bankovní asociace
TEGoVA	The European Group of Valuers' Associations
KSZ	Komora soudních znalců
ČKOM	Česká komora odhadců majetku
IVS	International Valuation Standards
IVSC	International Valuation Standards Council
EVS	European Valuation Standards
TAF	The Appraisal Foundation
USPAP	Uniform Standards of Professional Appraisal Practice
ARIMA	AutoRegressive Integrated Moving Average
ANN	Artificial neural networks
EMF	European Mortgage Federation
RTC	The Resolution Trust Corporation
CAMA	Computer-Assisted Mass Appraisal
ECB	Evropská Centrální banka
COV	Coefficient of variation
COD	Coefficient of dispersion
PRD	Price Related Differential
PRB	Price Related Bias
IAOO	International Associating of Assessing Officers
FSD	Forecast Standard Deviation

## SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 4.1 Vztahy mezi modely (Elhorst, 2010)
- Obr. 4.2 Model ANN s jednou skrytou vrstvou (Negnevitsky, 2005)
- Obr. 4.3 Model ANN se dvěma skrytými vrstvami (Negnevitsky, 2005)
- Obr. 5.1: Druhy oceňování nemovitostí (EMF/EEA, 2016)
- Obr. 6.1 Globální použití AVM (Bidanset, 2014)
- Obr. 6.2 Používané kalibrační modely AVM (Kindt, a další, 2017)
- Obr. 6.3 Postup při vývoji AVM (IAOO, 2018)
- Obr. 6.4 Výkonnostní standardy poměrových studií (IAOO, 2018)
- Obr. 6.5 Intervaly spolehlivosti (IAOO, 2018)
- Obr. 6.6 FSD (CoreLogic, 2017)
- Obr. 6.7 Vztah FSD a AVM odhadu (CoreLogic, 2017)
- Obr. 6.8 Přesnost +/- 2 % AVM modelů (Matysiak, 2018)
- Obr. 6.9 Přesnost AVM modelů dle cenových hladin (Matysiak, 2018)

## **SEZNAM TABULEK**

Tab. 6.1 Globální použití AVM (Downie, a další, 2008) (překlad vlastní)

Tab. 6.2 Použití AVM v Evropě (EMF/EAA, 2016) (překlad vlastní)

Tab. 6.4 Proces aplikace AVM (vlastní)