



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

POSUZOVÁNÍ VLIVU KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ STAVBY NA HODNOTU STAVBY V RÁMCI JEJÍHO ŽIVOTNÍHO CYKLU

ASSESSING THE EFFECT OF THE STRUCTURAL DESIGN ON THE VALUE OF THE STRUCTURE
WITHIN ITS LIFE CYCLE

DIZERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Tomáš Hrdlička

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

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

BRNO 2022

Zadání dizertační práce

Student: **Ing. Tomáš Hrdlička**
Studijní program: Soudní inženýrství
Studijní obor: Soudní inženýrství
Vedoucí práce: **doc. Ing. et Ing. Martin Cupal, Ph.D. et Ph.D.**
Akademický rok: 2021/22
Ústav/odbor: Ústav soudního inženýrství

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 dizertační práce:

Posuzování vlivu konstrukčního řešení stavby na hodnotu stavby v rámci jejího životního cyklu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Identifikace vlivu volby materiálové báze rodinných domů s ohledem na LCC stavby, tj. pořizovací, provozní a likvidační fázi životního cyklu rodinných domů.
2. Posouzení hodnoty běžně používaných metod: nákladové ocenění, především propočít THU a nákladový způsob dle cenového předpisu (441/2013 Sb., ve znění pozdějších předpisů) v komparaci s náklady na bázi tržních dat.
3. Identifikace cenotvorných faktorů na investiční náklady u rodinných domů.

Cíle dizertační práce:

Cílem práce je verifikovat stávající obvykle používané metody nákladového ocenění staveb včetně odpovídajících datových základů, ve vazbě na investiční náklady na bázi tržních dat, s využitím kombinací obvyklých materiálových a konstrukčních variant rodinných domů.

Vymezený cíl je podporovaný třemi výstupy:

1. Porovnání obvyklých metod nákladového ocenění s investiční náklady na bázi tržních dat pro rodinné domy;
2. Identifikace a analýza faktorů ovlivňujících výši investičních nákladů na bázi tržních dat u rodinných domů;
3. Efekt volby materiálové báze na náklady spojené s konstrukcemi v průběhu životního cyklu stavby.

Seznam literatury:

SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta. Udržitelné pořizování staveb: ekonomické aspekty. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011, 256 stran. ISBN 978-80-7357-642-4.

ISO 15686-5:2017(en) Buildings and constructed assets — Service life planning — Part 5: Life-cycle costing, 2017.

LANGSTON, Craig A. Life-cost approach to building evaluation. London: Routledge, 2017, 255 stran. ISBN 978-1-138-46462-9.

The appraisal of real estate. 14th ed. Chicago: Appraisal Institute, c2013. ISBN 9781935328384.

ORT, Petr a Olga ŠEFLOVÁ ORTOVÁ. Oceňování nemovitostí v praxi. Praha: Leges, 2017, 144 stran ISBN 978-80-7502-234-9.

DUFEK, Zdeněk, Jana KORYTÁROVÁ, Tomáš APELTAUER, et al. Veřejné stavební investice. Praha: Leges, 2018, 387 stran. ISBN 978-80-7502-322-3.

Termín odevzdání dizertační práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., LL.M.
ředitel

Abstrakt

Disertační práce se zaměřuje na čteně diskutované téma v oblasti výstavby rodinných domů a volby materiálové báze stavby. Výzkum je motivován fundamentální otázkou, zdali jsou rodinné domy na bázi dřeva – dřevostavby levnější či dražší oproti zděným rodinným domům.

Dvě nejčastěji používané materiálové báze jsou tak podrobeny řadě analýz, jak z pohledu pořizovacích, respektive investičních, nákladů, tak z pohledu nákladů spojených s konstrukcemi v průběhu celého životního cyklu. Současně je pozornost věnována dalším faktorům, které významně ovlivňují investiční náklady rodinných domů.

Na základě analýzy databáze obsahující 1 520 rodinných domů, respektive jejich investičních nákladů, se materiálová báze jeví jako proměnná ovlivňující náklady velmi slabě a často může být tento rozdíl zastíněn vlivem dalších proměnných, jako například velikost rodinného domu, podlažnost, způsob vytápění aj.

Současně práce ověřuje relevanci běžně používaných metod nákladového ocenění rodinných domů (cenové ukazatele, oceňovací vyhláška) ve srovnání s investičními náklady stanovenými na základě tržních dat. Z porovnání vyplývá, že v obou analyzovaných metodách je dosahováno vysokých odchylek od cen rodinných domů na klíč.

V rámci analýzy vybraných fází životního cyklu rodinných domů je poukázáno na vyšší náklady spojené s konstrukcemi v průběhu celého životního cyklu u dřevostaveb. Konkrétně se jedná o rozdíl v průměru o 6,1 %.

Klíčová slova

Dřevostavba, rodinný dům, náklady, LCC, investiční náklady, demolice, zděný rodinný dům.

Abstract

The dissertation focuses on a much-discussed topic in the field of construction of houses and the choice of material base of houses.

The research is motivated by the fundamental question of whether wood-based houses (wooden buildings) are cheaper or more expensive than brick-based houses.

The two most frequently used material bases are therefore subjected to a series of analyzes, both in terms of acquisition and investment costs, respectively, and in terms of life cycle costs focused to structures.

At the same time, attention is paid to other pricesetting factors that significantly affect the investment costs of houses.

Based on the analysis of a database containing 1.520 houses, the material base appears to be a variable that has a very small effect on the costs, and this difference can often be overshadowed by other variables such as the size of the family house, the amount of floors, heating, etc.

At the same time, the work verifies the relevance of commonly used methods of cost valuation of houses (price indicators, cost method according to the price regulation 441/2013 Coll., as amended) in comparison with investment costs determined on the basis of market data. There was found high deviation.

The analysis of selected phases of the life cycle of family houses points to higher costs associated with structures during the entire life cycle of wooden buildings. Specifically, the difference is on average 6.1 %.

Keywords

Wood-based house, houses, cost, LCC, investment cost, demolition, brick-base house.

Bibliografická citace

HRDLIČKA, Tomáš. *Posuzování vlivu konstrukčního řešení stavby na hodnotu stavby v rámci jejího životního cyklu*. Brno, 2022. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/138045>. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce Martin Cupal.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou disertační práci na téma „Posuzování vlivu konstrukčního řešení stavby na hodnotu stavby v rámci jejího životního cyklu“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího disertační 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom 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

.....

Podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval všem svým blízkým za podporu a důvěru při studiu. Jmenovitě bych rád poděkoval doc. Ing. et Ing. Martinu Cupalovi, Ph.D. et Ph.D. za odborné rady a pomoc se statistickým zpracováním dat. Nemalý dík patří mé kolegyni Ing. Tereze Jandáskové za příjemně strávenou dobu studia a vzniklé přátelství. A v neposlední řadě také za neutichající diskuzi, nejen nad disertační prací.

Osobní kontext

Disertační práce pro mě není pouhým dovršením mnohaletého studia. Je pro mě také pomyslným vrcholem při zvládnání zdravotních problémů. Ty tkví v silných bolestech hlavy při používání elektronických zařízení. Problémem se časem stal jak notebook, tak mobilní telefon. Dlouhou dobu se pro mé netradiční problémy nedařilo najít pojmenování. V celé své šíři se to ve skutečnosti nepodařilo dodnes, nicméně řadu z nich se podařilo identifikovat. Krom citlivosti na modré světlo, které dnes produkuje prakticky většina LED zařízení, vč. monitorů, je mým problémem také oční vada zvaná heteroforie. V neposlední řadě však významný podíl hraje také samotná technika, jejíž zobrazovací technologie nadměrně zatěžuje oči.

Po dvouletém vizuálním tréninku se zaměřením na posílení okohybných svalů a spolupráce obou očí se mi podařilo navrátit zpět před obrazovku a dělat to, co mě naplňuje. Návrat do pracovního procesu byl možný především díky speciálnímu monitoru využívající E-Ink technologii, tedy technologii bez jakéhokoli podsvětlení. Ten sice nenabízí plný komfort pro běžnou činnost na PC, ale stal se mou nepostradatelnou „berličkou“ pro každodenní práci i studium. Byť s jistými omezeními.

Prosím omluvte tak případné nedokonalosti práce. Jsou zkrátka věci, které jsou v tuto chvíli nad mé rozlišovací schopnosti. Snad jen pro nahlédnutí do mého černobílého života jsem se rozhodl, že práce bude předložena právě v černobílém provedení.

Tato práce není jen výsledkem mého čtyřletého studia, je především výsledkem dvouleté každodenní práce na zvládnutí vizuálního tréninku, přečkání prvotních bolestí a diskomfortu při použití počítače a řadu dalších omezeních pracovního režimu.

Výše uvedený text není politováním sama sebe. Jen to krátké ohlédnutí na těžkou životní etapu, ze které odcházím o něco silnější, pokornější a cítím velkou vděčnost.

Poděkování patří všem, kteří mě podporovali.

Oblíbený citát

„Jsme roztrženi, zoufale se hledáme, musíte si najít vlastní cestu, ne kopírovat ostatní, jak je nám ze všech stran podsouváno.“

— Anna Hogenová

OBSAH

OBSAH.....	10
1 ÚVOD.....	14
2 FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ.....	15
2.2 Cíl disertační práce.....	16
2.2.1 Dílčí cíl č. 1 „Posouzení metod nákladového ocenění“.....	16
2.2.2 Dílčí cíl č. 2 „Faktory ovlivňující investiční náklady“.....	16
2.2.3 Dílčí cíl č. 3 „Posouzení vlivu mat. báze na LCC“.....	17
3 VYMEZENÍ TÉMATICKÝCH OBLASTÍ OCEŇOVÁNÍ NEMOVITÝCH VĚCÍ.....	18
3.1 Základní pojmy Oceňování nemovitých věcí.....	18
3.2 Nákladový přístup oceňování nemovitých věcí.....	20
3.2.2 Ceny stavebních prací.....	26
3.3 Výstavba residenčních staveb v ČR.....	29
3.3.1 Výstavba dřevostaveb v Evropě.....	31
3.4 Stavby na bázi dřeva.....	31
3.4.1 Masivní dřevostavby.....	31
3.4.2 Rámová konstrukce dřevostavby.....	32
3.5 Zděné rodinné domy.....	32
3.5.1 Dřevostavby vs. zděné rodinné domy.....	33
3.6 Ekologické aspekty dřevostaveb.....	34
4 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ.....	35
4.1 Faktory ovlivňující investiční náklady.....	35
4.2 Ostatní faktory ovlivňující pořizovací náklady RD.....	37
4.3 Vliv materiálové báze na cenu rodinných domů.....	38
4.4 Náklady životního cyklu staveb.....	38
4.4.2 LCC s důrazem na vliv materiálové báze.....	41
4.4.3 Rozdílnost provozní fáze dle materiálové báze rodinných domů.....	42
5 METODOLOGIE.....	43
5.1 Přímé porovnání.....	43
5.2 Odhad pořizovacích nákladů.....	43
5.3 Kvantitativní metody.....	44
5.4 Posouzení nákladů na konstrukce v průběhu životního cyklu stavby lcc s důrazem na konstrukce.....	45
6 DATA.....	46
6.1 Primární databáze nabídkových cen rodinných domů.....	46

6.1.1	Volba nabídkových cen.....	48
6.1.2	Chybějící data k jednotlivým nabídkám.....	48
6.2	Popisná statistika z primární databáze	50
6.3	Rozbor sledovaných faktorů	51
6.4	Databáze prodaných rodinných domů v okrese Brno-venkov.....	57
7	METODY	58
7.1	Cíl č. 1 – Posouzení metod nákladového ocenění.....	58
7.1.1	Cenové ukazatele	59
7.1.2	Posouzení nákladového způsobu dle vyhl. 441/2013 Sb.....	59
7.2	Cíl č. 2- Faktory ovlivňující investiční náklady.....	60
7.3	Cíl č. 3 Posouzení vlivu mat. báze na LCC	61
7.3.2	Investiční náklady.....	62
7.3.3	Náklady na údržbu.....	63
7.3.4	Provozní fáze.....	63
7.3.5	Náklady na demolice stavby	64
7.3.6	Náklady na demoliční práce	64
7.3.7	Náklady na likvidaci suti.....	64
7.3.8	Délka životního cyklu	69
7.3.9	Diskontní sazba	69
7.3.10	Časový rámec analýzy LCC – KCE	70
8	VÝSLEDKY A ZJIŠTĚNÍ	71
8.1	Vliv konstrukčního systému dřevostaveb na investiční náklady.....	71
8.2	Vliv velikosti dodavatele na cenu.....	72
8.3	Vývoj pořizovacích nákladů rodinných domů.....	72
8.4	Přímé porovnání nabídek.....	74
8.5	Vliv materiálové báze na prodejní cenu	74
8.6	Cíl č. 1 – Posouzení metod nákladového ocenění.....	76
8.6.1	Cenové ukazatele	76
8.6.2	Posouzení nákladového způsobu dle vyhlášky č. 441/2013 Sb.....	80
8.7	Cíl č. 2 – Faktory ovlivňující investiční náklady.....	84
8.7.2	Dílčí databáze č. II. – geometrie.....	87
8.7.3	Dílčí databáze č. III. – dřevostavby	89
8.7.4	Dílčí databáze č. IV. – zděné RD.....	89
8.7.5	Dílčí databáze č. V. – dvojpodlažní RD.....	91
8.8	Cíl č. 3 – Posouzení nákladů životního cyklu – LCC–KCE.....	92
9	VYHODNOCENÍ, DISKUZE A NÁVRHY ZLEPŠENÍ	96

9.1	Cíl č.1 – Posouzení metod nákladového ocenění.....	96
9.2	Cíl č. 2 – Faktory ovlivňující investiční náklady.....	100
9.3	Cíl č. 3 – Posouzení nákladů životního cyklu – s důrazem na konstrukce.....	105
9.4	Shrnutí nejpodstatnějších výsledků.....	107
10	ZÁVĚR.....	109
11	PŘÍNOS DISERTAČNÍ PRÁCE.....	111
12	PUBLIKAČNÍ ČINNOST K TÉMATU PRÁCE.....	113
13	ZDROJE.....	114
	SEZNAM TABULEK.....	122
	SEZNAM GRAFŮ.....	125
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	126
	SEZNAM ZKRATEK.....	127
	ŽIVOTOPIS.....	128
	SEZNAM PŘÍLOH.....	129

Zařazení tématu disertační práce v systému soudního inženýrství

Základní obor: **Ekonomika**

Odvětví: **Ceny a odhady**

Zvláštní specializace: **Oceňování nemovitostí**

1 ÚVOD

V době, kdy stavební průmysl reprezentuje spotřebu 40 % globálně vyrobené primární energie a zhruba stejné množství produkce skleníkových plynů, je hledání staveb s nižším environmentálním dopadem nasnadě. Právě stavby na bázi dřeva – **dřevostavby**, jsou v řadě porovnání s tradičními konstrukčními systémy právem prezentovány jako stavby s nižším environmentálním dopadem.

Současně za posledních deset let dřevostavby provází kontinuální růst podílu na celkovém počtu všech dokončených rodinných domů v České republice. Zatímco v roce 2000 byl podíl dřevostaveb na celkové výstavbě rodinných domů 1,4 % a dokončeno bylo 133 rodinných domů na bázi dřeva, v roce 2021 se jednalo o 2 645 rodinných domů, **což činilo podíl 14,7 %**. Zdáli jsou dřevostavby v České republice na vzestupu díky nižšímu environmentálnímu dopadu, rychlé výstavbě či je výběr materiálové báze motivován nižšími pořizovacími náklady je věcí diskuze. S rostoucím počtem dřevostaveb na trhu s rodinnými domy roste také potřeba znalců, odhadců, bank a zástupců investorů dřevostavby oceňovat. A to jak z pohledu tržní hodnoty, tak z pohledu odhadu investičních nákladů, alt. zástavních hodnot.

Právě na tuto situaci předkládaná disertační práce reaguje a snaží se poskytnout aktuální poznání v oblasti výstavby rodinných domů na bázi dřeva – dřevostaveb v kontrastu k majoritní skupině zděných rodinných domů.

Motivací pro řešení tématu vlivu materiálové báze stavby na její hodnotu byla od počátku četná diskuze v komunitě investorské, projektantské i znalecké. Leitmotivem práce se tak stává otázka, **jsou dřevostavby levnější oproti zděným stavbám?** Právě tato otázka byla inspirací při vymezení dílčích cílů práce. Snahou autora pak je kromě řešení vymezených cílů sestavit komplexní souhrn informací v oblasti posouzení nákladové problematiky a dřevostaveb.

2 FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ

S ohledem na úvod řešené oblasti je identifikována problémová situace a dále problémy v oblasti nákladové oceňování rodinných domů důrazem na různé materiálové báze, konkrétně pak dřevostavby a zděné rodinné domy.

Problémová situace

Janíček v [1] definuje problémovou situaci takto: „*Problémová situace je takový nestandardní stav entity (objektu nebo člověka), který z objektivního nebo subjektivního důvodu vyžaduje řešení s určitým vymezeným cílem, přičemž proces řešení není rutinní, takže řešitel musí využívat informační, hodnotící, tvůrčí a rozhodovací činnosti a hledat řešení.*“ Dále se z problémové situace vhodně formulují jednotlivé problémy. „*Problém je člověkem naformulovaný výrok o nestandardním stavu subjektu, reálného či abstraktního objektu, který ze subjektivních, resp. objektivních důvodů vyžaduje řešení s určitým vymezeným cílem, resp. subjektivní či objektivní potřeba poznávat a tvořit, přičemž procesy řešení nejsou rutinní, takže vyžadují realizaci informačních tvůrčích, hodnotících, rozhodovacích a výkonných činností řešitele a hledání metod řešení.*“ [1]

Jak již zaznělo v úvodu disertační práce, četnost výstavby dřevostaveb v České republice roste a tím i potřeba dřevostavby oceňovat a upřesnit či vyvrátit řadu paradigmat, která v této oblasti panují. Jedná se především o předpokládanou nižší hodnotu dřevostaveb v kontrastu k majoritní skupině zděných rodinných domů, a to jak z pohledu výstavby, tak z pohledu prodeje dřevostaveb.

Na rozdíl mezi materiálovými bázemi se zaměřuje především zahraniční literatura, často také vzhledem k environmentálnímu dopadu stavby v návaznosti na náklady životního cyklu staveb. V Českém prostředí však relevantní výzkum víceméně chybí. Stejně tak běžně užívané přístupy ocenění nemovitých věcí nemusí nové technologie výstavby vhodně reflektovat. Nedostatečné informace pro nově používané technologie výstavby jsou častou překážkou pro jejich správné ohodnocení, a to jak ve vztahu k určení investičních nákladů, tak i tržní hodnoty, která může být od nákladové hodnoty odvozena. Právě u nově používaných materiálových a technologických variant je nákladový přístup důležitým aspektem, neb často není trh s novou komoditou dostatečně rozvinutý.

Definované problémy

Z výše uvedené problémové situace lze definovat několik dílčích problémů. Předně není jednoznačně určeno, do jaké míry materiálová báze rodinných domů ovlivňuje jejich hodnotu. Dále, zdali používané metody nákladového ocenění jsou vhodné k ocenění dřevostaveb. Jedná se například o hojně využívané technicko–hospodářské ukazatele či nákladový přístup dle oceňovací vyhlášky. V neposlední řadě je pak stanovení pořizovacích, respektive investičních, nákladů rodinných domů s ohledem na jejich materiálovou bázi.

Nové informace a závěry, které poskytne tato práce svými analýzami a výsledky lze aplikovat přímo do praxe znalecké i odhadcovské, stejně jako praxe rozpočtářské, respektive pro účel určení odhadu investičních nákladů.

2.2 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE

Cílem práce je verifikovat stávající obvykle používané metody nákladového ocenění staveb včetně odpovídajících datových základů, ve vazbě na investiční náklady na bázi tržních dat, s využitím kombinací obvyklých materiálových a konstrukčních variant rodinných domů. Vymezený cíl je podporovaný třemi výstupy:

1. Porovnání obvyklých metod nákladového ocenění s investiční náklady na bázi tržních dat pro rodinné domy;
2. identifikace a analýza faktorů ovlivňujících výši investičních nákladů na bázi tržních dat u rodinných domů;
3. efekt volby materiálové báze na náklady spojené s konstrukcemi v průběhu životního cyklu stavby.

2.2.1 Dílčí cíl č. 1 „Posouzení metod nákladového ocenění“

Úkolem je posouzení hodnoty běžně používaných metod: nákladové ocenění, především propočet THU a nákladový způsob dle cenového předpisu (441/2013 Sb., ve znění pozdějších předpisů planého k 1. 3. 2020) v komparaci s náklady na bázi tržních dat.

Stanovené hypotézy:

H1: Odhad investičních nákladů pomocí cenových ukazatelů RTS (THU) vykazuje běžnou odchylku +/-15 % při porovnání s nabídkovými cenami na výstavbu rodinných domů.

H2: Při použití nákladového přístupu oceňovací vyhlášky se dosahuje odchylky +/-15 % oproti nabídkovým cenám rodinných domů.

Hypotézy jsou stanovené na základě četných zkušeností z oblastí odhadu investičních nákladů a využívání jednotlivých metod. Zároveň jsou inspirovány problematikou určených cenových ukazatelů pro nové technologie výstavby ze Slovenska [2]. Zvolená hranice +/-15 % je udávána jako běžná odchylka u cenových ukazatelů spol. RTS. [3]

2.2.2 Dílčí cíl č. 2 „Faktory ovlivňující investiční náklady“

Úkolem je identifikace a analýza cenotvorných faktorů na investiční náklady u rodinných domů s důrazem na materiálovou bázi.

Stanovené hypotézy:

H3: Dřevostavby jsou levnější oproti zděným rodinným domům o 10 %.

H4: Přízemní rodinné domy jsou dražší než vícepodlažní rodinné domy z hlediska jednotkových nákladů.

H5: Panelová montáž dřevostaveb je z hlediska stavby levnější technologií v porovnání se staveništní montáží.

Hypotézy jsou stanoveny na základě četné diskuze v odborné komunitě i komunitě investorů. Zároveň jsou podpořeny problematikou nákladů životního cyklu, kdy právě investiční náklady tvoří významnou část nákladů celého životního cyklu. Stanovený rozdíl 10 % je často zažitým paradigmatem, které není podloženo rozsáhlým zkoumáním. V minulosti se k hodnotě 10 % blížil ve svém porovnání realizačních cen např. Kaňa. [4]

2.2.3 Dílčí cíl č. 3 „Posouzení vlivu mat. báze na LCC“

Jedná se o identifikaci vlivu volby materiálové báze rodinných domů na LCC stavby, tj. v průběhu pořizovací, provozní a likvidační fáze životního cyklu rodinných domů.

Stanovené hypotézy:

H6: Náklady celého životního cyklu u dřevostaveb jsou z pohledu nákladů na konstrukce levnější oproti zděným rodinným domům, za jinak srovnatelných podmínek.

Hypotéza je stanovena na základě zahraniční literatury v kontrastu chybějících odpovídajících studií v prostředí České republiky. Na vliv materiálové báze na náklady životního cyklu se zaměřili např. ve studiích na Slovensku [5], [6], v Litvě [7], Austrálii [8], Malajsi [9] a dalších.

3 VYMEZENÍ TÉMATICKÝCH OBLASTÍ OCEŇOVÁNÍ NEMOVITÝCH VĚCÍ

3.1 ZÁKLADNÍ POJMY OCEŇOVÁNÍ NEMOVITÝCH VĚCÍ

Pro zachování jednotné terminologie v celé práci jsou dále uvedeny základní pojmy a definice.

Dřevostavby

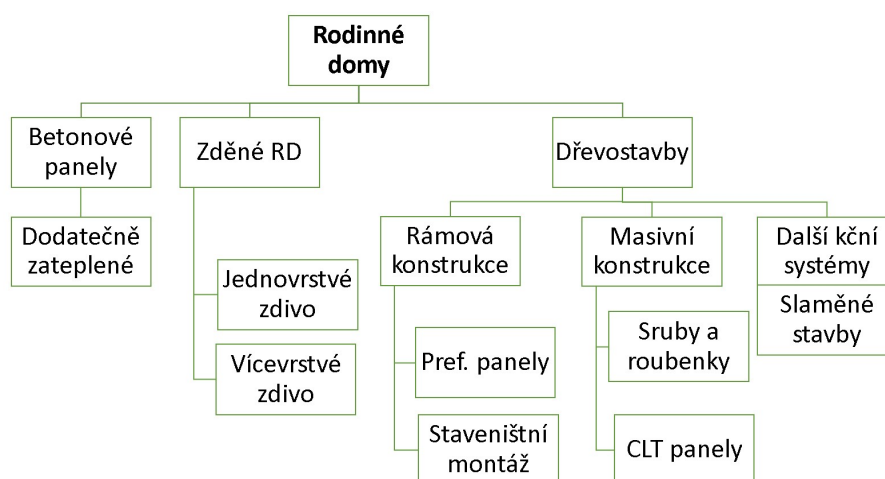
V současných tuzemských právních předpisech není pojem dřevostavba nebo stavba na bázi dřeva přesně definován. Význam pojmu „dřevostavba“ je převzatý z odborné literatury. „Pojmem dřevostavba rozumíme takovou stavbu, která pro svou nosnou konstrukci, zajišťující přenos zatížení a celkovou prostorovou tuhost a integritu, využívá v převážné míře dřevo a materiály na jeho bázi.“ [10] Pro účel disertační práce se tak dřevostavbou rozumí stavba vyhovující této definici.

Rodinný dům

Rodinný dům je nadále chápán tak, jak jej vymezuje prováděcí vyhláška ke stavebnímu zákonu. „Rodinný dům, ve kterém více než polovina podlahové plochy odpovídá požadavkům na trvalé rodinné bydlení a je k tomuto účelu určena; rodinný dům může mít nejvýše tři samostatné byty, nejvýše dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží a podkroví.“ [11]

Konstrukční systémy rodinných domů

Běžně používané konstrukční systémy rodinných domů jsou uvedeny na Obr. č. 1. Jejich vlastnosti jsou dále prezentovány v kapitolách 3.4 a 3.5.



Obr. č. 1 –Schéma dostupných konstrukčních systému rodinných domů. [vlastní]

Cena obvyklá

„Obvyklou cenou se dle zákona o oceňování majetku rozumí cena, která by byla dosažena při prodeji 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 majetku nebo služby a určí se ze sjednaných cen porovnáním.“ [12]

Tržní hodnota

Dle zákona 151/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů se v odůvodněných případech, kdy nelze určit cenu obvyklou, využije ocenění tržní hodnotou.

„Tržní hodnotou se pro účely tohoto zákona rozumí odhadovaná částka, za kterou by měl být majetek nebo služba směnena 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 tísně. 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.“ [12]

Dle Vyhlášky k provedení zákona o oceňování majetku 441/2013 Sb. ve znění pozdějších předpisů se tržní hodnota určí zpravidla na základě výběru z více způsobů oceňování, a to zejména ze způsobu **porovnávacího, výnosového nebo nákladového**. Dále se dle oceňovací vyhlášky při určení tržní hodnoty přihlíží k nejvyššímu a nejlepšímu využití oceňovaného předmětu. [13]

Reprodukční cena (náklady)

„Cena (věcná hodnota), za kterou by bylo možno stejnou nebo porovnatelnou novou věc pořídit v době ocenění, bez odpočtu opotřebení.“ [14]

Požizovací cena (náklady)

Požizovací cena alt. cena historická je cena (náklady historické), za kterou bylo možno věc pořídit v době jejího pořízení (u staveb tedy náklady v době realizace stavby), bez zohlednění opotřebení. [14]V případě využití historických nákladů je třeba jejich transformace na současnou cenovou úroveň [15], např. dle Indexů cen stavebních děl. [16]

Časová cena

Je reprodukční cenou věci sníženou o odpovídající opotřebení. [14]

Směrná cena

Pojem se užívá v souvislosti s cenovými soustavami, které obsahují právě směrné ceny na jednotlivé stavební práce a materiál, např. RTS, ÚRS. Směrné ceny nemusejí odpovídat ceně nabídkové, která je určována tržními mechanismy, jedná se o ceny orientační. [17] Viz kapitola 2.9.

Pojistná hodnota

Definována jako nejvyšší možná majetková újma v rámci pojistné události. [18]

Investiční náklady

Náklady, které je nutné vydat pro pořízení kapitálových aktiv. [19]

3.2 NÁKLADOVÝ PŘÍSTUP OCEŇOVÁNÍ NEMOVITÝCH VĚCÍ

Nákladový přístup je založen na předpokladu, že kupující za nemovitou věc nezaplatí více než náklady na její pořízení nebo její alternativu podobné užitečnosti. Přístup poskytuje indikaci hodnoty výpočtem náhradových nákladů nebo reprodukčních nákladů aktiva a provádění srážek za opotřebení. [20]

Dále [21] uvádí: *Nákladový přístup oceňování nemovitých věcí je založen na porovnání s náklady na výstavbu nové nebo podobné budovy. Odhad nákladů je dále upraven o opotřebení.*

Zazvonil k nákladovému přístupu dodává, že je založen na oportunitních nákladech, respektive nákladech za substitut či blízkou alternativu oceňované nemovité věci. Náklady tak zahrnují veškeré investice, které existenci podobných nemovitostí podmiňují či skutečně přispívají k nejlepšímu a nejvyššímu využití oceňované nemovité věci. [15]

K nákladovému přístupu Ort uvádí: „Základní princip nákladové metody spočívá v porovnání známých (skutečných) reprodukčních nákladů stavby s porovnatelnými a funkčními vlastnostmi se stavbou oceňovanou a v analýze uplatnitelnosti těchto nákladů na trhu“. [22]

V kontextu hledání uplatnitelnosti nákladů, které je patrné z výše uvedených tvrzení lze využít příklad k určení nákladové hodnoty a navazujícího zamyšlení.

Předmětem ocenění je mohutná hala se železobetonovou konstrukcí a zděným obvodovým pláštěm, jejíž reprodukční cena dle cenové soustavy, s ohledem na konstrukční provedení, odpovídá 47 mil. Kč a pozemek v hodnotě 3 mil. Kč. Jako jednu z alternativ lze považovat ocelovou montovanou halu s předpokládanými náklady 30 mil. Kč (vč. pozemku v obdobné lokalitě). [15]

K popsané situaci Zazvonil poukazuje na skutečnost, že hlavním motivem poptávajícího je získat prostor (skladový, výrobní) bez ohledu na technologii výstavby budovy. Poptávající s vysokou pravděpodobností nebude akceptovat vyšší reprodukční cenu železobetonové haly, neb nákladově orientovaný limit poptávky se bude pohybovat právě kolem 30 mil. Kč. [15]

Při použití nákladového přístupu lze vycházet z několika nákladových koncepcí dle druhu použitých nákladů, kterými jsou:

- 1) **Historické náklady** (např. jsou doloženy fakturou), často nutné transformovat na současnou cenovou úroveň;
- 2) **Náklady v současné cenové úrovni** (tedy k datu ocenění), které lze ve vztahu k oceňované nemovité věci dále členit na:
 - a. Reprodukční náklady;
 - b. Náhradové náklady;
 - c. Alternativní náklady; [15]

Při použití nákladového přístupu oceňování, respektive použití jednotlivých metod, je pak výsledkem reprodukční cena, respektive **reprodukční náklady**.

a. Reprodukční náklady

Představují takové náklady, které by bylo nutno vynaložit na výstavbu repliky (jakési kopie) oceňované stavby. Je uvažováno, že by pro stavbu měly být použity dobové technologie a materiály. [15], [20]

b. Náhradové náklady

Jsou náklady, které by bylo nutno vynaložit na výstavbu ekvivalentu oceňované stavby. Je uvažováno, že pro výstavbu je použito současných materiálů, technologií a poznatků. [15], [20]

c. Alternativní náklady

Jsou náklady, které je nutné vynaložit na realizaci obdobné stavby jako alternativy ke koupi na současném trhu. Viz příklad s betonovou halou výše. Zde převažuje spíše investorský pohled. [15]

Zákon o oceňování majetku 151/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů k nákladovému oceňování staveb uvádí:

„(1) Oceňuje-li se stavba nákladovým způsobem, vychází se:

a) ze základních cen za měrné jednotky stavby nebo z nákladů na pořízení stavby; u stavby určené k odstranění se vychází z ocenění použitelného materiálu z jejího odstranění sníženého o náklady na odstranění;

b) ze zohlednění charakteru, velikosti stavby, jejího vybavení, polohy a prodejnosti, u vodní nádrže a rybníku i ze zohlednění jejich funkce;

c) z technického nebo morálního opotřebení stavby;

d) ze zohlednění ceny stroje nebo jiného technologického zařízení, není-li v katastru nemovitostí zapsána výhrada, že stroj není vlastnictvím vlastníka nemovité věci.

(2) Základní ceny a způsob jejich úpravy podle odstavce 1 u jednotlivých druhů staveb, postupy při měření a výpočtu výměr staveb a postupy při oceňování včetně způsobů zjištění

a uplatnění technického nebo morálního opotřebení stanoví vyhláška. Ve stanovených cenách a postupech se zohledňují i vlivy působící na úroveň a relace cen staveb na trhu.” [12]

Využití nákladového přístupu má v současné době v oblasti oceňování nemovitých věcí své limity. Nejčastěji je k němu přihlíženo v případě určení tržní hodnoty při oceňování nových budov nebo v případě, že se s oceňovanou budovou dostatečně neobchoduje. [23]

K použití nákladového přístupu Mezinárodní oceňovací standardy uvádí volným překladem: *„Nákladový přístup může být použit jako primární přístup, pokud buď neexistuje důkaz o provedených transakcích za podobný majetek, nebo neexistuje žádný identifikovatelný skutečný nebo pomyslný tok příjmů, který by připadl vlastníkovi příslušných zájmů.” [20]*

Své místo má nákladový přístup také při aplikaci analýzy nejvyššího a nejlepšího využití, s ohledem na možné investice a následné vyšší využití. [21] Nákladový přístup své uplatnění nachází také v pojišťovnictví, jako vstupní údaj pro další výpočty spojené s výnosovou metodou a při určení tržní hodnoty. [13], [22] Okrajově lze metody nákladového ocenění užít k určení investičních nákladů pro investiční rozhodování. Prakticky tedy na základě každého investičního projektu, kdy je třeba investiční náklady odhadnout v různých částí předinvestiční fáze.

Právě u nákladového přístupu dochází ke střetu problematiky oceňování nemovitostí a problematiky oceňování stavebních konstrukcí a prací ve fázi přípravy stavební zakázky. Ať už se jedná o propočet nákladů (orientační cenu) ve fázi studie či podrobný položkový rozpočet pro stanovení smluvní ceny pro realizaci díla. Ve smyslu určení nákladů (nákladové hodnoty) je možné využívat všechny běžně používané metody nákladového ocenění dle dostupných podkladů, viz tab. č. 1.

Zároveň není ale možné trh s nemovitostmi zaměřovat či ztotožňovat s trhem stavební výroby, byť se oba trhy navzájem ovlivňují a nejbližší k sobě mají u nových budov. Zatímco trh s nemovitými věcmi je zaměřen na plochu, respektive prostory, trh stavební výroby je zaměřen na dodávku stavebních materiálů a samotnou stavební činnost. Lze říci, že trh stavební výroby je tak prostředkem pro vytváření budov, které tvoří zmíněné plochy a prostory. [15]

Tab. č. 1 Přehled cen (nákladů) dle fáze stavebního projektu. [15]

Dokumentace pro územní řízení, studie	Dokumentace pro stavební řízení	Prováděcí dokumentace	Dokumentace skut. provedení
Propočet		Rozpočet	
Orientační cena		Smluvní cena	Skutečná cena

V prostředí České republiky rozeznáváme několik základních metod určení nákladů, respektive odhadu reprodukční ceny oceňované budovy. Jedná se o individuální cenovou kalkulaci, podrobný položkový rozpočet, metodu agregovaných položek a propočet dle cenových ukazatelů. Ke každé metodě se váže jistá míra přesnosti, ale i požadavek na vstupní informace a podklady.

Souhrnný rozpočet

Souhrnný rozpočet obsahuje náklady, které by měly být vynaloženy na stavbu. Z investorského pohledu pak souhrnný rozpočet reprezentuje investiční náklady, jednali se o ceny stanovené dodavateli, nikoli cenovými soustavami, viz dále.

Souhrnný rozpočet je tvořen zpravidla na počátku výstavbového projektu a postupně s přibývajícimi informacemi (výsledky průzkumů, projektová dokumentace, požadavky investora) je zpřesňován. Je zvykem souhrnný rozpočet uvádět v následujícím členění:

- I. Projektové a průzkumné práce;
- II. Provozní soubory (např. vestavěné jeřáby);
- III. Stavební objekty (**náklady stanovené podrobným položkovým rozpočtem alt. jinými metodami**);
- IV. Stroje a zařízení;
- V. Umělecká díla (jsou-li neoddělitelnou součástí);
- VI. Vedlejší náklady spojené s umístěním stavby (VRN, např. zařízení staveniště, územní vlivy, aj.);
- VII. Práce prováděná nestavebními organizacemi;
- VIII. Finanční rezerva;
- IX. Ostatní náklady;
- X. Vyvolané investice (např. přeložky sítí);
- XI. Provozní náklady na přípravu a realizaci stavby (např. kompletační činnost). [14], [17]

Individuální cenová kalkulace

Tato metoda patří k nejpracnějším, ale také k nejdetajnějším metodám určení nákladů v podrobnosti stavebních konstrukcí. Jednotkové ceny se řadí k nákladově orientovaným druhům cen a sestavují se dle kalkulačního vzorce, tab. 2.

Podmínkou pro použití této metody je znalost druhu a rozsahu jednotlivých stavebních prvků, což metodu vylučuje pouze na stavby, kde je dochována podrobná projektová dokumentace vč. zakrytých konstrukcí. Své místo však metoda nachází především v investiční fázi výstavbového projektu. Vzhledem k pracnosti a nutným vstupním informacím se metoda v oblasti oceňování nemovitých věcí jako celku užívá zřídka. [14], [17]

Tab. č. 2 Kalkulační vzorec stavebních prací. [14]

Cena						
Náklady celkem						Zisk
Přímé náklady				Nepřímé náklady		
Přímý materiál	Přímé mzdy	Náklady na stroje	Ostatní přímé náklady	Režie výrobní	Režie správní	

Podrobný položkový rozpočet

Podrobný položkový rozpočet lze dle Zazvonila charakterizovat jako dokument vyjadřující náklady na stavbu formou sumarizace dílčích nákladů prostřednictvím jednotlivých položek. Tvorba jednotkových cen odpovídá individuální kalkulaci ceny viz výše. Jednotkové ceny jsou k dispozici v rámci cenových soustav, v českém prostředí nejčastěji ÚRS a RTS. V obou případech se jedná o tzv. směrné ceny, které jsou orientační a reprezentují náklady na jednotku práce provedené za určitých kvalitativních a kvantitativních podmínek. [15] Podrobný položkový rozpočet je pak zpravidla součástí souhrnného rozpočtu.

Stejně jako individuální cenová kalkulace je podrobný položkový rozpočet v oblasti oceňování nemovitostí používán omezeně. Svě uplatnění nachází pro výpočet báze pro pojistné plnění při pojištění staveb, sporné stavební práce aj.

Metoda agregovaných položek

Agregované položky jsou založeny na principu seskupování jednotlivých položek, reprezentujících jednotlivé dodávky a práce na konstrukci. Např. agregovaná položka betonový pás tak obsahuje beton, bednění, štěrkový podsyp, výztuž a přesun hmot. Metoda slouží pro rychlé zjištění nákladů ve chvíli, kdy jsou známy konstrukční charakteristiky budovy. [14]

Propočet ceny dle cenových ukazatelů

Propočty dle cenových ukazatelů (známé také jako „THU“) patří k často využívaným metodám nákladového přístupu, jak pro účely oceňování nemovitých věcí, tak odhad investičních nákladů v prvopočátku výstavbového projektu. Jednotkové ceny v členění dle Jednotné klasifikace stavebních objektů (JKSO) a dle druhu konstrukce jsou každoročně aktualizovány správcem cenové soustavy, v případě cenových ukazatelů se jedná o společnost RTS. Jedná se o jednotkové nákladové ceny, které vznikly sběrem nákladů z již realizovaných budov. [14], [17], [24] Cenové ukazatele jsou vztaženy nejčastěji k jednotce m³ obestavěného prostoru a m² plochy stavby, méně častěji pak na jiné účelové jednotky jako je např. 1 student, 1 lůžko aj. Dle informací spol. RTS je běžná odchylka této metody +/- 15 % v některých případech až +/- 25 %. [3]

Propočet ceny tak lze zapsat vzorcem:

$$Cena\ stav.\ objektu = CU \times MJ \quad (1)$$

CU – cenový ukazatel v příslušné kategorii JSKO v Kč/MJ

MJ – počet měrných jednotek, nejčastěji m³ a m²

Sestaveno dle [17], na základě vlastní úpravy

Pomocí propočtu lze odhadnout náklady na stavební objekt, tedy v kontextu souhrnného rozpočtu je třeba započítat také vedlejší rozpočtové náklady, náklady na projektové a průzkumné práce aj. Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Tab. č. 3 Přehled cenových ukazatelů, kategorie budovy pro bydlení. [3]

JKSO		Kč/m ³ , bez DPH, dle materiálové báze		
		Zděné RD	Na bázi dřeva	rozdíl
803	Budovy pro bydlení	5 740	8 560	-49,1 %
803.1	Domy bytové typové s neunifikovanými konstrukčními soustavami	5 340	-	-
803.2	Domy bytové typové s konstrukčními soustavami panelovými	-	-	-
803.3	Domy bytové typové s unifikovanými konstrukčními soustavami panelovými	-	-	-
803.4	Domy bytové typové s unifikovanými konstrukčními soustavami jinými než panelovými	5 335	-	-
803.5	Domy bytové netypové	5 950	-	-
803.6	Domky rodinné jednobytové	6 515	6 300	3,3 %
803.7	Domky rodinné dvoubytové	6 515	6 555	-0,6 %
803.8	Chaty pro individuální rekreaci	5 925	5 980	-0,9 %
803.9	Domky bytové se služebním vybavením	5 405	6 720	-24,3 %

Nákladová metoda dle oceňovací vyhlášky

K dalším metodám určení výchozí hodnoty stavby, resp. reprodukční ceny, patří využití nákladového způsobu z cenového předpisu bez zohlednění polohy a trhu (respektive s vypuštěním koeficientů úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu – pp). [14] Dále, dle § 13 vyhlášky, se nákladový způsob použije pro rodinné domy s obestavěným prostorem nad 1 100 m³, pro ocenění rozestavěných rodinných domů a rodinných domů, které jsou součástí zemědělských usedlostí. Tento parametr lze považovat spíše za administrativní omezení, nikoli limity metody samotné. Uvedený parametr obestavěného prostoru 1 100 m³ odpovídá co do velikosti spíše atypickým rodinným domům (např. zastavěná plocha přízemního rodinného domu s plochou střechou by odpovídala cca 366 m²). Výpočet základní ceny upravené (jednotkové ceny) je ovlivněn polohou (pro určení výchozí hodnoty se vypouští) a koeficientem vybavení, pomocí kterého lze na základě 25 cenových podílů upravit standardní provedení stavby.

$$ZCU = ZC \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_i, \quad (2)$$

Kde

ZCU – základní cena upravená v Kč za m³ obestavěného prostoru;

ZC – základní cena v Kč za m³ obestavěného prostoru podle přílohy č. 11 k této vyhlášce;

K_4 – koeficient vybavení stavby;

K_5 – koeficient polohový uvedený v tabulce č. 1 v příloze č. 20;

K_i – koeficient změny cen staveb, podle přílohy č. 41 této vyhlášky vztažený k cenové úrovni roku 1994. [13]

Autor disertační práce se problematikou využití nákladového způsobu ocenění dle cenového předpisu již v minulosti zabýval v rámci své diplomové práce, a to v kontextu oceňování pasivních domů. Ze zmíněné diplomové práce, která je založena na porovnání nákladového způsobu ocenění dle vyhlášky a porovnání podrobných položkových rozpočtů pro tři různé pasivní domy vyplývá, že cenové podíly uvedené v příloze 21 oceňovací vyhlášky neudávají přesné hodnoty. K cenovým podílům vykazujícím největší rozdíly patří okna, podlahy a položka ostatní. Limitem pro využití nákladového způsobu je tak samotný standard vyhlášky. Ten byl aktuální k roku 1994 a dále i samotné členění cenových podílů a jednotlivých konstrukcí, což v konečném důsledku ztěžuje určení koeficientu vybavení stavby K4. A Zároveň může významně ovlivnit výpočet základní ceny upravené, a tedy i samotné výchozí hodnoty. Diskutabilní je také výše vstupních základních cen, které jsou poměrně nízké a odpovídají cenám v roce vydání vyhlášky, upravené o vliv inflace. [25]

K problematice využití nákladového způsobu ocenění dle oceňovací vyhlášky Zazvonil uvádí, že takové využití je sice možné, ale lze jej doporučit jako nouzové a výjimečné řešení, především z důvodu zastaralých vyhláškových cen. [15]

Ostatní

K ostatním způsobům odhadu pořizovacích nákladů se dále může řadit získání nabídek od dodavatelských společností, byť se nejedná o oficiální metody nákladového oceňování. Tento přístup popisuje Dufek a kol ve vazbě na technologické vybavení a dílčí části staveb. [17] Zároveň Zazvonil poukazuje na fakt, že informace od přímého dodavatele či přípraváře konkrétní stavební společnosti mohou být cennější než oficiální cenové informace, například vyhláška. [15] K tématu nabídkových cen se také vyjadřuje Novák ve své disertaci. Poptáním jednotlivých stavebních prací na trhu získáme nejpresnější aktuální cenu. Jedná se však o velmi pracnou metodu a musí být kladen také důraz na vyhodnocení jednotlivých nabídek z hlediska komplexnosti. [26]

V zahraniční literatuře se také ve vazbě na náklady a jejich analýzu objevuje přístup využití nákladů, které byly již vynaloženy. Tyto „realizované náklady“ odráží trh v daném segmentu. Především pak ve veřejném sektoru jsou dobře dostupné (veřejně přístupný registr smluv). [27] Použití již vynaložených nákladů, jejich adjustace dle velikosti a případně lokality je doporučena také v publikaci *The appraisal of real estate*. [21]

3.2.2 Ceny stavebních prací

Tvorbu cen lze zjednodušit do třech základních přístupů, a to nákladově orientovaný, poptávkově orientovaný a konkurenčně orientovaný.

Nákladově orientovaná tvorba cen je založena na principu součtu všech vynaložených nákladů a zahrnutí přiměřeného zisku. Tento přístup je často reprezentován již zmíněnými směrnými cenami v cenových soustavách. K hlavním nevýhodám tohoto přístupu však patří

především nerespektování tržního prostředí, přehlížení konkurenčních sil a dynamiky poptávky spotřebitelů. Zároveň dle Heralové spotřebitele nezajímají výrobní náklady a ani se o ně nezajímají. Tržní hodnotu výrobku/služby určují užité vlastnosti, což ovlivňuje uplatnitelnost nákladů na trhu. Na druhou stranu nákladově orientované ceny mají dobrou obhajitelnost z etického hlediska, jsou poměrně dobře dostupné či odhadnutelné. Náklady na výrobky/služby mají na výslednou cenu nezpochybnitelný vliv, avšak cena je ovlivněna i dalšími faktory. [24]

K dalším přístupům určování cen patří konkurenčně orientovaná tvorba cen, tedy tvorba založená na sledování konkurentů v daném místě a čase. Tato metoda velmi dobře odráží situaci na trhu, avšak k jejímu použití je doporučeno brát také ohledy na vynaložené náklady a zisk.

Posledním používaným přístupem tvorby cen je orientace na poptávku, tedy pominutí objemů produkce do ceny produktů či služeb. Tento přístup je častěji uplatňován v oblasti výroby stavebních hmot. Nicméně i v tomto případě nákladový přístup k tvorbě cen hraje svou roli.

Nejčastěji se v cenotvorbě využívá kombinace všech tří přístupů. [24]

Zazvonil uvádí: „Přesná metoda výpočtu nákladů v současných podmínkách liberalizace cen neexistuje“. Dále konstatuje, že i „nejrůznější ceníkové náklady je třeba pokládat pouze za orientační, které trh stavebních prací a dodávek může více či méně akceptovat“. [15] V tomto kontextu je tak třeba chápat ceny dle cenových soustav jako orientační, odrážející nákladový přístup tvorby cen, tedy i nesoucí všechny jeho výhody a nevýhody. Nicméně právě oblast stavebnictví patří k oblastem, kde jsou ceny orientované dle nákladů uznávány, minimálně v rovině etické. [15]

V patrnost by tak měla být brána cena obvyklá stavebních prací, resp. stavební výroby, neb zde existuje rozvinutý trh stavební výroby. Tématu se rozsáhle věnoval Novák, v jehož disertační práci se nepotvrdila hypotéza, že je možno stanovit obvyklou cenu stavebních prací rozpočtem v cenové soustavě RTS. Autor doporučuje k problematice určení ceny obvyklé stavebních prací stanovit ceny dle dostupných ceníků, resp. cenových soustav a dále upravit vlastním koeficientem, který zohledňuje ceny v daném čase a lokalitě za daných smluvních podmínek. [26]

K problematice chápání směrných cen, respektive cen stanovených dle cenové soustavy, není v odborné komunitě jednotný názor. Například web správce cenové soustavy ÚRS uvádí:

„Směrné ceny stavebních prací (také jednotlivých potřeb, tj. materiálů a výrobků, sazeb strojohodin a mzdových nákladů) jsou koncipovány, kalkulovány a počítány tak, aby přiměřeně odpovídaly nákladům, které jsou vynakládány v rámci provádění konkrétních prací na stavebních zakázkách. Lze tedy říci, že směrné ceny mohou být chápány jako ceny obvyklé.“ [28]

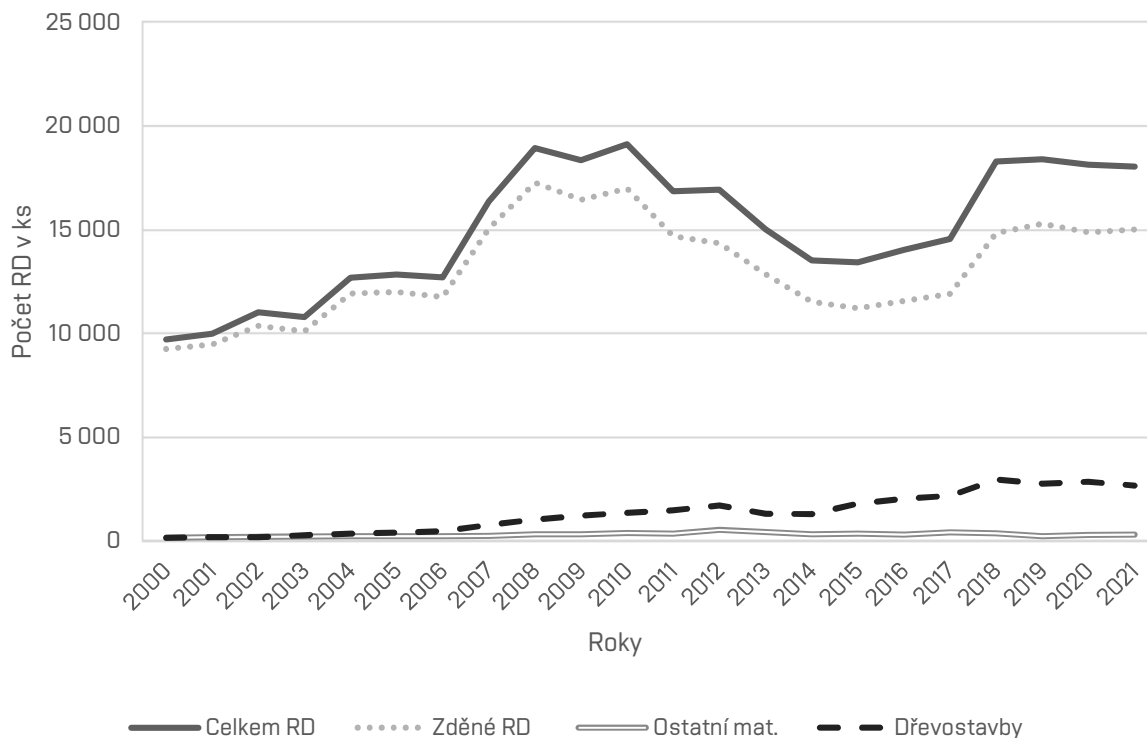
Dále Novák ve své disertační práci doporučuje znalcům při určení obvyklé ceny stavebních prací následující obecný postup:

- 1) Cenu převládajících atypických konstrukcí prověřit porovnáním ceny na trhu;
- 2) Prověřit cenu převládajícího materiálu;

- 3) Provéřít místní podmínky stavby, které se následně reflektují do ceny
 - a. Nabídka a poptávka v lokalitě;
 - b. Ztížené dopravní podmínky;
 - c. Přesun výrobních kapacit (např. cestovní náklady, ubytování);
 - d. Za stavbu v horských oblastech (zvýšení nákladů na vytápění, odstranění sněhu posypové materiály);
 - 4) Zhodnotit vliv provozu investora;
 - 5) Zhodnotit, zda rozsah prací obsáhne živnostník, nebo je nutná koordinace více dodavatelů;
 - 6) Posoudit nutnost dohledu autorizované osoby;
 - 7) Zvážit možnosti zřízení zařízení staveniště a podmínek staveništní dopravy;
 - 8) Provéřít, zda se nejedná o kulturní památku, která může mít specifické podmínky provádění.
- [26]

3.3 VÝSTAVBA RESIDENČNÍCH STAVEB V ČR

Rodinné a bytové domy patří ze statistického hlediska k nejčetněji dokončovaným stavbám. V roce 2021 bylo dokončeno 18 035 rodinných domů a 410 bytových domů.



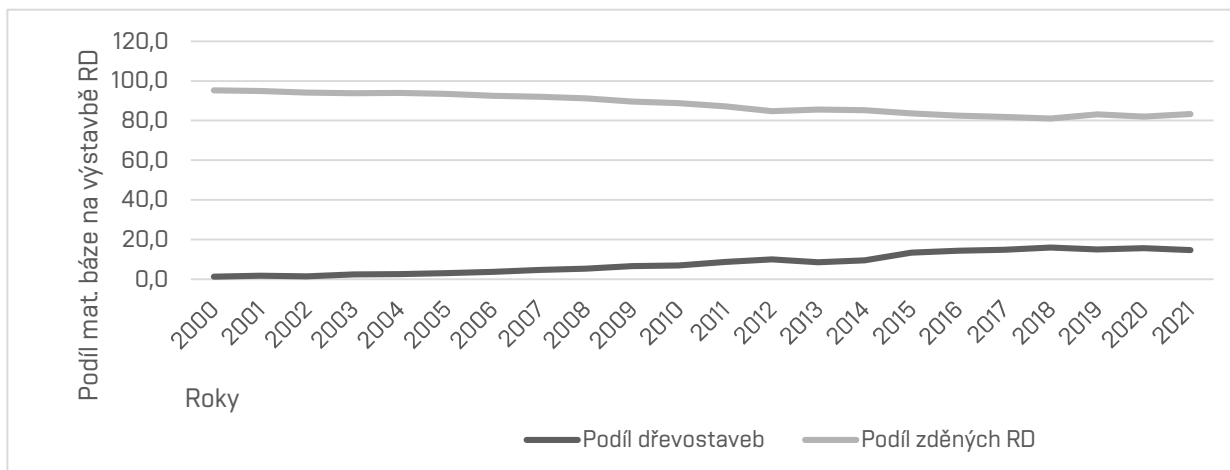
Graf č. 1 Výstavba rodinných domů v letech, dle mat. báze. [29]

Z hlediska materiálové báze u rodinných domů lze pozorovat rostoucí počet dokončených dřevostaveb a klesající počet zděných rodinných domů.

V absolutních číslech se jedná o tisíce dřevostaveb dokončených po roce 2000. Údaje o výstavbě jsou sestaveny z dat ČSÚ (počet dokončených rodinných domů v ČR) [29] a Asociace dodavatelů montovaných domů, z. s. (ADMD).

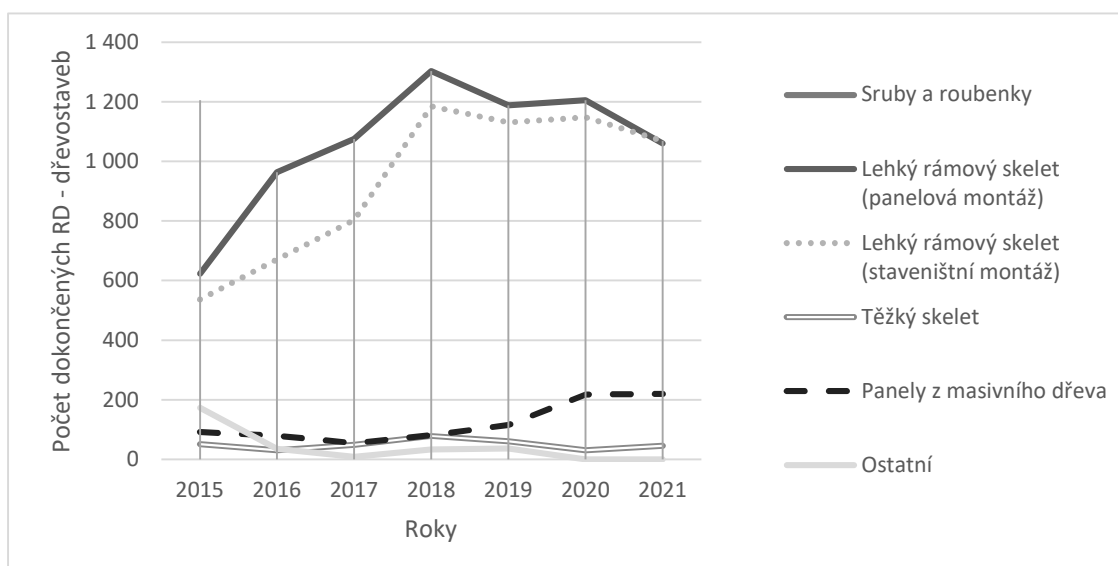
Tab. č. 4 Počet dokončených rodinných domů, dle let a mat. báze. [29]

Rok	Celkem RD (ks)	Dřevostavby (ks)	Celkem zděné RD (ks)	Podíl dřevostaveb (%)
2015	13 412	1 791	11 621	13,4
2016	14 015	2 013	12 002	14,4
2017	14 548	2 159	12 389	14,8
2018	18 287	2 945	15 342	16,1
2019	18 390	2 749	15 641	14,9
2020	18 127	2 836	15 291	15,6
2021	18 035	2 645	15 009	14,7



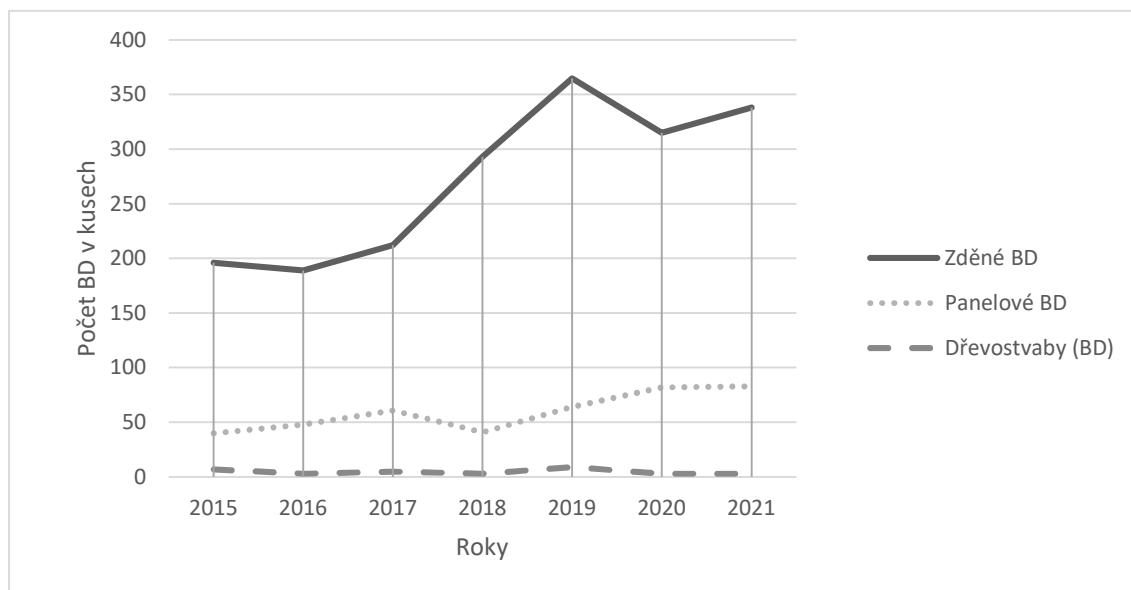
Graf č. 2 Vývoj podílu dřevostaveb na celkové výstavbě rodinných domů. [29]

V dalším členění pak převládají dřevostavby tvořené lehkým skeletem (panelová i staveništní montáž). Těžký skelet i roubenky a sruby jsou co do počtu dokončených rodinných domů spíše na ústupu. Naopak stavby z CLT panelů (dřevěné masivní panely) nabývají na oblibě.



Graf č. 3 Členění dokončených dřevostaveb dle konstrukčního systému. [29]

U bytových domů tvoří dřevostavby minoritní podíl a převládají zde zděné bytové domy. V roce 2021 se jednalo o dokončení třech bytových domů na bázi dřeva, v roce 2020 také o tři bytové domy a v roce 2019 pak o devět bytových domů. V předchozích letech počet dokončených bytových domů na bázi dřeva osciloval kolem 5 kusů.



Graf č. 4 Počet dokončených bytových domů dle materiálové báze. [29]

3.3.1 Výstavba dřevostaveb v Evropě

Jak je patrné z kapitoly 3.3, obliba dřevostaveb v České republice roste. Pro srovnání, výstavba dřevostaveb na Slovensku tvoří podíl pod 10 % z celkové výstavby. [6] V Německu se pak jedná o podíl na úrovni 15 %. [30] V případě Švédska se jedná o podíl 19,7 %. [31] Naopak v severní Americe dřevostavby dominují, podíl zde činí 90 %. [32]

Na základě sdělení Ing. Lenky Trandové, ředitelky ADMD z. s., Česká republika je na evropské úrovni unikátní stranou vedení statistik počtu dokončených rodinných domů ve členění dle materiálové báze. Z tohoto důvodu jsou tak těžko dohledatelné počty dokončených staveb v zahraničí.

3.4 STAVBY NA BÁZI DŘEVA

Dřevo společně s kamenem patří k základním stavebním materiálům od nepaměti. [33] Dřevostavby mají na území České republiky bohatou tradici, od tradičních roubenek po rodinné domy typu OKAL. [34] Jednotlivé typy dřevostaveb jsou popsány níže dle technologie výstavby a uvedení základních vlastností. Dále jsou na Obr. č. 1 uvedeny běžné konstrukční systémy rodinných domů.

3.4.1 Masivní dřevostavby

Do kategorie masivních dřevostaveb patří sruby a roubenky. Ty se vyznačují použitím klád pro svíslou nosnou konstrukci v různém stupni opracování (povaly, omítané řezivo a plně opracované kmeny). [35] V případě použití hrubě opracované kulatiny se častěji využívá označení srub.

U staveb, kde jsou tvořeny stěny z masivního dřeva jako jediné vrstvy, tedy srubů a roubenek, je v současné době problém splnit základní požadavky na konstrukce v duchu vyhlášky

č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na výstavbu ve znění pozdějších předpisů [36], stejně jako požadavky uvedené ve vyhlášce č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov ve znění pozdějších předpisů. [37] Jedná se o požadavky na součinitel prostupu tepla na úrovni požadované hodnoty. Řešením je například využití sendvičové konstrukce s vloženou tepelnou izolací mezi dvě vrstvy masivní stěny, čímž se splní požadavek na vzhled i tepelně technické parametry konstrukce.

CLT panely (cross-laminated timber – *křížem lepené řezivo*) patří k nejmodernějším technologiím výstavby v oblasti dřevostaveb. Dřevěné panely v obvyklé tloušťce 80–100 mm se doplňují dodatečnou tepelnou izolací v podobě ETICS, nebo nekontaktním zateplovacím systémem. Masivní dřevěná stěna zajišťuje přenos zatížení a stabilitu stavby. Panely se dodávají také v pohledové kvalitě. [38] Technologie výstavby je velmi podobná s výstavbou železobetonových panelových staveb, společným znakem je především rychlost výstavby. [39]

3.4.2 Rámová konstrukce dřevostavby

Charakteristickým prvkem je nosný dřevěný rám na výšku jednoho podlaží (Platform–frame). Dřevěný rám, tvořený vodorovnými (prahové) a svislými (stojkové) fošnovými prvky, je doplněn dřevěným plošným materiálem (OSB deska, překližka), který zajišťuje tuhost konstrukce. Prostor mezi sloupky je zpravidla vyplněn tepelnou izolací a dále je skladba doplněna o kontaktní či nekontaktní zateplovací systém. Na interiérové straně je následně instalována parozábrana nebo parobrzdá a interiérová úprava stěn, nejčastěji v podobě předstěny, např. ze sádkkartonu. Dle stupně prefabrikace lze rozlišovat jednotlivé technologické postupy výstavby.

- Staveništní montáž, kdy jednotlivé prvky jsou montovány přímo na stavbě z fošen. Pro tento postup v České republice existuje řada termínů (lehký skelet, sloupkový systém, letmá montáž, fošnový rámový systém). [10] Ve všech případech se jedná o technologický postup odpovídající původnímu systému výstavby v USA TwoByFour (rozměr použité fošny v palcích 2 x 4)
- Plošná prefabrikace (stěnové panely) patří k nejrychlejším způsobům výstavby. Panely mohou mít různé stupně dokončení – například pouze dřevěný rám s opláštěním nebo kompletní skladba stěny bez povrchové úpravy. [33]

Z hlediska prostupu vodních par konstrukcí lze rozlišovat konstrukce difúzně otevřené a difúzně uzavřené. Pro doplňkovou tepelnou izolaci difúzně uzavřených konstrukcí je zpravidla použitý polystyren, který patří k nejlevnějším izolantům. Naopak difúzně otevřené konstrukce vyžadují použití materiálů propustných pro vodní páru, například tuhé minerální vlny, dřevovláknité desky aj.

3.5 ZDĚNÉ RODINNÉ DOMY

Zděné rodinné domy v současné době převažují ve výstavbě nových rodinných domů. Z historického pohledu se ke stavbě využíval kámen, plné cihly, později tvárnice z lehčených betonů či plynosilikátu. Po roce 1990 pak využívaly nejčastěji z pórobetonové a keramické tvárnice. [40]

Nicméně v současnosti je na trhu řada stavebních systémů, např. vápenopískové, keramzitbetonové, z betonové skořepiny aj.

3.5.1 Dřevostavby vs. zděné rodinné domy

K nesporným výhodám dřevostaveb oproti běžné zděné výstavbě patří především rychlost samotné výstavby. Ta je dána mírou prefabrikace jednotlivých komponentů i omezením mokrých technologických procesů. K dalším výhodám patří dobré tepelně technické vlastnosti obvodových stěn, které si zachovávají subtilnost.

Tab. č. 5 Porovnání základních vlastností rodinných domů dle mat. báze, vlastní úprava. [41], [42]

Charakter. Znak	Zděné RD	Dřevostavby	
		Panelové	Stav. montáž
Rychlost výstavby	NE	ANO	NE
Kvalitní kce vyrobena mimo stavbu	NE	ANO	NE
Nutnost těžké techniky a náročné přepravy	NE	ANO	NE
Subtilní konstrukce stěn – úspora místa	NE		ANO
Akumulace tepla	ANO		NE
Nebezpečí letního přehřívání	ANO		ANO
Předpoklady k řešení akustiky konstrukcí	ANO		NE
Nízká hmotnost – ve vazbě na zakládání	NE		ANO
Sériová výroba – úspora nákladů	NE	ANO	NE
Technologická náročnost – speciální činnosti	NE	ANO	ANO
Ekologické aspekty	NE	ANO	ANO

Nicméně srovnatelné tepelně technické parametry lze dosáhnout i u zděných staveb vhodnou volbou skladby obvodových stěn, což potvrzuje vlastní porovnání vlastností obvodových konstrukcí. [43] Subtilní obvodová konstrukce vede k výhodnějšímu poměru užitné plochy ku zastavěné ploše. Naopak k diskutovaným vlastnostem dřevostaveb patří nižší schopnost akumulace tepla a akustické vlastnosti vodorovných i svislých dělicích konstrukcí. [10] Dřevostavby zároveň splňují některé aspekty udržitelné výstavby, jako je použití obnovitelného materiálu a nízké produkce CO₂ v investiční fázi životního cyklu stavby. [44]

3.6 EKOLOGICKÉ ASPEKTY DŘEVOSTAVEB

Stavební průmysl (resp. stavby v průběhu celého životního cyklu) spotřebovává 40 % globálně vyrobené primární energie. Zároveň je zodpovědný za produkci jedné třetiny skleníkových plynů, především oxidu uhličitého, který významně přispívá ke globálnímu oteplování. [45] Zároveň platí, že redukce spotřeby primárních energií a redukce emise oxidu uhličitého patří k nejdůležitějším politickým výzvám současnosti. [46], [47] Právě dopad na produkci primárních energií i množství vyprodukovaného oxidu uhličitého lze ověřit metodou LCA (life cycle assessment). [48]

Podle dostupných studií, zaměřených na problematiku LCA, respektive problematiku environmentálního dopadu staveb, **mají dřevostavby nižší environmentální dopad oproti zděným rodinným domům**. Jak uvádí Žigart et al, na základě porovnání pěti nejobvyklejších konstrukcí stěn a střech pro nízkopodlažní stavby (rodinné domy) v různých materiálových variantách. Z hlediska environmentálního dopadu patří k nejlepším právě dřevěné konstrukce. A to jak tradiční rámová konstrukce, tak konstrukce z masivního dřeva (CLT). [49] Slovenská studie dle komparace dvou rodinných domů, dřevěného a zděného, poukazuje na nižší environmentální dopad u dřevostaveb. [5] Další slovenští autoři také potvrzují nižší environmentální dopad dřevostaveb, a to jak ve fázi výstavby, tak v provozní fázi rodinných domů (vytápění, chlazení). [50] Nižší environmentální dopad, především pak nízká produkce oxidu uhličitého, byl potvrzen také pro použití materiálů na bázi dřeva oproti ne-dřevěným materiálům pro zkoumaný rodinný dům ve Švédsku. [51] Porovnání a LCA 20 různých konstrukcí používaných pro výstavbu rodinných domů v Malajsii poukazuje na nejnižší environmentální dopad právě u varianty odpovídající dřevostavbě, konkrétně se jednalo o dřevěnou rámovou konstrukci stěn a střechu z příhradových vazníků s betonovou střešní krytinou. [9] Výsledky výzkumů je však třeba chápat s určitou rezervou, především v důsledku různé lokality řešení, tedy i rozdílných požadavků na vytápění, chlazení, ale i dostupnost primárních surovin.

4 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

4.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ INVESTIČNÍ NÁKLADY

Řada výzkumů, zabývajících se vlivem materiálové báze stavby na náklady, nahlíží na stavbu z pohledu nákladů celého životního cyklu, tedy nákladů na pořízení, provoz a likvidaci stavby. Této problematice je věnována samostatná kapitola 4.2. Za účelem zjištění vlivu materiálové báze na pořizovací náklady byly náklady dekomponovány z jednotlivých výzkumů a posuzovány samostatně.

Slovenská republika

Autoři analýzy nákladů životního cyklu (LCC) porovnali náklady na výstavbu rodinného domu (přízemí a podkroví) v pěti materiálových variantách. Ve dvou případech se jednalo o jednovrstvé zdivo Ytong YQ 450 mm a v druhém případě o tvárnice plněné minerální vlnou Porotherm T38. Jako zástupce stěny dřevostaveb byla analyzována rámová konstrukce, vyplněná teplenou izolací s dodatečnou tepelnou izolací z dřevěných vláken v různých tloušťkách. V obou případech se tedy jednalo o konstrukci difúzně otevřenou. Součinitel prostupu tepla (U) obvodové stěny se pohyboval v intervalu od 0,179 až 0,109 W/(m²·K). Konstrukce podlahy na terénu, stropní konstrukce a střechy byla shodná pro všechny varianty. Autoři došli k závěru, že **dřevostavby jsou o 4–5 % dražší oproti zděným rodinným domům** z jednovrstvého zdiva. Zároveň poukazují na vyšší užitnou plochu dřevostaveb o 7,5 % z důvodu subtilnosti stěn. [52]

Další slovenská studie se zabývá analýzou nákladů životního cyklu (LCC) a dále analýzou životního cyklu (LCA) a analýzou doby trvání životního cyklu (LTA) na referenčním objektu rodinného domu o obestavěném prostoru 1 150 m³. Varianta dřevostavby byla zvolena panelová rámová konstrukce s vnějším ETICS o tl. 100 mm z expandovaného polystyrenu. Stropní konstrukce provedena jako dřevěná. Zděná varianta zkoumaného domu je uvažována jako zděná z cihelných tvárnic a doplněna ETICS z expandovaného polystyrenu o tl. 160 mm. Stropní konstrukce je v tomto případě z železobetonu. Střešní konstrukce je pak shodná pro obě varianty. Pořizovací náklady jsou stanovené na základě rozpočtu ze softwaru CenKrosPlus (obdobu českého Kros od spol. ÚRS). Do pořizovacích nákladů jsou zahrnuty jak náklady na materiál, práci, tak i dopravu (shodně 20 km pro obě varianty). Pořizovací náklady zděné varianty jsou 391.844 EUR a pořizovací náklady dřevostavby jsou 316.594 EUR. Z porovnání tedy vyplývá, že **dřevostavba je levnější o 19 %**. [5]

Německo

V Německu se problematikou vlivu materiálové báze u residenčních staveb na pořizovací náklady zabývá Walberg. Ve svém článku roku z 2016 porovnává náklady na výstavbu samostatného rodinného domu ve 3 materiálových variantách. Jednalo se o rodinný dům zděný, z železobetonových panelů a dřevostavbu. Pořizovací náklady byly stanoveny na základě databáze nákladů ARGE. Autor poukazuje na možné odchylky ve vazbě na lokalitu, dostupnost řeziva či místní zvyklost pro využití některých typů zdiva.

Dle studie je **medián nákladů dřevostaveb vyšší o 4,1–4,3 % oproti zděné** stavbě a o 1,4–1,9 % vyšší oproti stavbě z železobetonu. [53] Dále uvádí, že řešení některých detailů u dřevostaveb, především ve vztahu k požární bezpečnosti a akustice, může být nákladnější než u zděných staveb. [30] V dalším článku pak poukazuje na rychlejší růst cen dřevostaveb a staveb z železobetonu oproti zděným stavbám. [54]

Litva

Autoři studie z Litvy provedli porovnání nákladů pro rodinný dům ve třech různých materiálových variantách. Jednalo se o zděnou stavbu s kontaktním zateplovacím systémem, srub a dřevěnou rámovou konstrukci doplněnou tepelnou izolací z minerální vlny. Autoři v rámci zpracování analýzy LCC uvádí pořizovací náklady ve výši 343 EUR/m² pro zděnou stavbu, 375 EUR/m² pro srub a 360 EUR/m² pro dřevostavbu. Rozdíl jednotkových nákladů mezi zděným rodinným domem a dřevostavbou odpovídá 4,7 %. [7]

Austrálie

Studie porovnává 20 rodinných domů o různé velikosti a podlažnosti. Z prvotních 32 projektů autoři vybrali pouze 10 rodinných domů, které byly srovnatelné a nezkreslovaly by výsledky provedené analýzy LCC. Zařazeny byly stavby pouze se šikmou střechou a taškovou krytinou, stejně tak autoři zařadili pouze stavby na rovinném pozemku s porovnatelnými základovými podmínkami (z důvodu korektního zahrnutí nákladů na spodní stavbu). Vybraných 10 rodinných domů bylo modifikováno do opačné materiálové báze. Posuzováno tak bylo celkem 20 rodinných domů. V obou materiálových bázích se však uvažuje dřevěná rámová konstrukce. V případě „zděného domu“ je však doplněna přízdívkou z cihel. V případě dřevostavby pak dřevěné opláštění. Cena za dřevostavbu dle studie odpovídá průměrně 84 USD/m², v případě dřevostavby doplněné o zděnou přízdívku činí náklady 87,2 USD/m². [8] Autoři v dalším článku uvádí, že více jak 90 % nové výstavby v Austrálii odpovídá právě výstavbě rodinných domů se zděnou přízdívkou, například i z důvodu teplotního komfortu a nižších nároků na údržbu. [55]

USA

Americká studie porovnává 11 realizovaných budov občanské vybavenosti a alternativně uvažuje použití masivní dřevěné konstrukce (CLT). Na základě porovnání autoři uvádí, že použitím masivní dřevěné konstrukce lze uspořit průměrně 4,2 % pořizovacích nákladů a dále zkrátit čas výstavby o 20 %. [39]

Ostatní

Dále je v několika studiích a výzkumech popsán rozdíl v pořizovacích nákladech mezi jednotlivými materiálovými bázemi, ale problematice není věnována dostatečná pozornost (popis dat, metod aj.). Pro úplnost jsou však výsledky uvedeny.

Autoři článku [56] hovoří o dřevostavbách jako o low-cost řešení nejen pro rodinné domy, ale i bytové domy. Poukazují na to, že pokud je stavba správně navržena, dřevostavby mají jen

několik omezení. Dále autoři článku zabývající se dřevostavbami v oblasti Latinské Ameriky shledávají potenciál v možné úspoře mezi výstavbou zděných rodinných domů a dřevostaveb. Dále vyzdvihují flexibilitu, snížení produkce odpadů a absenci vody při výstavbě. [57] Případová studie z Bosny a Hercegoviny pak uvádí úsporu 10 % pro stavbu rodinného domu ze slámy (s dřevěnou konstrukcí) oproti variantě z cihel s dodatečným zateplením z polystyrenu. [58]

Česká republika

Porovnání nabídek dřevostaveb a zděných rodinných domů se věnoval Lenoč et al ve své publikaci uvádí rozdíly v cenách rodinných domů na klíč po přepočtu na m². Jednotkové ceny dřevostaveb jsou nižší v kategorii rodinných domů dle obestavěného prostoru 401–600 m³, 601–800 m³, 801–1 000 m³ a nad 1 000 m³. Naopak ve velikostní kategorii do 400 m³ jsou dřevostavby mírně dražší. V případě přepočtu na jednotkovou cenu vztaženou k obestavěnému prostoru vychází dřevostavby ve všech velikostních kategoriích levněji. Autoři upozorňují, že právě jednotka, ke které je vztažena jednotková cena (m², nebo m³) je při sledování trendů vývoje ceny silným nástrojem. [59]

Srovnání realizačních cen staveb na bázi dřeva a keramických systémů z roku 2011 porovnává pořizovací náklady na stavbu řadového rodinného domu a samostatně stojícího rodinného domu. Na straně jedné stojí stavební systém z keramických tvarovek, na straně druhé pak difúzně uzavřená skladba dřevěné skeletové konstrukce. Z hlediska pořizovacích nákladů vychází levněji stavba dřevostavby, a to v průměru o 11 %. Vzhledem k subtilnější konstrukci obvodových stěn má dřevostavba také větší podlahovou plochu, a to v průměru o 10 %. [4]

4.2 OSTATNÍ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ POŘIZOVACÍ NÁKLADY RD

Z literární rešerše vyplývá, že zde existuje značné množství faktorů, které ovlivňují pořizovací náklady na rodinné domy. Komplexní výzkum, který by zohlednil všechny faktory, v současné době není k dispozici. Pro identifikaci těch nejvýznamnějších faktorů byly analyzovány výzkumy s tematikou predikčních modelů zaměřených na prvotní odhady nákladů ve fázi předinvestiční. K opakovaně ověřeným faktorům pro predikční modely patří velikost objektu (užitná plocha), úroveň vybavení (standardní/nadstandardní), cenová úroveň povrchů (obklady, dlažby a jiné podlahové krytiny), ale také tvar střechy a tvar samotné budovy. [60], [61], [62] Právě tvaru budovy a počtu podlaží je věnován následný detailnější rozbor dostupné literatury.

Prokop provedl detailní analýzu trhu dřevostaveb z hlediska nákladů v závislosti na konstrukční variantě dřevostaveb. Potvrzuje v oceňovací praxi zažité pravidlo, že cena za zvolenou jednotku klesá v závislosti se zvyšující se velikostí stavby. Zároveň je z publikovaných grafů patrná nevhodnost používání jednoho rozpočtového (cenového) ukazatele pro všechny typy dřevostaveb bez rozlišení velikosti a konstrukčního systému. [63]

Také Wang et al poukazuje na skutečnost, že tvar budovy významně ovlivňuje nejen její energetickou náročnost (a tím náklady celého životního cyklu), ale právě i pořizovací náklady budovy. [64] To potvrzuje také Belniak et al na základě rozsáhlé rešerše dalších studií a vlastního

výzkumu. [65] Právě ve svém výzkumu uvádí, že optimálním tvarem budovy je obdélník o poměru stran 1:2. A zároveň autoři upozorňují, že každé zvýšení poměru mezi plochou stěn a plochou podlahy přináší navýšení pořizovacích nákladů. K problematice dopadu tvaru budovy na její pořizovací náklady uvádí také Seeley „Čím jednodušší je tvar budovy, tím nižší je také jednotková cena“. [66] V souvislosti s dřevostavbami je třeba také uvést, že právě jednou z výhod dřevostaveb je větší podlahová plocha. To je dáno subtilnější obvodovou konstrukcí dřevostaveb, při zachování stejných tepelně-technických parametrů. [67] Čímž může být ovlivněna právě výsledná jednotková cena, je-li zvolena v závislosti na velikosti užité plochy.

4.3 VLIV MATERIÁLOVÉ BÁZE NA CENU RODINNÝCH DOMŮ

Materiálová báze stavby nepatří k nejvíce diskutovaným cenotvorným faktorům pro tržní hodnotu, resp. cenu obvyklou rodinných domů. Z hlediska významnosti je dalece zastíněna lokalitou, velikostí rodinného domu či příslušenstvím. [68] Nicméně někteří autoři právě materiálovou bází stavby považují za cenotvorný faktor. Autoři výzkumu na cenotvorné faktory ve Slovinsku uvádí, na základě dotazníkového šetření mezi autorizovanými realitními makléři, odhadci a realitními agenty, že právě materiál stavby patří k cenotvorným faktorům, byť s nízkou významností. [69] Na základě ostatních studií uvádí vliv materiálové báze stavby jako cenotvorný faktor také autoři z Litvy. [70]

4.4 NÁKLADY ŽIVOTNÍHO CYKLU STAVEB ¹

Náklady životního cyklu budov, life cycle cost, často uváděné pod zkratkou LCC, je ekonomicko-technická metoda pro hodnocení investičních variant s ohledem na délku analyzovaného období, resp. životní cyklus investice. Metoda nákladů životního cyklu, **dále jen „LCC“**, se tak často používá právě jako rozhodovací metoda. Dále tato metoda informuje o provozních nákladech a jejich rozložení v čase, čímž je umožněno jejich plánování. Samotný pohled na celý životní cyklus také poskytuje možnost optimalizace. Značnou výhodou metody LCC je, že se rozhodovací proces neopírá pouze o prvotní (investiční) náklady, ale zohledňuje i náklady vydané v budoucnosti, resp. v průběhu celého životního cyklu. [24], [71] Metoda LCC je jednou z možností, jak dodržet zásadu 3E, tedy splnění požadavku hospodárnosti, efektivity a účelnosti u investic obecně. [17] První použití pro hodnocení LCC u budov se datuje do 60. let. [72]

Definice metody LCC lze v odborné literatuře nalézt mnoho, v principu je lze vyjádřit jako: LCC je součtem všech nákladů vynaložených na pořízení, provoz, údržbu a likvidaci stavby v průběhu celého životního cyklu stavby, diskontovaným na současnou hodnotu a lze jej zapsat vzorcem:

¹ Převzato ze skript *Financování a investice v nemovitostech*, Cupal, Hrdlička, – plánované vydání 11/2022.

$$LCC = \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i} \quad (3)$$

C_i – roční náklad v jednotlivých letech a fázích životního cyklu v Kč

r – diskontní sazba v %/100 %

i – rok hodnocení od 0 po n

n – délka hodnoceného období v letech. [17], [73]

Délka analyzovaného období

Volba délky analyzovaného období patří k podstatným krokům celé analýzy LCC. Délka analyzovaného období nemusí vždy pokrývat celý životní cyklus budovy, vždy záleží na konkrétním účelu analýzy. [73], [74] Pro volbu délky analyzovaného období platí několik zásad a doporučení. Předně, délka zvoleného životního cyklu by neměla přesahovat dobu 100 let. [73] Dále je možné reflektovat konkrétní smluvní závazky, například z důvodu financování. Jak uvádí Langston, [72] délka analyzovaného období se může odvíjet od finančních zájmů investora/vlastníka, tedy po dobu, kdy přináší investorský užitek a také po dobu, kdy stavba (věc) plní svůj účel.

Autoři několika studií zabývajících se LCC, bez ohledu na geografii, v oblasti rezidenčních staveb často volí časové rozmezí 50 a 60 let. [71], [75], [76], [77] V prostředí USA se tématu věnoval Aktas et al a na základě výzkumu doporučuje pro residenční stavby používat délku analyzovaného období 61 let. [77] U analýz LCC, kde je kladen důraz na technologie ve stavbě (např. vytápění, ohřev TV), se volba analyzovaného období tak odvíjí od předpokládané životnosti těchto zařízení. Autoři studie se zaměřením na různé způsoby vytápění rodinného domu ve dvou materiálových variantách (dřevo/cihla) v Polsku zvolili délku analyzovaného období 25 let. [78]

Tab. č. 6 Informativní návrhová životnost. [79]

Kategorie návrhové životnosti	Informativní návrhová životnost (v letech)	Příklady
1	10	Dočasná konstrukce
2	10 až 25	Vyměnitelné konstrukční části, např. jeřábové nosníky, ložiska
3	15 až 30	Zemědělské a obdobné stavby
4	50	Budovy a další běžné stavby
5	100	Monumentální stavby, mosty a jiné inženýrské stavby

Konstrukce nebo jejich části, které mohou být demontovány s předpokladem dalšího použití, se nemají považovat za dočasné.

Ruku v ruce s tématem volby délky analyzovaného období jde také téma fyzické životnosti staveb. Životnost především dřevostaveb je v odborné komunitě diskutované téma. S ohledem na řešené téma rozdílnosti materiálové báze, je čerpáno také z Vyhlášky k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška) 441/2013 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Vyhláška uvádí předpokládanou životnost rodinných domů se zděnými, betonovými a ocelovými svislými nosnými konstrukcemi 100 let. U ostatních druhů konstrukcí (tedy i dřevostaveb) se předpokládá životnost 80 let. V obou případech je tato životnost předpokládána při pravidelné údržbě. [13] Naopak pro potřeby návrhu konstrukcí ČSN EN 1990 uvádí pro běžné stavby návrhovou životnost 50 let. [79]

Fáze životního cyklu

Fáze životního cyklu budovy lze členit do 3 základních dílčích fází. V rámci zaužívaných zvyků však lze v literatuře najít i další typy členění v různé podrobnosti fází. Prvotní fází je fáze pořízení, kterou lze rozdělit na fázi **předinvestiční** a fázi **investiční**. V obecné rovině se jedná právě o přípravu investičního záměru a jeho realizaci. Tato fáze pak končí předáním budovy do užívání. Předinvestiční fáze typicky obsahuje náklady na studie proveditelnosti, přípravné práce, architektonické studie a obecně první impuls k samotné investici. Investiční fáze pak zahrnuje zpracování potřebné dokumentace a samotnou výstavbu objektu. Nejdelší částí LCC analýzy je pak **provozní** fáze. Ta obsahuje veškeré náklady spojené s dodávkou médií (teplo, vodné, stočné, elektřina, plyn aj.) a dále náklady na údržbu a opravy budov (běžná údržba, revize zařízení, výměna dožilých prvků a technologií stavby aj.). V závěrečné fázi, tedy fázi spojené s ukončením životního cyklu, se pak jedná o **odstranění stavby**, alternativně vyklizení stavby a pokračování nového životního cyklu. [24], [73]



Obr. č. 2 –Schéma jednotlivých fází životního cyklu budov, vlastní zpracování na základě dílčích obrázků [www.flaticon.com]

Volba diskontní sazby

Volba diskontní sazby patří k významné vstupní informaci do analýzy LCC, kterou se do problematiky vnáší časová hodnota peněz. Diskontní sazbu lze stanovit na základě několika přístupů, základní přístupy uvádí literatura:

- náklady na kapitál s přírážkami na rizika [80];
- úrokové sazby alternativní investice z pohledu investora [81];

- oportunitní náklady na kapitál [82];
- diskontní sazby doporučené konkrétním předpisem, např. dotační tituly [17];
- očekávaný výnos investice; [73]
- vnitřní výnosové procento (IRR). [20]

Současně je v rámci volby diskontní sazby možné uvažovat vliv inflace, což ovlivňuje určení jednotlivých nákladů. Jedná se o dva základní přístupy.

- Nominální diskontní sazba – predikce inflace je zahrnuta do plánovaných nákladů v jednotlivých letech.
- Reálná diskontní sazba – budoucí náklady jsou uvažovány v současných cenách, inflace se pak uvažuje samostatně.

Vzhledem k dlouhé životnosti staveb je náročné predikovat vývoj inflace na desetiletí dopředu, u LCC staveb odborná literatura doporučuje přiklonit se k použití reálné diskontní sazby a reálným nákladům. [24]

4.4.2 LCC s důrazem na vliv materiálové báze

Slovenská studie zabývající se analýzou LCC a LCA referenčního objektu rodinného domu komparuje rodinný dům ve dvou materiálových variantách – dřevostavba a zděný rodinný dům. Diskontní sazba pro hodnocení LCC je uvažována variantně v hodnotách 1 %, 3 % a 5 %. Analyzované období je zvoleno 50 let. **Náklady na provozní fázi jsou uvažovány shodně pro obě varianty, stejně jako náklady na údržbu a opravy**. Významný rozdíl je uvažován u nákladů na ukončení životního cyklu, tedy demolici budovy. Rozdíl zde činí 9 810 EUR v budoucí hodnotě. Celkové náklady životního cyklu jsou pak nižší u dřevostavby a to o 17 %. [5]

Autoři studie z Litvy provedli analýzu LCC pro modelový rodinný dům o velikosti 81 m², kompaktního tvaru navržený jako energeticky úsporný ve 3 materiálových variantách. Přesněji tedy zděnou stavbu s kontaktním zateplovacím systémem, srub a dřevěnou rámovou konstrukci doplněnou tepelnou izolací z minerální vlny. Autoři uvádí, že analyzované varianty dosahují téměř stejných nákladů životního cyklu s rozdílem do 3 %. Délka analyzovaného období byla zvolena 100 let. Zároveň upozorňují na význam technických systémů ve stavbě (ohřev teplé vody, vytápění), které v sumě nákladů životního cyklu pokrývají 54–56 % nákladů. [7]

V rámci porovnání LCC a LCA pěti různých materiálových variant obvodové konstrukce stěn u modelového rodinného domu o velikosti 115 m² autoři zohledňují také dopady pravidelných záplav. Jednou z posuzovaných variant je však analýza LCC bez záplav, modelována pro období 50 let. Z porovnání vyplývá, že z hlediska nákladů životního cyklu je nejlevnější dřevěná stěna (205 010 RM), naopak k nejdražším patří betonová prefabrikovaná stěna, doplněna ETICS (264 112 RM). Pro zděnou variantu z tvárnic pak LCC odpovídá 228 740 RM.² [9]

² RM je lokální měna

V kontextu porovnání dvou materiálových bází bylo provedeno také porovnání LCC pro 20 rodinných domů v Austrálii. Je porovnáno 10 dřevostaveb s dřevěným obkladem a 10 rodinných domů označených jako „zděné domy“. Nicméně se jedná o dřevěnou konstrukci doplněnou zděnou přízdívkou z vnější strany. Dřevostavby s dřevěným opláštěním jsou z pohledu LCC o 2 % levnější jak dřevostavby se zděnou přízdívkou. Významnou roli zde hraje údržba dřevostaveb s dřevěným obkladem, ta je o 26 % vyšší, jak u dřevostavby se zděnou přízdívkou ve sledovaném období 50 let. [8]

4.4.3 Rozdílnost provozní fáze dle materiálové báze rodinných domů

S ohledem na nutnost řešení provozní fáze rodinných domů, jakožto nedílné součásti analýzy LCC, byla provedena analýza již provedených analýz LCC s důrazem na provozní fázi.

V rámci analýzy LCC referenčního rodinného domu ve dvou materiálových variantách – dřevostavba a zděný rodinný dům – autoři uvažují shodné náklady na vytápění, ohřev vody a chlazení. Stejně tak uvažují shodnou roční sumu pro tvorbu fondu oprav, bez rozlišení materiálové báze. Částka odpovídá 0,25 % z pořizovacích nákladů za rok. [5] Podobný závěr lze usuzovat z Litevské analýzy LCC pro tři různé materiálové varianty rodinného domu. Ani zde se neuvažují výrazně rozdílné náklady na provozní náklady, vč. údržby pro zděný rodinný dům srub a dřevěnou rámovou konstrukci. Pro zděný rodinný dům jsou uvažovány náklady na provoz a údržbu ve výši 1 653 EUR/m²/100 let, pro srub pak 1 669 EUR/m²/100 let a 1 673 EUR/m²/100 let pro dřevěnou rámovou konstrukci. Což v konečném důsledku činí odchylku 1,2 %. [7] Další analýza LCC, zabývající se porovnáním modelového domu ve 4 materiálových variantách předpokládá, že provozní náklady pro všechny varianty, srovnatelné, co do tepelně technického hlediska, jsou shodné. [83] Zároveň byl pozorován přístup, kdy na základě předpokladu shodných nákladů byly provozní náklady posuzovaných variant vynechány. [8]

Obecně platí, že údržba objektu by neměla být opomíjena, především z důvodu předcházení rozvoje vad a poruch, předcházení případných havárií i rozsáhlejších škod a udržování objektu v provozuschopném stavu. [82]

V českých poměrech je pak přínosná případová studie, která shrnuje náklady na údržbu a opravy rodinného domu typu OKAL (dřevostavby) za 35 let užívání. [84] Z hlediska charakteru nákladů na opravy se v drtivé většině jedná o zásahy vynucené vyšší energetickou úsporností (nová okna, dveře, zateplení fasády) nebo dožití stávajících prvků (vrata, skladba balkonu). **Nejedná se však o investice vyvolané materiálovou bází rodinného domu, např. zásah do dřevěné nosné konstrukce.**

5 METODOLOGIE

Základem disertační práce je sestavení databáze (dále jen „primární databáze“) rodinných domů v různých konstrukčních a materiálových variantách vč. cenových informací a charakteristik stavby (velikost, vybavení, aj.). K sestavení databáze budou **využity nabídkové ceny rodinných domů na klíč**. Argumentace této volby je provedena dále, stejně jako detailní popis sběru a rozsahu dat.

V následujících odstavcích jsou rámcově popsány použité metody. Konkrétní postupy výpočtů a použitých vstupních informací jsou vedeny v kapitole metody č. 7.

5.1 PŘÍMÉ POROVNÁNÍ

Jako podpůrná metoda je použito přímé porovnání nabídek na výstavbu v různých materiálových bázích. Z primární databáze jsou selektovány nabídky jedné stavební společnosti na dodání rodinného domu v různých materiálových bázích, ve stejném stupni vybavení (vytápění, cena povrchů, tvar střechy aj.). Nabídky jsou dále hodnoceny běžnými statistickými metodami.

5.2 ODHAD POŘIZOVACÍCH NÁKLADŮ

Rodinné domy z databáze jsou oceněny pomocí dostupných rozpočtových ukazatelů. K ocenění jsou využity cenové ukazatele spol. RTS. Rodinné domy jsou rovněž oceněny také nákladovou metodou v souladu s oceňovací vyhláškou č. 441/2013 Sb. ve znění k datu 1. 3. 2020. K pořizovacím nákladům jsou přičteny také náklady na projektovou dokumentaci. Stanoveny jsou:

- odhad pořizovacích nákladů rodinných domů, dle cenových ukazatelů vč. nákladů na projektovou dokumentaci;
- odhad pořizovacích nákladů rodinných domů, dle oceňovací vyhlášky;
 - koeficientu vybavení $K_4 = 1$;
 - individuální určení koeficientu vybavení K_4 .

V další fázi je provedena komparace odhadu nákladů s investičními náklady, vycházející z nabídkových cen. Komparací bude stanoven rozdíl příslušných rozpočtových ukazatelů a jejich vyhodnocení, což vede k posouzení relevance jejich použití a také zjištění vztahu mezi nákladovým oceněním a nabídkovými cenami na rodinné domy na klíč, resp. investičními náklady rodinných domů. Stanoveny jsou jednotkové investiční náklady JIN v následujícím členění:

- JIN přízemní zděné rodinné domy ($K\check{c}/m^3$, $K\check{c}/m^2$);
- JIN přízemní rodinné domy – dřevostavby ($K\check{c}/m^3$, $K\check{c}/m^2$);
- JIN dvojpatrové zděné rodinné domy ($K\check{c}/m^3$, $K\check{c}/m^2$);
- JIN dvojpatrové rodinné domy – dřevostavby ($K\check{c}/m^3$, $K\check{c}/m^2$).

5.3 KVANTITATIVNÍ METODY

Data ze sestavené primární databáze jsou vyhodnoceny za pomoci statistických metod k identifikaci základních faktorů, které ovlivňují výši investičních nákladů rodinných domů. Za tímto účelem je využito lineárních mnohorozměrných regresních modelů, zobecněných mnohorozměrných regresních modelů, párových testů pro hlavní faktory ovlivňující výši investičních nákladů a dále korelační analýza (druhy korelací dle typu proměnných), analýza rozptylu ANOVA.

Regresní analýza ³

Databáze dále specifikované jsou hodnoceny pomocí regresní analýzy. Ta představuje často používaný nástroj pro odhad veličiny (závislé proměnné, vysvětlované proměnné) na základě znalosti jiných veličin (nezávislé proměnné, vysvětlující proměnné, regresory). Nejčastěji se přitom vychází z předpokladu lineárního funkčního vztahu jednotlivých regresorů vůči závislé proměnné, jde tedy o tzv. lineární regresní model. Lineární regresní model by měl být vhodný typ statistického modelu pro získání odhadu spojitě závislé proměnné (např. cena, investiční náklady aj.). Nejběžnější, avšak zároveň nejjednodušší, způsob odhadu je pomocí tzv. OLS (Ordinary Least Squares) estimátoru. Tato odhadovací technika však funguje v případě splnění Gauss-Markovových předpokladů. Jelikož je zpravidla regresorů více než jeden, jedná se o mnohorozměrný lineární regresní model, přičemž vysvětlovaná proměnná zůstává jedna. OLS estimátor pak může být nejlepší lineární aproximací pouze za splnění tzv. Gauss-Markovových předpokladů. [85], [86], [87]

Dále jsou vybrané databáze testovány pomocí GLM (log link fce). Jedná se o přesnější metodu oproti OLS, neb dochází ke generalizaci běžné lineární regrese. Rozšiřuje obecný lineární model tak, že závislá proměnná je lineárně vztažena k faktorům a kovariuje prostřednictvím zadané link funkce. [88]

Součástí hodnocení modelů GLM je také posouzení AIC a BIC. Akaikeho informační kritérium (AIC) a bayesovské Schwarzovo informační kritérium (BIC) představují kritéria, díky kterým je možné stanovit vhodnost a přesnost modelu. Přičemž platí pravidlo, čím nižší hodnoty kritérií jsou, tím je model vhodnější. [85], [86], [87]

Dále jsou provedeny korelační analýzy přes jednotlivé dílčí databáze. Využito je:

- Pearsonova korelace;
- Spearmanova korelace;
- Cramerova korelace;
- Kendalova korelace.

³ Metodologie převzata z článku JANDÁSKOVÁ, T.; HRDLIČKA, T.; KOMOSNÁ, M.; CUPAL, M.; KERVITCER, M. *Cenotvorné faktory u rodinných domů v okrese Brno-venkov. Soudní inženýrství, 2021, roč. 32, č. 1, s. 22-29. ISSN: 1211-443X*

Pearsonova korelace indikuje lineární vztah mezi dvěma poměrovými proměnnými; Spearmanova hodnostní korelace udává závislost i pro ordinální data a bez předpokladů spojitě a normálně distribuované proměnné. Kendallovo τ měří korelaci pořadí mezi proměnnými i s jednodušší interpretací. Spearmanova hodnostní korelace a Kendallovo τ byly použity hlavně kvůli převládajícím korelacím mezi fiktivní a spojitou proměnnou.⁴

ANOVA

ANOVA (Analysis of variance, analýza rozptylu) patří k lineárním statistickým modelům, kde vysvětlující proměnné jsou faktory. Zkoumané proměnné Y jsou vždy kvantitativní. Úkolem analýzy je pak porovnat úroveň měřitelné proměnné v různých skupinách. Variabilita proměnné Y v různých skupinách může odpovídat náhodnému kolísání nebo je zapříčiněna právě odlišující faktor, resp. proměnná je příčinou faktor odlišující skupiny. Pozorovaný rozptyl je pak rozložen na složky odpovídající různým zdrojům variability ve vazbě na vysvětlující proměnné. [89]

5.4 POSOUZENÍ NÁKLADŮ NA KONSTRUKCE V PRŮBĚHU ŽIVOTNÍHO CYKLU STAVBY LCC S DŮRAZEM NA KONSTRUKCE

Jednotlivé zkoumané rodinné domy jsou posouzeny také z hlediska nákladů, které jsou vynaložené v souvislosti s konstrukcí stavby v průběhu životního cyklu, dále jen „LCC–KCE“. Jedná se tedy o náklady investiční, náklady na údržbu a náklady na likvidaci stavby. Vzhledem k orientaci práce na nákladové oceňování nemovitých věcí se autor zaměřuje především na náklady spojené s životním cyklem samotných konstrukcí rodinných domů. Záměrně tak není uvažováno posouzení nákladů životního cyklu (LCC) v plném rozsahu. Dílčí náklady dle fází jsou stanoveny základě různých přístupů, viz dále. Podrobný popis výpočtů je pak uveden v kap. č. 7 Metody, vč. komentáře k určení diskontní sazby a délky životního cyklu.

- Investiční náklady (primární databáze);
- provozní náklady na vytápění, ohřev TV (uvažováno shodně);
- náklady na údržbu (stanoveno procentní sazbou);
- demoliční náklady (stanoveno propočtem);
- likvidační náklady (stanoveno propočtem).

⁴ *Problematika publikována: HRDLIČKA, T.; CUPAL, M.; KOMOSNÁ, M. Wood vs. brick: Impact on investment costs of houses. Journal of Building Engineering, 2022, roč. 49, č. 1, s. 1-9. ISSN: 2352-7102.*

6 DATA

V následující kapitole jsou popsána data, na základě, kterých jsou naplněny stanovené cíle. Vstupní data jsou tak členěna dle vymezených dílčích cílů v kapitole 2.

6.1 PRIMÁRNÍ DATABÁZE NABÍDKOVÝCH CEN RODINNÝCH DOMŮ

Databáze obsahuje 1 520 nabídek na výstavbu **typových rodinných domů na klíč** od 38 různých stavebních společností, které nabízí výstavbu rodinných domů na klíč. Stavební společnosti zařazené do databáze jsou vybrány náhodně, jedná se tak o stavební společnosti různé velikosti a kapacit. Ve většině případů byla zahrnuta kompletní nabídka společností, v případě nadměrné nabídky je zahrnut stejný počet přízemních a vícepodlažních rodinných domů, stejně jako domů do 100 m² a nad 100 m² užitné plochy.

Databáze byla sestavena v období červen 2019 až březen 2020. Všechny nabídkové ceny a použité standardy byly aktualizovány do shodné úrovně, a to v období únor až březen 2020. V mezidobě sběru dat řada stavebních společností ukončila svou činnost, a tak více jak 500 dalších nabídek bylo vyřazeno z databáze. Ukázka nabídky rodinného domu je patrna z obr. č. 3

The screenshot shows a website interface for a house model named 'PICCOLO'. The main image is a 3D rendering of a modern bungalow with a white facade and a dark roof. To the right of the image, there are navigation icons for different roof types: 'Plochá', 'Pultová', 'Sedlová', and 'Valbová'. Below these, it specifies 'POČET MÍSTNOSTÍ 3+KK'. The pricing section shows a total utility area of 61,96 m² and a built-up area of 78,00 m². The total price is 2 372 000 Kč including VAT (DPH), with a monthly payment option starting from 7 973 Kč. A button at the bottom says 'NEZÁVAZNĚ POPTAT DŮM'.

Obr. č. 3 – Ukázka na výstavbu rodinného domu na klíč. [www.haas-fertigbau.cz]

Do databáze jsou zahrnuty pouze kompletní nabídky na výstavbu rodinných domů na klíč, u kterých je možné rozlišit specifikaci stavby, ukázka viz obr. č. 4. Z důvodu porovnatelnosti užitných parametrů staveb jsou zahrnuty stavby pouze v podobném energetickém standardu. Vyloučeny tak jsou energeticky pasivní či aktivní domy. Vzhledem k nízké výstavbě rodinných domů z CLT panelů, roubenek a srubů nejsou tyto technologie zohledněny v sestavené databázi. Jedná se tak o databázi zděných rodinných domů a dřevostaveb, vystavěné panelovou

či stavební montáží. Rozsah zahrnutých konstrukčních systémů rodinných domů je patrný z obr. č. 5.

Rozsah prací a dodávek – STANDARDNÍ PŘEVODENÍ

Od horní hrany spodní stavby, platnost od 16.3.2020 (Model 1/2020)

RODINNÝ DŮM – STAVBA NA KLÍČ

Tento „Rozsah prací a dodávek“ popisuje rodinný dům HAAS FERTIGBAU v základním stupni standardního dokončení: „STAVBA NA KLÍČ“. Provedení stavby HAAS FERTIGBAU je v souladu se stavebními normami a předpisy platnými v době uzavření smlouvy o dílo na výstavbu rodinného domu HAAS FERTIGBAU.



besser bauen.

1. Obvodové stěny Thermo-Protect PREMIUM - G (320,0 mm) minerální izolace, vytvářející tepelně a zvukově izolační jádro

Složení stěn zevnitř ven:

- 12,5 mm vymletá sádrokartonová deska
- 12,0 mm OSB deska
- Klima-kontroll membrána
- 200,0 mm masivní nosná dřevěná konstrukce
- (2x100 mm) desky minerální vlny, vytvářející tepelně a zvukově izolační jádro
- 12,0 mm OSB deska
- 100,0 mm tepelně izolační desky stabilizované pěnové hmoty použité jako přídatné zateplení a podklad omítky
- 4,0 mm ručně nanášená dvouvrstvá vyztužená organická omítká ST0 bílá nebo barevně tónovaná dle palety HAAS FERTIGBAU

Na přání objednatelů a proti cenovému navýšení může být vnější omítká provedena v různých povrchových strukturách s různou barevnou úpravou.

2. Vnitřní stěny

Složení stěn:

- 12,5 mm vymletá sádrokartonová deska
- 12,0 mm OSB deska
- 92,0 mm masivní nosná dřevěná konstrukce (u stěn s instalacemi případně v tl. 140 mm)
- (70,0 mm) desky minerální vlny, vytvářející tepelně a zvukově izolační jádro
- 12,0 mm OSB deska
- 12,5 mm vymletá sádrokartonová deska

3. Spojení stěnových panelů

Všechny stěny jsou vzájemně spojeny speciálními vruty, které zajišťují dokonalou stabilitu stěn a jejich vzájemnou polohu.

4. Kotvení ke spodní stavbě a izolace proti vlhkosti

Složení střešního pláště shora dolů (platí pouze pro rodinné domy HAAS FERTIGBAU s dokončeným podkrovím):

- betonová střešní krytina hladká BRAMAC (v červeném nebo černém barevném provedení)
- 30,0 mm dřevěné latování impregnované
- 30,0 mm dřevěné kontralatování impregnované
- díluzní fólie
- 240,0 mm masivní nosná dřevěná konstrukce
- (240,0 mm) desky minerální vlny, vytvářející tepelně a zvukově izolační jádro
- 80,0 mm podhledové latování
- (80,0 mm) desky minerální vlny, vytvářející tepelně a zvukově izolační jádro
- Klima-kontroll membrána
- 12,5 mm vymletá sádrokartonová deska

Provedení střešní konstrukce u jednopodlažních rodinných domů HAAS FERTIGBAU typu bungalov je popsáno v předchozím bodu „5. Stropní konstrukce“.

Na přání objednatelů a proti cenovému navýšení může být sklon střešních rovin upraven.

Na přání objednatelů a proti cenovému navýšení může být střešní krytina dodána v jiném materiálovém nebo barevném provedení nebo s jinou povrchovou úpravou.

Standardní střešní přesahy na straně okapové: cca 650 mm
Standardní střešní přesahy na straně štítové: cca 350 mm
Střešní přesahy jsou obloženy smrkovými palubkami.

6. Střešní konstrukce

9. Zasklení oken a balkónových (terasových) dveří

Všechna okna a balkónové a (terasové) dveře jsou zasklena kvalitním značkovým tepelně izolačním trojsklem. Vnitřní skleněná okenní výplň v koupelně a WC je v ornamentní struktuře dle palety HAAS FERTIGBAU.

10. Střešní okna

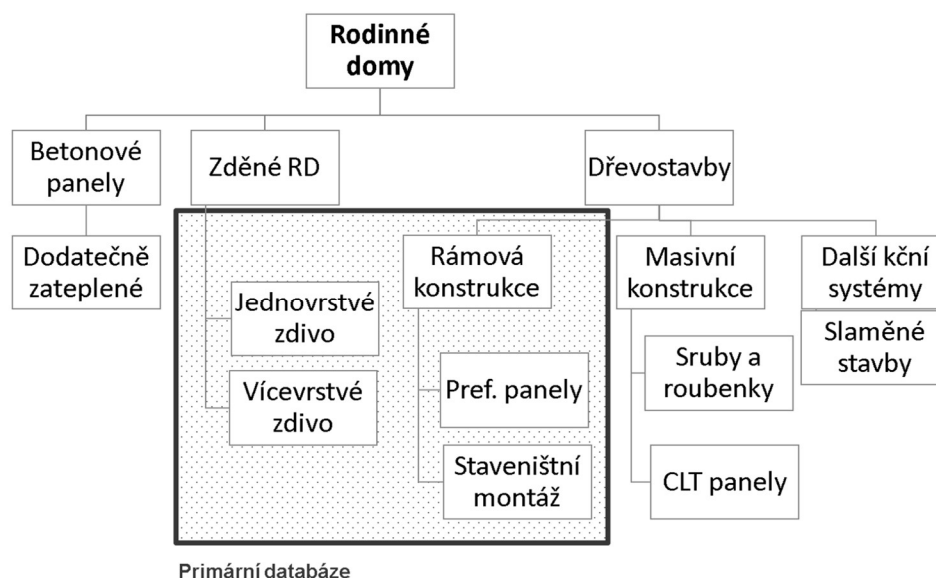
Domy vybavené střešním oknem: střešní okno křivé, nízkoenergetické s trojsklem.

11. Hlavní vstupní dveře

Vstupní dveře s plnou plastovou výplní v bílé barvě, s obvodovým vnějším rámem i s rámem křídla v plastovém provedení, s bezpečnostním kováním a klikou se štítkem zámku v provedení z povrchově upraveného hliníku.

Na přání objednatelů a proti cenovému navýšení mohou být hlavní vstupní dveře provedeny v různém tvarovém, materiálovém a bezpečnostním provedení.

Obr. č. 4 – Ukázka standardu pro rodinné domy spol. HAAS. [www.haas-fertigbau.cz]



Obr. č. 5 – Schema běžných konstrukčních systémů rodinných domů s řešenou podmnožinou.

[vlastní]

6.1.1 Volba nabídkových cen

Nabídkové ceny byly zvoleny z několika důvodů. Prvním důvodem byla dostupnost velkého množství vzorků, což umožňuje sestavení rozsáhlé databáze. Důvodem použití nabídkových cen je skutečnost, že takové ceny reflektují trh samotný. Nejedná se tak o teoretický propočet cen na základě cenové soustavy ani použití rozpočtových ukazatelů pro rychlé propočty pořizovacích nákladů. U novějších a méně často používaných technologiích právě informace o cenách jednotlivých konstrukcí mohou chybět. Dále pomocí nabídkových cen lze stanovit, do jaké míry na nové technologie reaguje stavební trh, respektive jakým způsobem jsou tyto náklady uplatnitelné na stavebním trhu v kontextu porovnání s tradičními technologiemi.

V neposlední řadě je výhodou použitých nabídek na výstavbu rodinných domů na klíč zařazení typových řešení (katalogových domů), čímž vzniká databáze obsahující homogenní prvky vzhledem k standardu vybavení i základových konstrukcí, které se mohou v závislosti na lokalitě stavby významně lišit. Do databáze tak nevstupují stavby o vysokém standardu vybavení, ani složité základové poměry, které by mohly zastínit ostatní faktory, které ovlivňují náklady na jejich výstavbu.

Z hlediska terminologie v oblasti oceňování nemovitostí odpovídají použité nabídkové ceny sumě peněz, za kterou lze daný rodinný dům pravděpodobně pořídit s ohledem na čas a účastníky transakce na daném segmentu trhu. V kontextu nákladového oceňování pak lze cenu připodobnit náklady ze souhrnného rozpočtu. Obsahují totiž náklady na stavbu samotnou, vedlejší náklady, náklady na projektovou dokumentaci aj. Z pohledu investora se pak jedná o investiční náklady, stanovené na základě tržních dat. **Z tohoto důvodu jsou tyto ceny dále označovány jako investiční náklady, případně jako investiční náklady stanovené na základě tržních dat.**

Jedná se o investiční náklady na nové stavby. **Zcela je tak vyloučeno opotřebení.** S jistým nadhledem lze říci, že je určena nákladová hodnota, ke dni dokončení stavebního díla. Zároveň investiční **náklady nejsou zatíženy lokalitou.** Teoreticky tak lze stavby umístit kdekoli na vhodný pozemek.

6.1.2 Chybějící data k jednotlivým nabídkám

Projektová dokumentace

Z důvodu zahrnutí také projektové dokumentace u některých nabídek na výstavbu rodinných domů na klíč (typové řešení) je cena projektové dokumentace doplněna u nabídek, kde projektová dokumentace nebyla součástí nabízené ceny. Cena projektové dokumentace byla stanovena na základě porovnání s nabídkami stavebních firem na dodání projektové dokumentace ke stavbě rodinného domu na klíč.

Tab. č. 7 Cena projektové dokumentace. [vlastní]

Společnost	Cena za PD vč. DPH [Kč]
Spirax	34 600
MS-hause	63 900
Pasivtech	29 000
G-servis	32 000
Průměr	39 875

Základová konstrukce

Obdobně je pak postupováno v případě, že u jednotlivých nabídek je chybějící základová konstrukce. Cílem je porovnat vždy nabídkovou cenu na kompletní a funkční rodinný dům. U základových konstrukcí je předpokládáno jednoduchých základových podmínek a rovinnatého terénu. Náklady na vybudování základové konstrukce jsou uvažovány ve dvou velikostních kategoriích, a to pro domy se zastavěnou plochou do 75 m² a nad 75 m². Příslušná jednotková cena je pak v součinu se zastavěnou plochou přičtena k nabídkové ceně u nabídek bez základové konstrukce.

Tab. č. 8 Cena základové desky o velikosti nad 75 m². [vlastní]

Společnost	Cena základové konstrukce vč. DPH [Kč]	Plocha základové konstrukce [m ²]	Jednotková cena [Kč/m ²]
NEAT houses	433 760	148	2 931
MS-haus	455 860	149	3 059
Vexta	454 000	167	2 723
Atrium	320 000	100	3 200
Rovax	304 320	120	2 536
Stavex	320 000	100	3 200
Průměr			2 942

Tab. č. 9 Cena základové desky o velikosti do 75 m². [vlastní]

Společnost	Cena základové konstrukce vč. DPH [Kč]	Plocha základové konstrukce [m ²]	Jednotková cena [Kč/m ²]
NEAT houses	210 195	55	3 794
MS-haus	205 735	62	3 318
Vexta	301 000	61	4 975
Atrium	240 000	75	3 200
Průměr			3 822

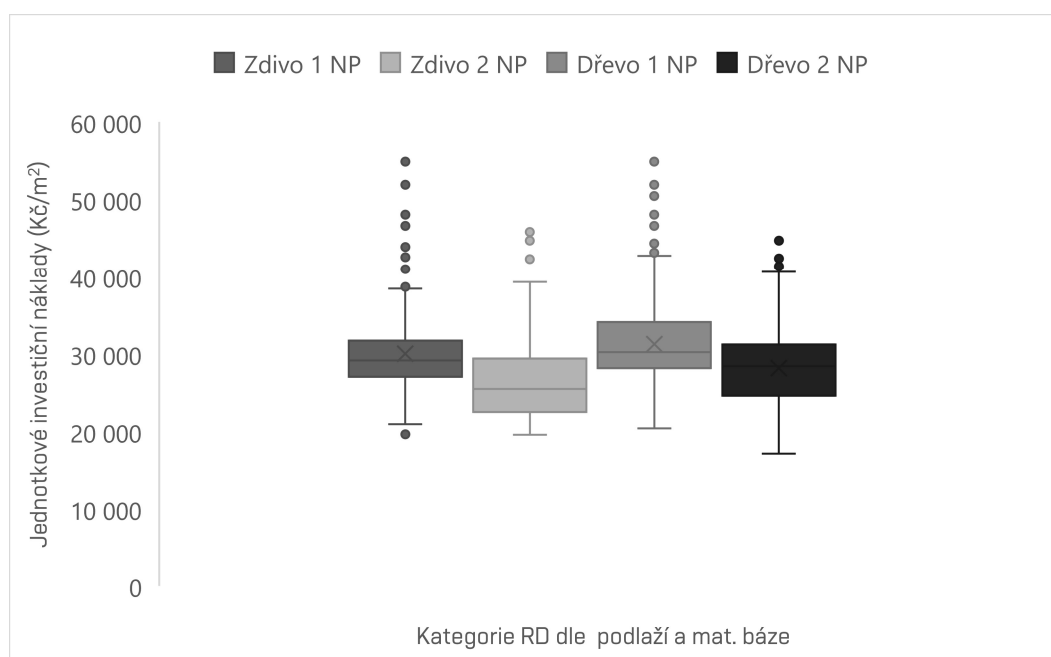
Ostatní

Ostatní chybějící vlastnosti staveb byly doplněny dle standardu ostatních dodavatelů. V žádném případě se však nejednalo o podstatné vlastnosti rodinných domů, jako konstrukční systém, cena, velikost aj.

Všechny tyto datové předpoklady a případné dopočty chybějících položek vedly k tomu, že databáze takto vykazuje vydatný potenciál prostřednictvím homogenizace dat pro šetření faktorů vysvětlujících investiční náklady a také posouzení obou materiálových bází.

6.2 POPISNÁ STATISTIKA Z PRIMÁRNÍ DATABÁZE

Primární databáze obsahuje 1 520 vzorků rodinných domů. Dále jsou uvedené základní statistické číselné charakteristiky databáze. Na základě dosaženého variačního koeficientu lze usuzovat, že se jedná o konzistentní data. Dle grafického zobrazení jsou pak patrné drobné extrémy, ty jsou však ponechány z důvodu komplexní nabídky na trhu s typovými rodinnými domy na klíč. V dalších kapitolách jsou uvedeny obdobné výsledky z dílčí databáze 1 261 vzorků, hodnoty se tak mohou lišit.



Graf č. 5 Struktura dat primární databáze, krabicové grafy [vlastní]

Tab. č. 10 Zděné rodinné domy, struktura dat. [vlastní]

	Průměr (Kč/m²)	Směrodatná odchylna (Kč/m²)	Variační koeficient (-)	Medián (Kč/m²)
Přízemní	30 030	4 898	0,163	29 172
Vícepatrové	26 380	5 017	0,190	25 494

Tab. č. 11 Dřevostavby, struktura dat. [vlastní]

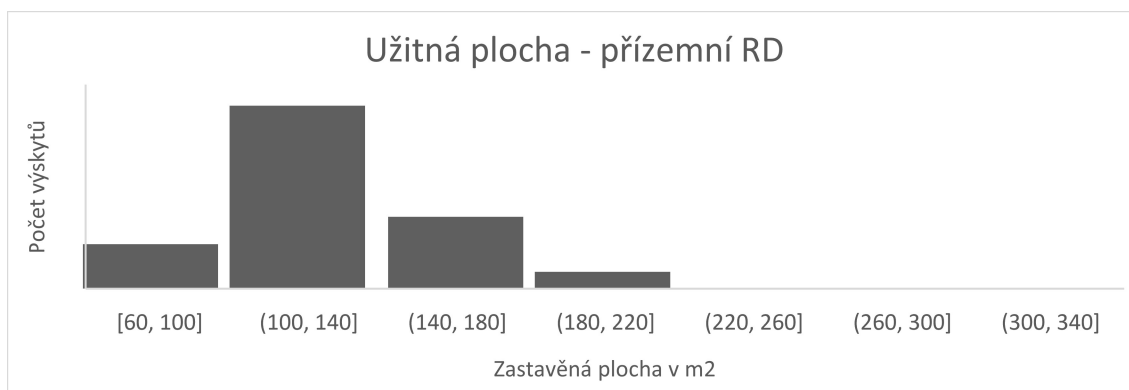
	Průměr (Kč/m ²)	Směrodatná odchylka (Kč/m ²)	Variační koeficient (-)	Medián (Kč/m ²)
Přízemní	31 264	4 780	0,153	30 261
Vícepatrové	28 190	4 921	0,175	28 409

Graf č. 6 Struktura dat primární databáze, krabicové grafy [vlastní]

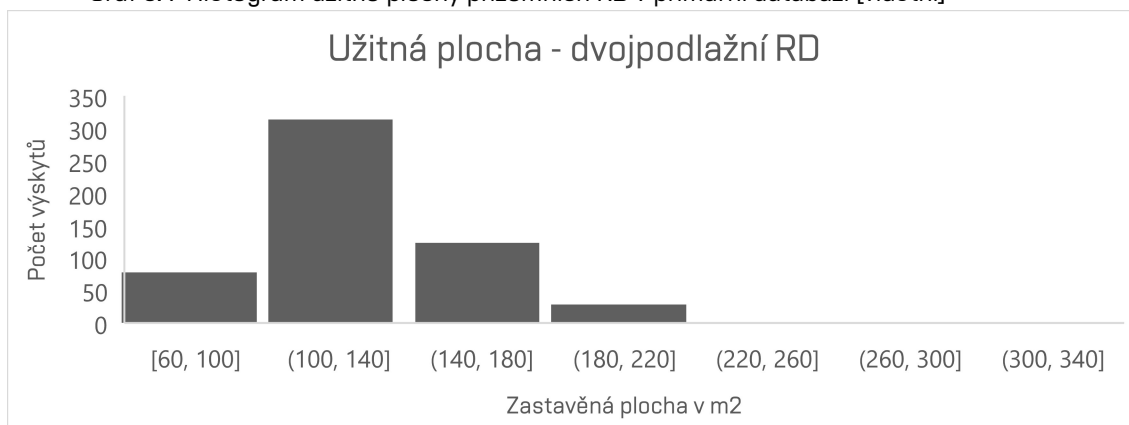
6.3 ROZBOR SLEDOVANÝCH FAKTORŮ ⁵

Dále jsou uvedeny sledované faktory a jejich procentní zastoupení v databázi, což mimo jiné vypovídá o trendech ve výstavbě v období sestavení databáze. Dlužno dodat, že od doby sběru dat k termínu ukončení výzkumu a celé práce uplynula poměrně dlouhá doba. Za toto období např. nabyly účinnosti nové požadavky na energetickou náročnost budov. Především tak obraz technologií v rodinných domech není aktuální.

Užitná plocha



Graf č. 7 Histogram užitné plochy přízemních RD v primární databázi [vlastní]



Graf č. 8 Histogram užitné plochy dvojpodlažních RD v primární databázi [vlastní]

⁵ Problematika publikována: HRDLIČKA, T. KOMPLEXNÍ ANALÝZA TRHU S DŘEVOSTAVBAMI. TZB-info, 2021, roč. 1, č. 1, s. 0-5. ISSN: 1801-4399.

Materiálová báze stavby

Do databáze vstupují zděné RD a dřevostavby. U zděných staveb je nabídka citelněji slabší, neb řada stavebních společností nabízí pouze individuální výstavbu bez nabídky typových rodinných domů. Přehled uvádí tab. č 12.

Tab. č. 12 Zastoupení RD dle materiálové báze v primární databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Dřevostavba	946	62 %
Zděný RD	574	38 %
Celkem	1 520	100 %

Technologie výstavby – dřevostavby

V databázi je zohledněna výstavba dřevostaveb pomocí panelové montáže (bez ohledu na míru prefabrikace) a staveništní montáže, viz přehled tab. 13.

Tab. č. 13 Zastoupení dřevostaveb dle technologie výstavby v primární databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Staveništní montáž	468	49 %
Panelová montáž	478	51 %
Celkem	946	100 %

Technologie výstavby – zděné rodinné domy

Pro zděné domy je sledována skladba stěny. Jednovrstvé zdivo bylo převážně z pórobetonu, tl. 400 mm a více. U vícevrstvého zdiva převládalo zateplení polystyrenem. To lze vysvětlit především jeho nízkou cenou (k datu 1. 3. 2020).

Tab. č. 14 Zastoupení zděných RD dle technologie výstavby v primární databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Jednovrstvé zdivo	78	14 %
Vícevrstvé zdivo	496	86 %
Celkem	574	100 %

Propustnost konstrukce pro vodní páru

Difuze vodních par skrze konstrukci stěny je diskutovaným parametrem staveb. Pokud jsou ve skladbě na vnějším líci použity materiály difúzně otevřené (minerální vlna, dřevovláknitá deska) je konstrukce označena jako propustná pro vodní páru. V případě užití polystyrenu je tomu naopak. Konstrukce otevřené pro vodní páru převládají u dřevostaveb. V této kategorii se nachází také 78 rodinných domů navržených z jednovrstvého zdiva.

Tab. č. 15 Zastoupení RD dle propustnosti obvodové stěny pro vodní páry v prim. databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Propustné pro vodní páru	277	18 %
Nepropustné pro vodní páru	1 243	82 %
Celkem	1 520	100 %

Tvar objektu

Za účelem zjištění vlivu členitosti stavby je sledována také složitost půdorysu 1 nadzemního podlaží (1 NP). Jako jednoduchý je uvažovaný půdorys čtvercový či obdélníkový. Půdorysy s apsidou, ve tvaru písmen L, T a další jsou označeny jako složité.

Tab. č. 16 Zastoupení RD dle tvaru půdorysu 1 NP v primární databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Jednoduchý	686	45 %
Složité	834	55 %
Celkem	1 520	100 %

Tvar střechy

Tvar střechy byl sledován především pro střechu plochou a šikmou. Tu dále ve členění valbová, sedlová a pultová. Šikmé střechy převládají v 93 % z celkového počtu 1 520 rodinných domů.

Tab. č. 17 Zastoupení RD dle tvaru střechy v primární databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Valbová	493	32 %
Sedlová	817	54 %
Plochá	108	7 %
Pultová	102	7 %
Celkem	1 520	100 %

Způsob vytápění

Způsob vytápění je rozdělen na dva sledované parametry. Tím prvním je samotný energonositel – rozlišováno je mezi plynem, tepelným čerpadlem (vzduch/voda nebo vzduch/vzduch) a elektřinou. Dále je rozlišeno z hlediska distribuce tepla v samotném domě. K lokálním topidlům se řadí elektrické přímotopy, radiátory a v některých případech i jednotky SPLIT tepelných čerpadel vzduch/vzduch. U podlahového vytápění se pak jedná o kombinaci elektrických rohoží a teplovodních systémů. V případě kombinací se jedná o užití podlahového vytápění v obývacím pokoji, koupelně, a naopak o užití lokálních topidel v ložnicích a v chodbách.

Tab. č. 18 Zastoupení RD dle způsobu vytápění a distribuce tepla v domě v primární databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %	Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Elektřina	1 110	73 %	Podlahové topení	481	32 %
Plyn	144	9 %	Lokální topidla	852	56 %
Tep. čerpadlo	266	18 %	Kombinace	187	12 %
Celkem	1 520	100 %	Celkem	1 520	100 %

Komín

Komín je ve většině nabídek nabízen jako nadstandardní vybavení. Takové nabídky na rodinné domy na klíč jsou označeny jako bez komínu. Pouze v 17 % je komín zahrnut v základní nabídce, převážně v kombinaci s elektrickým vytápěním, což do ledna 2020 bylo přípustným řešením z hlediska vyhlášky 78/2013 Sb. O energetické náročnosti budov. Databáze je sestavena za období končící březnem 2020 a řada dodavatelů na tyto změny nereagovala.

Tab. č. 19 Zastoupení RD dle existence komína v základním vybavení RD na klíč v databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Bez komína	1 264	83 %
Komín	256	17 %
Celkem	1 520	100 %

Garáž

Dalším sledovaným faktorem je existence garáže, alternativně garážového stání. Pro účel výzkumu bylo garážové stání uvažováno jako polouzavřená krytá plocha. Pokud k objektu byla připojena pouze dřevěná konstrukce bez střechy, není započtena jako garážové stání.

Tab. č. 20 Zastoupení RD dle garáže v objektu v databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Garáž v objektu	351	23 %
Bez garáže	1 143	75 %
Gar. stání	26	2 %
Celkem	1 520	100 %

Podlažnost

V databázi převládají stavby přízemní. U vícepodlažních staveb, resp. staveb s obytným podkrovím, převládá šikmá střecha s výrazně sníženou výškou prostoru (typická výška nadezdívky je 1 až 1,25 m). Jako řešení 2. NP s částečným zešíkmením jsou započteny prostory s min. výškou 2 m (obvykle kryté pultovou střechou).

Tab. č. 21 Zastoupení RD dle počtu podlaží v primární databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
1 NP	965	63 %
1 NP + 2 NP	555	37 %
Celkem	1 520	100 %

Součinitel prostupu tepla

Jak již bylo popsáno v části pojednávající o sběru dat, energeticky pasivní domy nejsou do databáze zahrnuty. Součinitel prostupu tepla stěny je vybrán jako reprezentant tepelně izolačních schopností obálky rodinných domů. Hodnoty součinitelů prostupu tepla byly v databázi vyhodnoceny, viz tab. č. 12. Nicméně u několika dřevostaveb se sledovaný součinitel prostupu tepla blíží hodnotám vhodným pro pasivní domy.

Tab. č. 22 Hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých svislých obvodových konstrukcí. [vlastní]

Součinitel prostupu tepla U W/(m ² ·K)	
Minimum	0,12
Maximum	0,23
Medián	0,18

Cena obkladu

Jako dílčí ukazatel cenové úrovně podlahových krytin a obkladů je zvolena cena za 1 m² keramických obkladů, bez práce, vč. DPH. Ostatní povrchy reflektují tuto cenovou hladinu.

Tab. č. 23 Ceny keramických obkladů v koupelnách a na WC u rod. domů v prim. databázi. [vlastní]

Cena ker. obkladu v Kč, vč. DPH	
Minimum	230
Maximum	500
Median	305

Řešení 2. nadzemního podlaží

U rodinných domů s 2. nadzemním podlažím (2 NP) je sledován způsob využití 2 NP, resp. jeho geometrie ve vazbě na výšku podkrovních prostor.

Tab. č. 24 Řešení 2 NP na dílčí databázi. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Sedlová střecha, šikminy	348	63 %
Vysoká nadezdívka	104	19 %
Plnohodnotné podlaží	103	19 %
Celkem	555	100 %

Členství v zájmovém spolku

U dřevostaveb, respektive u dodavatelů dřevostaveb, je sledováno také jejich členství v Asociaci dodavatelů montovaných domů, z. s. (ADMD). Ta v České republice funguje od roku 2000 a sdružuje 19 stavebních firem zabývajících se výstavbou dřevostaveb. Členové asociace se zavázali k plnění standardu staveb (co do kvality), který je samotnou asociací systematicky kontrolován. Zároveň je zde předpoklad, že společnosti s členstvím v ADMD mají vyšší důraz na kvalitu prováděných rodinných domů. Dále se ADMD věnuje propagaci oboru, nabízí službu ombudsmana pro řešení sporů aj. Byť se nejedná o vlastnost posuzovaných entit, rodinných domů, členství dodavatel v ADMD může mít dopad na investiční náklady.

Tab. č. 25 Členství stav. společností v zájmovém spolku. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Člen ADMD	301	32 %
Nečlen	645	68 %
Celkem	946	100 %

Obestavěný prostor stavby

Dále byl u jednotlivých nabídek na výstavbu rodinných domů na klíč sledován obestavěný prostor stavby, respektive rozměry stavby k jeho výpočtu. V případě, že byla hodnota obestavěného prostoru dostupná, byla dále převzata. U ostatních nabídek byl obestavěný prostor určen výpočtem v souladu s ČSN 73 40 55. [90] Pro účel odhadu pořizovacích nákladů dle vyhlášky je stanovený obestavěný prostor v souladu s pravidly oceňovací vyhlášky. [13]

M-index

Index je užit jako ukazatel efektivity půdorysu ve vztahu k obvodu rodinných domů a zastavěné ploše. Index nabývá hodnotu 3,54 pro kruhové půdorysy, 4,00 pro čtverec a hodnotu větší než 4,00 pro ostatní tvary. Index je určen pro 1 398 nabídek na výstavbu rodinných domů v databázi geometrie. Zbývající rodinné domy byly z důvodu chybějících podkladů vyloučeny z dílčí databáze.

$$m = \frac{l}{\sqrt{F}} \quad (4)$$

l kde *l* je obvod stavby;

F je zastavěná plocha stavby. [91]

Stavební společnost

Sledovány jsou nabídky od celkem 38 stavebních společností různé velikosti i lokální působnosti. Tato proměnná je zvolena za účelem zohlednění kvality dodávaných rodinných domů stavebními společnostmi z databáze. Cíleně nebyla jiná proměnná zahrnující kvalitu staveb uvažována, neboť by bylo neobjektivní kvalifikovat kvalitní dodavatele. V databázi se tak zcela jistě

najdou i méně spolehliví dodavatelé staveb (bez ohledu na materiálovou bázi), avšak není v silách autora nekvalitní dodavatele identifikovat a případně jejich nabídky v databázi omezit či, ohodnotit. Také by práce nabrala jiný směr a těžiště problému.

Všechny investiční náklady v databázi jsou tak zahrnuty s předpokladem, že bude dodáno kompletní dřevo rodinného domu (stavba na klíč), specifikované stavebním standardem a v přiměřené kvalitě, odpovídající současně platné legislativě.

6.4 DATABÁZE PRODANÝCH RODINNÝCH DOMŮ V OKRESE BRNO- VENKOV⁶

Databáze slouží pro doplnění komplexnosti disertační práce v oblasti oceňování dřevostaveb a podpoření dílčích cílů.

V rámci spolupráce s Ing. Terezou Jandáskovou a participace na mezifakultním specifickém výzkumu č.j. FAST/ÚSI-J-20-6366 pod názvem Identifikace brněnského metropolitního prstence a jeho cenotvorných faktorů u rezidenčních staveb s důrazem na stavebně technický stav byl sledován také vliv materiálové báze na prodejní cenu. Zkoumaná databáze je součástí disertační práce Ing. Terezy Jandáskové a s jejím svolením byla rozšířena právě o faktor materiálové báze staveb. Databáze obsahuje 631 realizovaných cen rodinných domů v okrese Brno – venkov. Databáze byla sestavena v období od března 2017 do února 2020. Za sledované období bylo ve vybrané lokalitě prodáno pouze 8 rodinných domů na bázi dřeva.

Samotné hodnocení je pak uvedeno v kapitole č. 8 výsledky.

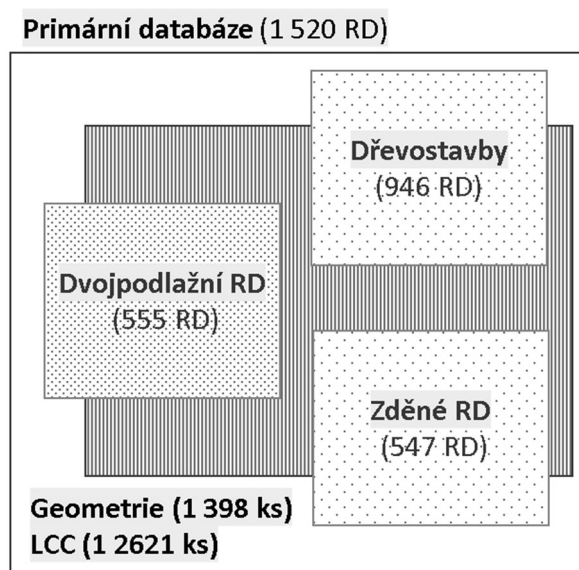
Tab. č. 26 Podíl prodaných dřevostaveb v okrese Brno – venkov. [vlastní]

Sledovaný faktor	Počet výskytů	Podíl v %
Prodané zděné rodinné domy	623	99 %
Prodané dřevostavby	8	1 %
Celkem	631	100 %

⁶ *Problematika Publikována: HRDLIČKA, T. KOMPLEXNÍ ANALÝZA TRHU S DŘEVOSTAVBAMI. TZB-info, 2021, roč. 1, č. 1, s. 0-5. ISSN: 1801-4399.*

7 METODY

Metody pro dílčí cíle jsou aplikovány na dílčí databáze, které vznikly z primární databáze nabídkových cen na výstavbu rodinných domů na klíč. Pro vyšší přehlednost je doplněno schéma jednotlivých dílčích databází. Primární databáze obsahuje 1 520 nabídek na výstavbu rodinných domů, dílčí databáze jsou pak podmnožinou dat z primární databáze. V rámci dílčí databáze geometrie a LCC byla řada nabídek odstraněna z důvodu chybějících údajů pro výpočty obestavěného prostoru rodinných domů.



Obr. č. 6 – Schema posuzovaných dílčích databází, které vychází z primární databáze RD. [vlastní]

7.1 CÍL Č. 1 – POSOUZENÍ METOD NÁKLADOVÉHO OCENĚNÍ

Pro splnění vymezeného dílčího cíle č. 1, tedy porovnání používaných metod nákladového ocenění s investičními náklady stanovenými na základě tržních principů, je současně pozornost věnována dvěma základním hypotézám.

H1 Odhad investičních nákladů pomocí cenových ukazatelů RTS (THU) vykazuje běžnou odchylku +/- 15 % při porovnání s nabídkovými cenami na výstavbu rodinných domů.

H2: Při použití nákladového přístupu oceňovací vyhlášky se dosahuje odchylky +/- 15 % oproti nabídkovým cenám rodinných domů.

7.1.1 Cenové ukazatele ⁷

K řešení je použito modifikované dílčí databáze – geometrie, která obsahuje 1 261 vzorků investičních nákladů rodinných domů. Z původní databáze byly dále odstraněny rodinné domy, u kterých nebylo možné zodpovědně určit obestavěný prostor.

Pro jednotlivé rodinné domy v databázi geometrie jsou odhadnuty **pořizovací náklady** dle cenových ukazatelů spol. RTS v cenové úrovni 2020 (dříve také označované jako technicko–hospodářské ukazatele tzv. THU). [3] Do pořizovacích nákladů jsou zahrnuty jak samotné základní rozpočtové náklady, tak zároveň vedlejší rozpočtové náklady. Jejich výše byla stanovena dle doporučení literatury na 5 %, konkrétně 3 % zařízení staveniště a 2 % kompletační činnost. [24] [92] S důrazem na porovnatelnost s investičními náklady je k pořizovacím nákladům připočtena cena dle projektové dokumentace, viz tab. 7.

Tab. č. 27 Přehled použitých cenových ukazatelů. [vlastní]

Materiálová báze	Dřevostavby	Zděné rodinné domy
Cenový ukazatel (THU)I [Kč/m ³]	6 300	6 515
Daň z přidané hodnoty [%]		15,0
Vedlejší náklady [%]		5,0

Odhady pořizovacích nákladů dle cenových ukazatelů jsou porovnávány s investičními náklady, založenými na tržních datech, a vyhodnoceny. Dále jsou investiční náklady dle příslušného obestavěného prostoru přepočteny na **jednotkové investiční náklady – JIN**, vztažené k užité ploše (m²) a obestavěnému prostoru (m³). Ty jsou využity pro analýzy závislosti jednotkových investičních nákladů určených na základě tržních dat na velikosti objektu s důrazem na materiálovou bázi rodinných domů. Zároveň jsou jednotkové investiční náklady vyhodnoceny pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu ANOVA pro ověření vlivu tvaru střechy a počtu podlaží.

7.1.2 Posouzení nákladového způsobu dle vyhl. 441/2013 Sb.

V rámci komplexní analýzy běžně využívaných metod nákladového ocenění byl použit nákladový způsob ocenění dle cenového předpisu 441/2013 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Pořizovací náklady určené na základě této metody jsou nejdříve určeny pro všechny rodinné domy v databázi geometrie, tedy pro 1 261 rodinných domů s předpokladem, že koeficient vybavení K4 je roven hodnotě 1. Koeficienty úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu – pp a K5 jsou z výpočtu vypuštěny na základě doporučení literatury. [14] Koeficient změny ceny K_i je pak použitý pro rok 2020.

Dále je podrobnějšímu zkoumání podrobena skupina 20 rodinných domů, u které je detailněji určen koeficient vybavení K4. Skupina 20 rodinných domů reprezentuje rodinné domy

⁷ Převzato z: Hrdlička, T.; Cupal, M. *Nákladové oceňování rodinných domů ve vazbě na materiálovou bázi. Odhadce a oceňování majetku, 2021, č. 2, s. 20-27. ISSN: 1213-8223.*

různé velikosti, podlažnosti a materiálové báze. Ty jsou vybrány náhodným výběrem z databáze geometrie. Výpočty jsou uvedeny v příloze č. 4. Konkrétně se jednalo o kategorie dle přílohy oceňovací vyhlášky:

- rodinné domy typu L a A – přízemní rodinné domy bez podkroví a podsklepení;
- rodinné domy typu L a A, dvojpodlažní s využitým podkrovím, bez podsklepení a s úpravou jednotkové ceny pro využití podkroví.

Tab. č. 28 Klíč pro volbu nadstandardních konstrukcí. [vlastní]

Konstrukce nebo vybavení	Volba provedení	Komentář
Svislé konstrukce	Nadstandardní	Vzhledem k tepelně tech. parametrům kece a řešení ETICS.
Stropy	Nadstandardní/standardní	Nadstandardní je uvažován pro přízemní RD, kdy je součástí tepelně izolační skladba.
Okna	Nadstandardní	Plastová okna s trojsklem.
Vytápění	Nadstandardní/standardní	Tepelné čerpadlo či podlahové vytápění je uvažováno jako nadstandard.
Konstrukce střechy	Nadstandardní/standardní	Řešení příhradovým vazníkem – standardní, řešení krovem, doplněné vrstvou tepelné izolace, parozábranou a SDK podhledem je uvažované jako nadstandardní.

V druhé variantě je koeficient vybavení K4 stanoven individuálně pro každý rodinný dům zvlášť. O nadstandardních konstrukcích je rozhodnuto podle klíče v tab. č. 28 a odpovídá tak standardům dodání jednotlivých stavebních společností. Klíč pro volbu nadstandardních konstrukcí je tvořen pouze slovním hodnocením, vycházejícího ze standardu konstrukcí oceňovací vyhlášky. [13]

Jak pro variantu koeficientu vybavení K4 = 1, tak pro detailní určení koeficientu vybavení K4 jsou dále stanoveny odchylky získaných věcných hodnot od investičních nákladů na základě mediánů.

7.2 CÍL Č. 2- FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ INVESTIČNÍ NÁKLADY

Pro identifikaci a analýzu vlivu vybraných faktorů na investiční náklady rodinných domů, které jsou reprezentovány nabídkovými cenami od stavebních společností, jsou faktory testovány na pěti databázích tak, aby bylo možné postihnout všechny faktory. Primární databáze čítá 1 520 rodinných domů. Počet vzorků v jednotlivých dílčích databázích je uveden v tab. č. 29.

Dílčí cíl č. 2 je definován hypotézami:

H3: Dřevostavby jsou levnější oproti zděným rodinným domům o 10 %.

H4: Přízemní rodinné domy jsou dražší než vícepodlažní rodinné domy z hlediska jednotkové ceny.

H5: Panelová montáž dřevostaveb je z hlediska stavby levnější technologií v porovnání se staveništní montáží.

Databáze specifikované v tab. 29 jsou hodnoceny pomocí regresní analýzy a dále jsou provedeny korelační analýzy přes jednotlivé dílčí databáze.

Tab. č. 29 Přehled testovaných dat v dílčích databázích. [vlastní]

Faktor/dílčí databáze	Dílčí databáze I	Dílčí databáze II	Dílčí databáze III	Dílčí databáze IV	Dílčí databáze V
Název	Primární	Geometrie	Dřevostavby	Zděné RD	Dvoupodlažní RD
Počet vzorků v sadě	1 520	1 398	946	574	555
Užitná plocha	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Počet podlaží	ANO	ANO	ANO	ANO	NE
Garáž	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Tvar střechy	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Zdroj vytápění	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Podlahové vytápění	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Komín	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Tvar půdorysu	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Cena obkladu	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Materiálová báze	ANO	ANO	NE	NE	ANO
Propustnost pro vodní páry	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Dodavatel	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
M index	NE	ANO	NE	NE	NE
Řešení 2 NP	NE	NE	NE	NE	ANO
Technologie dřevostavby	NE	NE	ANO	NE	NE
Technologie zděného RD	NE	NE	NE	ANO	NE
Členství v ADMD	NE	NE	ANO	NE	NE

7.3 CÍL Č. 3 POSOUZENÍ VLIVU MAT. BÁZE NA LCC

Dílčí cíl č. 3 je reprezentován hypotézou H6:

H6: Náklady celého životního cyklu u dřevostaveb jsou z pohledu nákladů na konstrukce levnější oproti zděným rodinným domům, za jinak srovnatelných podmínek.

Pro její zodpovězení je použita metoda nákladů životního cyklu LCC, avšak pouze s důrazem na konstrukce stavby, dále s označením „LCC – KCE“. V analýze je tak potlačen vliv provozních nákladů (vytápění, ohřev TV, elektřina). Do analýzy vstupují investiční náklady (IN), které odpovídají

cenám z primární databáze a náklady na demolici a likvidaci stavební suti (DN). Popis stanovení jednotlivých vstupních informací je obsažen v následujících podkapitolách.

Pro metodu nákladů životního cyklu je typické zahrnutí časové hodnoty peněz, náklady v jednotlivých letech jsou tak diskontovány (viz vzorec č. 3). V principu se jedná o součet nákladů, které jsou vydané v průběhu životního cyklu v průběhu jednotlivých fází a dle roku vynaložení pak diskontovány na současnou hodnotu. [24], [73]

$$LCC = IN + PN + UN + DN \quad (5)$$

IN – investiční náklady;

PN – provozní náklady (pro LCC – kce není uvažováno);

UN – náklady na údržbu a obnovu, diskontováno;

DN – demoliční náklady vč. nákladů na likvidaci suti, diskontováno. [24]

Uvažovány jsou reálné ceny. Plánované budoucí náklady jsou tak uvažovány v současných cenách a nejsou upravené o inflaci. Stejně tak není inflace zahrnuta do diskontní sazby.

7.3.2 Investiční náklady

Investiční náklady obsahují jak náklady na samotnou výstavbu rodinných domů na klíč, tak jejich projektovou dokumentaci. Investiční náklady jsou stanoveny na základě nabídkových cen, viz kapitola 6 Data. V rámci plnění cíle č. 3 (LCC – KCE) je analyzováno 1 261 rodinných domů z databáze geometrie. Oproti primární databázi bylo vyloučeno několik staveb, u kterých nebylo možné určit obestavěný prostor.

Tab. č. 30 Data použita pro analýzu LCC – kce [vlastní]

Materiálová báze	Podlažnost	Počet vzorků	Procentní vyjádření (%)
Zděné RD	Přízemní	332	26 %
	Vícepodlažní	137	11 %
Dřevostavby	Přízemní	523	41 %
	Vícepodlažní	269	21 %
Celkem		1 261	100 %

7.3.3 Náklady na údržbu

Na základě rešerše dostupných studií zabývajících se problematikou LCC lze předpokládat, že **náklady na údržbu stavby** jsou shodné bez ohledu na materiálovou bázi. Odpovídá tomu provedená slovenská případová studie [5]. Stejně tak je velmi nízká odchylka provozních nákladů, vč. nákladů na opravy, v porovnání materiálových bází stěn v případové studii z Litvy. [7] Tj. obnovování morálně a fyzicky zastaralých konstrukcí bude obdobné pro obě materiálové báze. V kontextu nákladů na údržbu a opravu rodinných domů je třeba vyzdvihnout, že žádná z dřevostaveb obsažených v databázi nemá fasádu tvořenou dřevěným obkladem či masivním dřevem. U všech 946 dřevostaveb je fasáda tvořena finální omítkou aplikovanou na ETICS. Jediným dřevěným prvkem, který je vystaven povětrnostním vlivům, je tak podhled přesahu střechy. Ten se však nachází jak u zděných rodinných domů, tak u dřevostaveb.

Tomu také odpovídá analýza nákladů na opravy dřevostavby (typu OKAL) v průběhu 35 let. [84] Pokud by analyzovaná dřevostavba byla porovnána se zděným rodinným domem stejného stáří, pravděpodobně by byly vynaloženy stejné náklady na stavební úpravy a údržbu. V převážné většině se jednalo o výměnu prvků po uplynutí fyzické či morální životnosti. Za 35 let analyzovaného období nebyly vynaloženy žádné přidané náklady na údržbu dřevěné konstrukce stěn či střechy.

Z těchto důvodů je přistoupeno ke zjednodušení nákladů na údržbu, které jsou zahrnuty pouhou procentní přírůžkou. Ta je zvolena jako 0,25 % z investičních nákladů/rok. [5] V roce 15, 20 a 40 je dále uvažována zvýšená údržba 10 % z investičních nákladů. Předpokládá se, že právě těchto letech dožívají některé konstrukce (především morálně).

Případná oprava vad a poruch není do analýzy zahrnuta. Je předpokládáno dodání bezvadného díla. Stejně jako běžná údržba, která by v případě zanedbání mohla vyvolat další poruchy (např. čištění okapů, správný odvod dešťových vod, eliminace zatékání do konstrukce, odvod povrchových vod od stavby aj.).

7.3.4 Provozní fáze

Provozní náklady na vytápění, ohřev vody aj. lze vzhledem k energetické náročnosti budov **v databázi považovat za obdobné.** Energeticky pasivní či aktivní domy nevstupují do databáze. Zároveň by vzhledem k počtu rodinných domů v databázi a druhu vstupních informací (nabídka firem, absence projektové dokumentace) nebylo možné provést detailní výpočty pro stanovení energetické náročnosti budov. Ta je navíc ovlivněna také umístěním stavby na pozemku. Obdobný přístup zvolili autoři porovnání čtyř materiálových bází rodinného domu v Portugalsku. [93] S minimálními rozdíly bylo uvažováno i v dalších studiích, např. studie z Litvy [7], či již zmíněné slovenské případové studie. [5] Někteří autoři dokonce přistoupili k vynechání provozních nákladů s předpokladem, že zkoumané faktory (materiálová báze) nepřispívají k jejich navýšení. [8]

7.3.5 Náklady na demolice stavby

Náklady na demolice (DN) jsou členěny na dvoje dílčí náklady, a to náklady na samotné demoliční práce a náklady na likvidaci vzniklé suti. Jednotkové náklady ve vazbě na obestavěný prostor (m^3) a užitnou plochu rodinných domů (m^2) jsou aplikovány na databázi určenou pro analýzu LCC – kce obsahující 1 261 vzorků.

7.3.6 Náklady na demoliční práce

Náklady byly stanoveny na základě cenové soustavy spol. RTS. Pro demolici byl zvolen postup demolice postupným rozebíráním, tj. obsahující i ruční práci. Tento technologický postup byl zvolen především s důrazem na možnost separace vzniklé suti a její likvidace. Jednotkové ceny jsou uvažovány v cenové úrovni 2020/II.

Tab. č. 31 Jednotkové ceny pro demoliční práce. [SW Stavitel +, spol. RTS]

Kód	Název	MJ	Cena/MJ	Mat. báze
981 01-1312.R00	Demolice budov, zdivo, podíl kce.do 15 %, MVC, post.roz	m^3	224,50	Zděné RD
981 01-1112.R00	Demolice budov rozebráním, dřevěné ostatní	m^3	284,00	Dřevostavby

Jednotkové náklady byly dále upraveny o DPH ve výši 15 % a také procentní přírůžku 5 % na vedlejší náklady, např. zařízení staveniště a další.

7.3.7 Náklady na likvidaci suti

S důrazem na rozlišení nákladů v závislosti na materiálové bázi rodinných domů bylo přistoupeno k detailnímu propočtu hmotnosti suti u 6 typových rodinných domů v obou materiálových variantách. Následně jsou výsledky přepočteny dle velikosti rodinných domů (m^2) a jsou vytvořeny vlastní rozpočtové ukazatele ($Kč/m^2$). Náklady obsahují DPH ve výši 15 %.







Podrobný propočet hmotnosti suti byl proveden pro přízemní rodinný dům do 100 m^2 užitné plochy a dále pro přízemní rodinný dům do 150 m^2 užitné plochy, oba s šikmou střechou tvořenou dřevěným vazníkem (vzorek 1 a 2). Pro dostatečné zohlednění typu střešní konstrukce byl proveden také propočet pro přízemní rodinný dům s plochou střechou, kde je pro zděnou variantu navržen prefa-monolitický strop (např. typ Porotherm, vzorek 3).

Dvojpodlažní rodinné domy jsou pak uvažovány s ohledem na typ, respektive geometrii, druhého podlaží. Členění odpovídá analyzovaným proměnným v tab. č. 24, tedy podkroví s šikminou (vzorek 4), s plnohodnotným či sníženým podlažím (např. pultová střecha, minimální výška nadezdívky 2 m, vzorek 5) a v neposlední řadě také rodinné domy s plochou střechou (vzorek 6).

Propočet hmotnosti je zpracován především s ohledem na nejtěžší konstrukce (základy, stěny, stropy). Naopak drobné konstrukce a vybavení není zahrnuto, předpokládá se, že bude shodné pro obě materiálové báze. Jedná se například o kuchyňskou linku, zdroj tepla vytápění, rozvod vodovodu, kanalizace, elektroinstalace aj.

Propočty byly tvořeny s důrazem na geometrii stavby a její parametry, což značně zjednodušilo samotné výpočty. Podrobnost propočtu hmotnosti jednotlivých vzorků odpovídá podrobnosti vstupních informací, tj. zjednodušeným půdorysům z nabídek stavebních společností. Pro všechny vzorky příslušné materiálové báze jsou použity shodné stavební technologie. Tyto stavební technologie vychází z nejčastěji nabízených u rodinných domů na klíč v primární databázi a jsou shrnuty v následujících odstavcích. Případné odchylky byly shledány jako nevýznamné.

Tab. č. 32 Geometrie vzorků pro propočet hmotnosti. [vlastní]

Ozn.	Typ RD	Fotografie	Zdroj
1	Přízemní do 100 m ²		www.neathouses.eu
2	Přízemní do 150 m ²		www.neathouses.eu
3	Přízemní do 150 m ² , plochá střecha		www.domy-dnes.cz
4	Dvojpodlažní – šikmá střecha		www.neathouses.eu
5	Dvojpodlažní – šikmá, částečné zkosení		www.neathouses.eu
6	Dvojpodlažní – plochá střecha		www.domy-dnes.cz

Zděné rodinné domy

- Základová konstrukce do hloubky 1 m (pas š. 500 mm), jednoduché základové podmínky, násyp a podkladní beton v tl. 150 mm;
- obvodové stěny z děrovaných cihel tl. 300 mm, ŽB věnec, ETICS tl. 160 mm z EPS;
- příčky tl. 115 mm z děrovaných cihel, omítka;

- stropní konstrukce (v případě RD s 2 NP) prefamonolitický strop tl. 250 mm, např. systém Porotherm;
- použití roznášecí vrstvy v podlahách s betonovou mazaninou tl. 60 mm a příslušnou tepelnou (EPS) či kročejovou izolací (MW);
- plastové otvorové výplně;
- krytiny podlah dlažba + vinyl;
- střešní konstrukce z příhradových vazníků, alt. dřevěný krov (v případě podkroví se šikminami);
- zateplení střechy/stropu minerální izolací tl. 250 mm, opatřeno sádrokartonovým podhledem. U staveb s plochou střechou je izolační vrstva tvořena EPS v tl. 280 mm vč. spádu;
- střešní krytina na dvojím laťování, betonová skládaná taška, u staveb s plochou střechou mPVC folie;
- klempířské prvky z lakovaného plechu.

Dřevostavby

- základová konstrukce do hloubky 1 m (pas š. 500 mm), jednoduché základové podmínky, násyp a podkladní beton v tl. 150 mm;
- obvodové stěny z trémové konstrukce tl. 160 mm vyplněné minerální vlnou, ETICS tl. 160 mm z EPS, z vnitřní strany sádrokartonová předstěna;
- příčky tl. 100 mm sádrokartonové;
- stropní konstrukce (v případě RD s 2 NP) dřevěná fošnová s OSB deskou, se zavěšeným podhledem ze sádrokartonu a akustickou izolací;
- použití roznášecí vrstvy v podlahách s betonovou mazaninou tl. 60 mm a příslušnou tepelnou (EPS) či kročejovou izolací (MW);
- plastové otvorové výplně;
- krytiny podlah dlažba + vinyl;
- střešní konstrukce z příhradových vazníků, alt. dřevěný krov (v případě podkroví se šikminami);
- zateplení střechy/stropu minerální izolací tl. 250 mm, opatřeno sádrokartonovým podhledem. U staveb s plochou střechou je izolační vrstva tvořena EPS v tl. 280 mm vč. spádu;
- střešní krytina na dvojím laťování, betonová skládaná taška, u staveb s plochou střechou mPVC folie;
- klempířské prvky z lakovaného Pz plechu.

Z výčtu je patrné, že nejvýznamnější rozdíly jsou zahrnuty v rámci svislých konstrukcí a řešení stropní konstrukce a navazující konstrukce a vrstvy (omítky, předstěny, věnce). Ostatní prvky stavby jsou shodné. To platí také pro základovou konstrukci. Ta je uvažována stejná jak pro dřevostavby, tak zděné rodinné domy. Předpokládá se tak založení stavby v jednoduchých základových podmínkách.

Propočty hmotnosti suti jsou dále rozšířeny o náklady na naložení na dopravní prostředek a přesun na vzdálenost 15 km. Náklady na skládkovné jsou stanoveny na základě cenové soustavy RTS, stejně tak náklady na přesun hmot. Pro likvidaci suti na bázi betonu a cihel je uvažováno zpracování specializovanou firmou do recyklátu. Cena je stanovena na základě ceníku společnosti Thermoservis Brno, která se touto činností zabývá. Pro naložení materiálu na dopravní prostředky je použita položka s označením „mosty“, neb položka určená pro pozemní stavby není k dispozici. V obou případech se však jedná o naložení suti vč. velkých bloků (např. ze základů).

Tab. č. 33 Jednotkové ceny pro likvidaci suti. [SW Stavitel +, spol. RTS]

Číslo položky	Název položky	MJ	Počet MJ	Cena / MJ (Kč)	Celkem (Kč)
979081111RT3	Odvoz suti a vybour. hmot na skládku do 1 km, kontejnerem 7 t	t	1,00	206,50	206,50
979081121R00	Příplatek k odvozu za každý další 1 km	t	14,00	15,60	218,40
979097012R00	Pronájem kontejneru 7 t	den	0,50	48,40	24,20
979087113R00	Nakládání vybour. hmot na doprav. prostředky	t	1,00	489,50	489,50
Celkem bez DPH/t					938,60

Propočty hmotnosti jsou přílohou č. 5 práce. Z výsledků dle tab. č. 34 a 35 je patrný, jak vliv materiálové báze, tak především vliv počtu podlaží, tedy zahrnutí hmotnosti stropu. Geometrie jednotlivých vzorků je patrna z tab. č. 31.

Tab. č. 34 Výsledky propočtu hmotnosti suti dle typu RD a mat. báze [vlastní]

Ozn.	Mat. báze	Základy	Stěny	Stropy	Střecha vč. kce	Podlahy	Ostatní	Celkem
Hmotnost (t)								
1	Zděný RD	94,8	52,4	0,0	9,2	13,5	5,2	175,1
	Dřevostavba	94,8	7,9	0,0	9,2	13,5	3,4	128,8
2	Zděný RD	140,8	87,6	0,0	13,1	20,4	7,2	269,0
	Dřevostavba	140,8	16,1	0,0	13,1	20,4	4,8	195,1
3	Zděný RD	147,5	82,7	47,3	1,9	19,2	4,1	302,8
	Dřevostavba	147,5	13,2	3,4	1,8	19,2	3,2	188,2
4	Zděný RD	81,9	70,4	25,8	9,9	19,5	7,1	214,6
	Dřevostavba	81,9	10,4	2,0	9,9	19,5	4,7	128,3
5	Zděný RD	71,3	105,4	19,8	6,1	15,2	5,5	223,2
	Dřevostavba	71,3	13,5	1,5	6,1	15,2	3,7	111,3
6	Zděný RD	80,1	111,2	45,8	0,2	17,2	6,0	260,5
	Dřevostavba	80,1	15,4	3,0	0,5	17,2	4,7	120,9

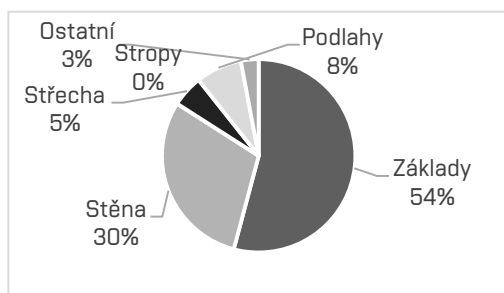
Tab. č. 35 Výsledky propočtu nákladů na likvidaci suti dle typu RD a mat. báze [vlastní]

Ozn.	Typ domu	Mat. báze	Hmotnost (t)	Náklady na suť (Kč)	Náklady na suť/m ² UP (Kč)	Rozdíl
1	Přízemní RD do 100 m ²	Zdivo	175,1	323 839	4 033	19,2 %
		Dřevostavba	128,8	261 731	3 259	
2	Přízemní RD do 150 m ²	Zdivo	269,0	495 073	4 088	18,5 %
		Dřevostavba	195,1	403 575	3 333	
3	Přízemní RD do 150 m ²	Zdivo	302,8	539 563	4 742	28,0 %
		Dřevostavba	189,6	388 273	3 412	
4	Dvojpodlažní do 150 m ²	Zdivo	214,6	404 454	3 634	29,7 %
		Dřevostavba	128,3	284 276	2 554	
5	Dvojpodlažní do 100 m ²	Zdivo	223,2	403 695	4 646	38,2 %
		Dřevostavba	111,3	249 385	2 870	
6	Dvojpodlažní do 100 m ²	Zdivo	260,5	467 175	4 764	41,4 %
		Dřevostavba	120,6	273 994	2 794	

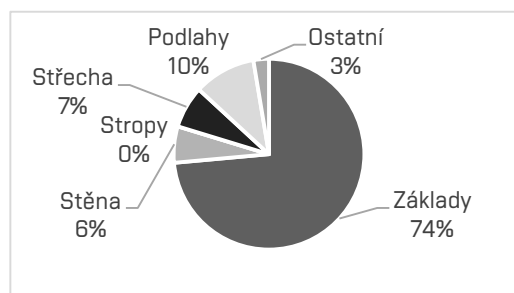
Tab. č. 36 Ukázka analýzy hmotnosti suti u vzorku č. 1. [vlastní]

Zděný RD		Dřevostavba	
Dílní části	Hmotnost (t)	Dílní části	Hmotnost (t)
Základy	94,8	Základy	94,8
Stěna	52,4	Stěna	7,9
Stropy	0	Stropy	0
Střecha	9,2	Střecha	9,2
Podlahy	13,5	Podlahy	13,5
Ostatní	5,2	Ostatní	3,4
Kontrolní součet	175,1	Kontrolní součet	128,8

Zastoupení dle konstrukcí



Zastoupení dle konstrukcí



Z podrobné analýzy, kterou lze demonstrovat např. na vzorku č 1, tedy přízemním rodinném domě s šikmou střechou tvořenou příhrad. vazníkem, je patrná dominantní hmotnost především základové konstrukce. Zároveň je patrné snížení hmotnosti stavby o 44,5 t v případě dřevostavby. V případě vícepodlažních rodinných domů se pak na celkové hmotnosti stavby významně podílí stropní konstrukce (uvažován prefa-monolit). Stejně tak tomu je u těžké ploché střechy v případě zděné stavby. Právě v těchto případech vynikají dřevostavby svou lehkou konstrukcí.

Celkové náklady na demolici (ND) jsou pak určeny individuálně pro každý vzorek rodinného domu z databáze na základě součtu nákladů na demoliční práce a likvidaci sutí, respektive součinu počtu měrných jednotek a vlastních rozpočtových ukazatelů pro příslušné náklady. Náklady jsou určeny vč. DPH.

7.3.8 Délka životního cyklu

Volba délky životního cyklu rodinných domů je nedílnou součástí analýzy LCC, resp. LCC – KCE. Z pohledu analýzy LCC se v závěru životního cyklu uvažuje s odstraněním stavby, což je především v podmínkách České republiky kontroverzní téma, neb většina rodinných domů projde po čase generální opravou, a tak je jejich životnost mnohonásobně delší. Tento evropský trend potvrzuje i literatura. [94] Nicméně pro dodržení principů metody LCC je na konci životního cyklu uvažováno s odstraněním stavby. Délka životního cyklu je volena na základě rešerší. Přihlédnuto je jak k předpokladu, že by délka analyzovaného období, resp. životního cyklu neměla přesáhnout dobu, kdy přináší investorský užitek, [73], [72] tak k předpokladu, že rodinný dům slouží jedné generaci (především ve vztahu k morálnímu zastarávání).

Délka životního cyklu je tak zvolena variantně na období 50 a 60 let. Shodnou délku životního cyklu budov zvolili autoři dalších studií: Dwaikat et al [71], H. Lu et al [75], Aktas et al [77], Islam et al [76].

7.3.9 Diskontní sazba

Vzhledem k charakteru zkoumaných staveb, rodinných domů, se **nepředpokládá, že by stavba měla plnit komerční účel, ale naopak plnit pouze potřebu bydlení**. Z tohoto důvodu je pro volbu diskontní sazby použit přístup, kdy se užije diskontní sazba rovna nákladům na kapitál s případnou rizikovou přírážkou. [80], [73] Riziková přírážka se neuvažuje, neb se nejedná o tradiční investiční projekt s očekávaným výnosem. Náklady na kapitál jsou zvoleny ve výši 1,94 % k datu 01/2021. Hypoindex je oficiální, tzv. vážená úroková sazba hypoték v rámci České republiky. Váhu tvoří objemy poskytnutých hypoték. Do výpočtu vstupují data 11 bank působících na českém trhu. [95]

V rámci analýzy LCC – KCE jsou diskontovány náklady na demolici (ND), které jsou uvažované v 50., respektive 60. roce životního cyklu. Uvažovány jsou reálné (současné) náklady, tedy je použita reálná diskontní sazba bez vlivu inflace. A to i s ohledem na problematiku určení vývoje inflace v dlouhém časovém horizontu, preferovány jsou tak reálné ceny, resp. náklady. [24], [73]

7.3.10 Časový rámec analýzy LCC – KCE

S ohledem na nabití účinnosti Zákona o odpadech č. 541/2020 Sb., ve znění pozdějších předpisů od 1. 1. 2021, došlo také ke zvýšení cen skládkovného. Z tohoto důvodu byly pro analýzu LCC – KCE použity ceny skládkovného odpovídající lednu 2021 a to jak z pohledu nabídkových cen na zpracování suti, tak z pohledu použité cenové úrovně cenové soustavy RTS. S ohledem na tuto skutečnost je jako rozhodné datum pro provedení analýzy LCC – KCE považováno 1. 1. 2021. Tomu odpovídá i převzatý hypoindex, vážená úroková míra hypoték, k období 1/2021.

Nabídkové ceny na výstavbu rodinných domů na klíč byly k rozhodnému datu stále aktuální, většina dodavatelů provádí přecenění před začátkem stavební sezóny.

8 VÝSLEDKY A ZJIŠTĚNÍ

8.1 Vliv konstrukčního systému dřevostaveb na investiční náklady^{8,9}

V počátku řešení problematiky disertační práce byla v roce 2018 sestavena „zkušební“ databáze 175 dřevostaveb v různých konstrukčních systémech. Pro sestavení platily stejné principy jako v primární databázi, tj. jedná se o dodávku rodinného domu na klíč vč. projektu a DPH.

Z tab. č. 37 je patrný vliv podlažnosti, resp. počtu podlaží. U všech variant se potvrdily nižší jednotkové investiční náklady pro vícepodlažní rodinné domy. Zároveň je z tabulky patrné, že konstrukční systémy s využitím masivního dřeva jsou v porovnání s nejlevnější konstrukční variantou dřevostaveb (difúzně uzavřená konstrukce, staveništní montáž) o více jak 15 % dražší v případě CLT a až o 33 % oproti roubenkám a srubům.

Tab. č. 37 Přehled jednotkových cen v návaznosti na konstrukční systém dřevostaveb, sestaveno v roce 2018. [vlastní]

Konstrukční varianta	Počet podlaží	Průměrné IN na m ² užité plochy
CLT	Přízemní	31 116 Kč
	Vícepodlažní	30 074 Kč
Roubenky a sruby	Přízemní	33 445 Kč
	Vícepodlažní	32 557 Kč
Sendvičový panel – difúzně otevřená skladba	Přízemní	29 765 Kč
	Vícepodlažní	26 881 Kč
Sendvičový panel – difúzně UZAVŘENÁ skladba	Přízemní	28 188 Kč
	Vícepodlažní	24 382 Kč
Staveništní montáž – difúzně otevřená skladba	Přízemní	28 934 Kč
	Vícepodlažní	24 624 Kč
Staveništní montáž – difúzně UZAVŘENÁ skladba	Přízemní	27 480 Kč
	Vícepodlažní	23 542 Kč
Zděný RD bez rozlišení konstrukčních variant	Přízemní	27 883 Kč
	Vícepodlažní	24 056 Kč

⁸ Problematika publikována: HRDLIČKA, T.; CUPAL, M. Brick versus wood construction in residential. In SGEM Conference Proceedings 2019. International multidisciplinary geoconference SGEM. první. Sofia, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd, 2019. s. 395-401. ISBN: 978-619-7408-89-8. ISSN: 1314-2704.

⁹ Problematika publikována: HRDLIČKA, T.; JANDÁSKOVÁ, T. Oceňování dřevostaveb v kontextu tržního oceňování. Soudní inženýrství, 2019, č. 3/2019, s. 23-28. ISSN: 1211-443X.

8.2 VLIV VELIKOSTI DODAVATELE NA CENU ¹⁰

Podobně jako v předchozím odstavci byla sestavena ještě zkušební databáze obsahující 286 rodinných domů, konkrétně pak 112 dřevostaveb a 174 zděných rodinných domů. Krom faktorů, které byly sledovány i v primární databázi, byl také sledován parametr výše ročních tržeb jednotlivých společností (dodavatelů staveb). Využity byly dokumenty ve veřejně přístupných databázích, případně výroční zprávy společností aj. Cílem tohoto kroku bylo ověřit, zdali velikost firmy, která byla reprezentována výší ročních tržeb, ovlivňuje ceny rodinných domů v databázi. Na základě provedení Spearmanovy korelace závislost nebyla potvrzena. **Autor se tak dále touto proměnnou nezabýval.**

Tab. č. 38 Vliv výše tržeb společnosti na investiční náklady RD. [vlastní]

Proměnná	Spearmanova korelace (DB tržby) ChD vynechány párově Označ. korelace jsou významné na hl. p < 0,05000	
	IN	Tržby
<i>Cena</i>	1,000000	0,098560
<i>Tržby</i>	0,098560	1,000000

8.3 VÝVOJ POŘIZOVACÍCH NÁKLADŮ RODINNÝCH DOMŮ ¹¹

Autor disertační práce se věnuje problematice dlouhodobě a první „zkušební“ databáze nabídkových cen, resp. investičních nákladů, na výstavbu rodinných domů na klíč byla sestavena v roce 2018. Od tohoto data byly ceny sledovány u výběru 100 nabídek na výstavbu rodinných domů, ceny byly aktualizovány každoročně k 1. 4. Datum bylo zvoleno na základě zkušeností, že právě k tomuto datu řada stavebních dodavatelů mění své ceníky před startem stavební sezony. V souvislosti se změnami webových stránek dodavatelů rodinných domů, krachujícími dodavateli, ale i se změnou sortimentu, resp. nabídkou na výstavbu, se databáze nabídkových cen, sledována od roku 2018 zúžila na pouhých 34 objektů, pro které je evidována nabídková cena na výstavbu pro roky 2018, 2019, 2020 a 2021. Zkoumáno bylo 28 dřevostaveb a 6 nabídek na výstavbu zděných rodinných domů. U některých dodavatelů neproběhla změna ceny za dva až tři roky. Lze usuzovat, že v takových případech nebyly dlouhodobě aktualizovány veřejně přístupné ceny na webových stránkách. Na základě údajů výše uvedených byla stanovena meziroční změna. Medián změn je pak uveden v tab. č. 39.

¹⁰ Problematika publikována: HRDLIČKA, T.; CUPAL, M. Brick versus wood construction in residential. In SGEM Conference Proceedings 2019. International multidisciplinary geoconference SGEM. první. Sofia, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd, 2019. s. 395-401. ISBN: 978-619-7408-89-8. ISSN: 1314-2704.

¹¹ Problematika publikována: Hrdlička, T., 2020. Vývoj pořizovacích nákladů rodinných domů v letech 2018 až 2019 v závislosti na materiálové bázi. In Sborník příspěvků konference Junior Forensic Science Brno 2020. Brno: ÚSI VUT v Brně, pp. 95-100.

Zároveň je třeba poukázat na to, že v souvislosti s nabitím účinnosti některých ustanovení vyhlášky 78/2013 sb. ve znění pozdějších předpisů (Energetická náročnost budov) docházelo v období 2019/2020 k rozsáhlým změnám požadavků na výstavbu. Jednalo se o změny požadavků na obálku budovy i požadavků na množství primární neobnovitelné energie, tedy důraz kladen na použití obnovitelných zdrojů energií.

Tab. č. 39 Medián změn nabídkové ceny mezi roky 2018 – 2021, dle materiálové báze. [vlastní]

Roky	2018/2019	2019/2020	2020/2021
<i>Dřevostavby</i>	0,064	0,047	0,113
<i>Zděné RD</i>	0,088	0,182	0,114

V souvislosti s tématem bylo provedeno podrobnější porovnání změn ceny mezi roky 2018 a 2019. Konkrétně se jednalo o cenový ukazatel směrné ceny v cenové úrovni I/2018 a I/2019, byly stanoveny meziroční rozdíly v nákladech na výstavbu rodinných domů se zohledněním materiálové báze stavby. Z tab. č. 72 je patrné, že u všech ukazatelů došlo k meziročnímu růstu investičních nákladů, resp. cen mezi roky 2018 a 2019, porovnán byl také Index cen stavebních děl. [16] Zároveň bylo vyhodnoceno celkem 37 cenových nabídek na rodinné domy v různých materiálových bázích. Nejvýraznější nárůst vykazují technicko–hospodářské ukazatele a to 10,69 % u zděných staveb a 10,74 % u dřevostaveb. Meziroční změna směrných cen v cenové soustavě RTS dosahuje nárůstu 8,66 % u zděných staveb a 8,17 % u dřevostaveb. Rozdíl mezi materiálovými bázemi je v obou případech prakticky zanedbatelný. Meziroční změna Indexů cen stavebních děl není rozlišena dle materiálu stavby a dosahuje nárůstu 3,20 % pro rodinné domy mezi obdobími I/2018 a I/2019. Dále byly vyhodnoceny nabídkové ceny na výstavbu rodinných domů na klíč z července 2018 a 2019. Zde je patrný mírný rozdíl v závislosti na materiálové bázi. Nabídkové ceny na výstavbu rodinných domů na klíč vzrostly v případě dřevostaveb o 4,90 %, u zděných staveb pak o 3,70 %.

Tab. č. 40 Porovnání změny cen mezi roky 2018 a 2019, dle materiálové báze. [vlastní]

Ukazatel	Zděný RD	Dřevostavba
Porovnání cenových ukazatelů RTS	10,69 %	10,74 %
Převod podrobných položkových rozpočtů v CS RTS	8,66 %	8,17 %
Změna dle Indexu cen stavebních děl		3,20 %
Porovnání nabídkových cen (průměr)	3,7 %	4,9 %

8.4 PŘÍMÉ POROVNÁNÍ NABÍDEK

Jako podpůrná metoda je dále použito přímé porovnání nabídek na výstavbu v různých materiálových bázích. Vždy se tak jedná o nabídku jedné stavební společnosti na dodání rodinného domu v různých materiálových bázích, ve stejném stupni vybavení (vytápění, cena povrchů, tvar střechy aj.). Stanovené rozdíly jsou dále vyhodnoceny prostým průměrem a mediánem. Z tab. č. 41 je patrný **trend levnějších dřevostaveb**, medián rozdílů je stanoven na 7 %, avšak rozdíly nabývají hodnot v intervalu od 0 % do 12,6 %. Stejně jako ve zbytku práce není hodnoceno, zdali nabízená alternativa dřevostavba vs. zděný rodinný dům je v odpovídající kvalitě.

Tab. č. 41 Přímé porovnání nabídek pro různé materiálové báze od jednoho dodavatele. [vlastní]

Společnost	Velikost (m ²)	Typ RD	IN zděného RD (Kč)	IN dřevostavby (Kč)	Rozdíl
DECOhaus	99,8	přízemní	3 187 000	2 979 000	6,5 %
DECOhaus	155,7	dvojpatrový	5 144 000	4 807 000	6,6 %
Enerdomy	77,4	přízemní	2 638 875	2 638 875	0,0 %
Enerdomy	147	dvojpatrový	4 363 875	4 363 875	0,0 %
HP domy	89	přízemní	2 780 000	2 556 000	8,1 %
HP domy	128	dvojpatrový	3 580 000	3 269 000	8,7 %
RetailHouse	126	přízemní	3 299 875	2 929 875	11,2 %
RetailHouse	205	dvojpatrový	4 049 875	3 539 875	12,6 %
TFG	96,7	přízemní	5 308 700	5 308 700	0,0 %
TFG	127	dvojpatrový	4 569 250	4 569 250	0,0 %
Zděné domy na klíč	102	přízemní	4 041 000	3 741 000	7,4 %
Zděné domy na klíč	93	dvojpatrový	3 600 000	3 200 000	11,1 %
průměr					6,0 %
medián					7,0 %

8.5 VLIV MATERIÁLOVÉ BÁZE NA PRODEJNÍ CENU ^{12,13}

V kontextu komplexního pojetí oblasti vlivu materiálové báze stavby na její hodnotu/cenu bylo provedeno také šetření na databázi 631 prodaných rodinných domů v okrese Brno – venkov. V celé databázi byly dřevostavby zastoupeny pouze 8 vzorky. Podíl dřevostaveb ve sledované lokalitě tak činí 1,3 % za sledované období 42 měsíců. Ve čtyřech případech se jedná o novostavby,

¹² *Problematika publikována: HRDLIČKA, T., 2021. Komplexní analýza trhu s dřevostavbami. Tzb-info.cz [online]. 22.5.2021 [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/22275-komplexni-analyza-trhu-s-drevostavbami>.*

¹³ *Problematika publikována: JANDÁSKOVÁ, T.; HRDLIČKA, T.; KOMOSNÁ, M.; CUPAL, M.; KERVITCER, M. Cenotvorné faktory u rodinných domů v okrese Brno-venkov. Soudní inženýrství, 2021, roč. 32, č. 1, s. 22-29. ISSN: 1211-443X.*

ve dvou pak o rodinné domy dosahují odhadovaného stáří 30 až 70 let a ve dvou rodinné domy stáří nad 70 let. V ostatních případech se jednalo o zděné rodinné domy z různých materiálů.

V rámci řešení projektu FAST/ÚSI-J-20-6366 byly zkoumány cenotvorné faktory, ovlivňující prodejní cenu rodinných domů v okrese Brno-venkov. Jednotlivé faktory byly členěny do skupin, v rámci zkoumání vlivu *Materiálové báze* byly zkoumány také další faktory s ohledem na stavebně technický stav, nicméně pro předmětnou disertační práci tyto faktory nejsou podstatné a jsou uvedeny pouze jako součást statistického testování. Téma samotné je pak předmětem disertační práce Ing. Terezy Jandáskové. Na základě provedené vícerozměrné regresní analýzy **nebyl prokázán vliv materiálové báze na prodejní cenu rodinných domů** na zvolené hladině významnosti 0,05, výsledky lineární regrese jsou uvedeny v tab. č. 42.

Tab. č. 42 Výsledky regresní analýzy, databáze prodaných RD v okrese Brno – venkov. [vlastní]

	b	t-stat	p-hodn.
Abs. člen	4559442	16,0854	0,000000
<i>Užitná plocha</i>	3629	5,5429	0,000000
<i>Plocha pozemku</i>	792	8,7980	0,000000
<i>Vzdálenost od Brna</i>	-108943	-15,7524	0,000000
<i>Velikost obce</i>	36	1,8018	0,072075
ΔP	-948	-0,2117	0,832377
<i>ToM</i>	418	1,2184	0,223537
<i>Rok prodeje</i>	171195	2,3972	0,016821
<i>Možnost parkování</i>	346214	4,8260	0,000002
<i>Bazén</i>	1182551	6,3967	0,000000
<i>Příslušenství</i>	214934	1,9140	0,056083
<i>Krb, kamna</i>	503626	3,2321	0,001295
<i>Klimatizace</i>	304437	0,9373	0,348967
<i>Nadstandardní vybavení</i>	1029572	4,3894	0,000013
<i>Počet bytů</i>	120400	0,8318	0,405819
<i>Materiálová báze</i>	-638874	-1,3176	0,188141
<i>Podlažnost</i>	574609	4,6541	0,000004
<i>Zdroj vytápění</i>	213387	2,2621	0,024043
<i>Udržitelná technologie</i>	85232	0,3184	0,750317
<i>Stavebně technický stav</i>	-1219020	-12,6996	0,000000
F(19,611)	93,282		
Upravené R ²	0,73566784		
p	0,0000		
Počet sledování	631		

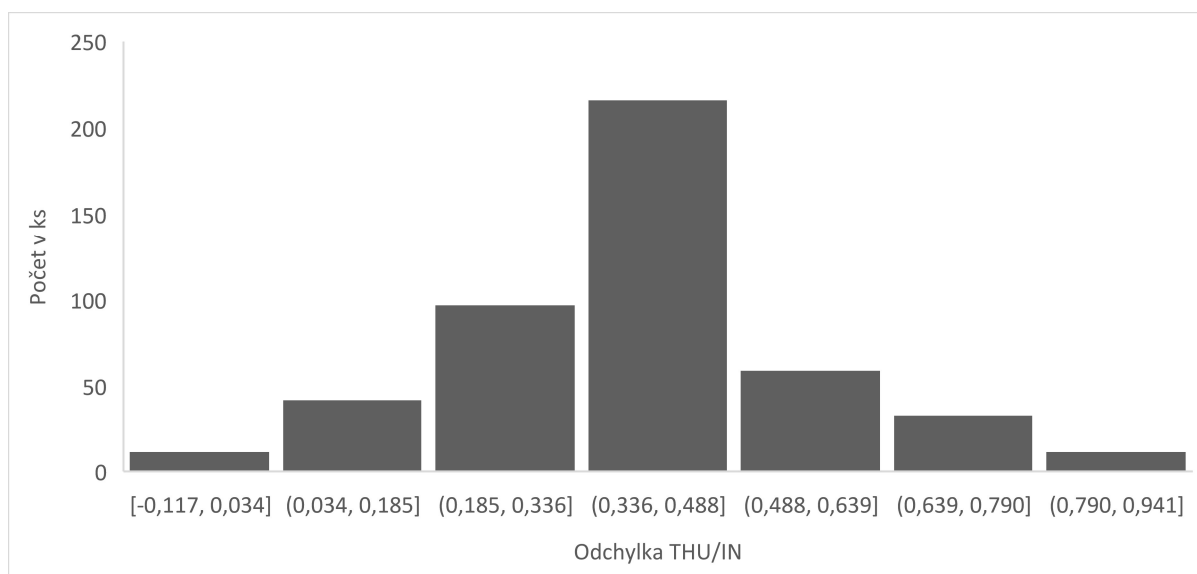
8.6 CÍL Č. 1 – POSOUZENÍ METOD NÁKLADOVÉHO OCENĚNÍ ¹⁴

8.6.1 Cenové ukazatele

Požizovací náklady stanovené na základě cenových ukazatelů spol. RTS pro rok 2020 jsou komparovány s investičními náklady a dále vyhodnoceny. Medián odchylky je v intervalu od 13,6–40 %. V drtivé většině pak převládá kladná odchylka, tedy že investiční náklady stanovené na základě tržních dat rodinných domů na klíč jsou **nižší** jak stanovené požizovací náklady pomocí cenových ukazatelů RTS. Odchylka v závislosti na materiálové bázi je pak patrná také z histogramů v graf č. 8 a 9.

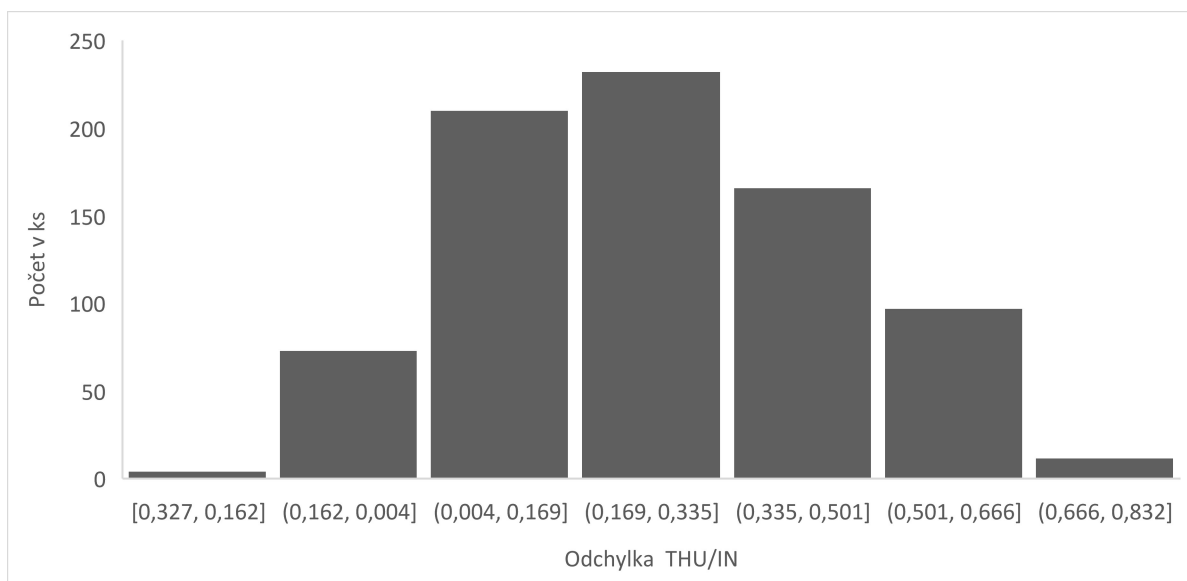
Tab. č. 43 Odchylka požizovacích nákladů dle THU vs. Investičních nákladů na bázi tržních dat. [vlastní]

<i>Podlažnost</i>	<i>Mat. báze</i>	<i>Medián odchylky</i>	<i>Průměr odchylky</i>
<i>Přízemní RD</i>	<i>Zděné RD</i>	<i>0,4018</i>	<i>0,3992</i>
	<i>Dřevostavby</i>	<i>0,3016</i>	<i>0,3283</i>
<i>Dvojpodlažní RD</i>	<i>Zděné RD</i>	<i>0,3695</i>	<i>0,3004</i>
	<i>Dřevostavby</i>	<i>0,1355</i>	<i>0,1867</i>



Graf č. 9 Rozdělení odchylek THU a IN, zděné RD: [vlastní]

¹⁴ Publikováno Hrdlička, T.; Cupal, M. *Nákladové oceňování rodinných domů ve vazbě na materiálovou bázi. Odhadce a oceňování majetku, 2021, č. 2, s. 20-27. ISSN: 1213-8223.*



Graf č. 10 Rozdělení odchylek THU a IN, dřevostavby. [vlastní]

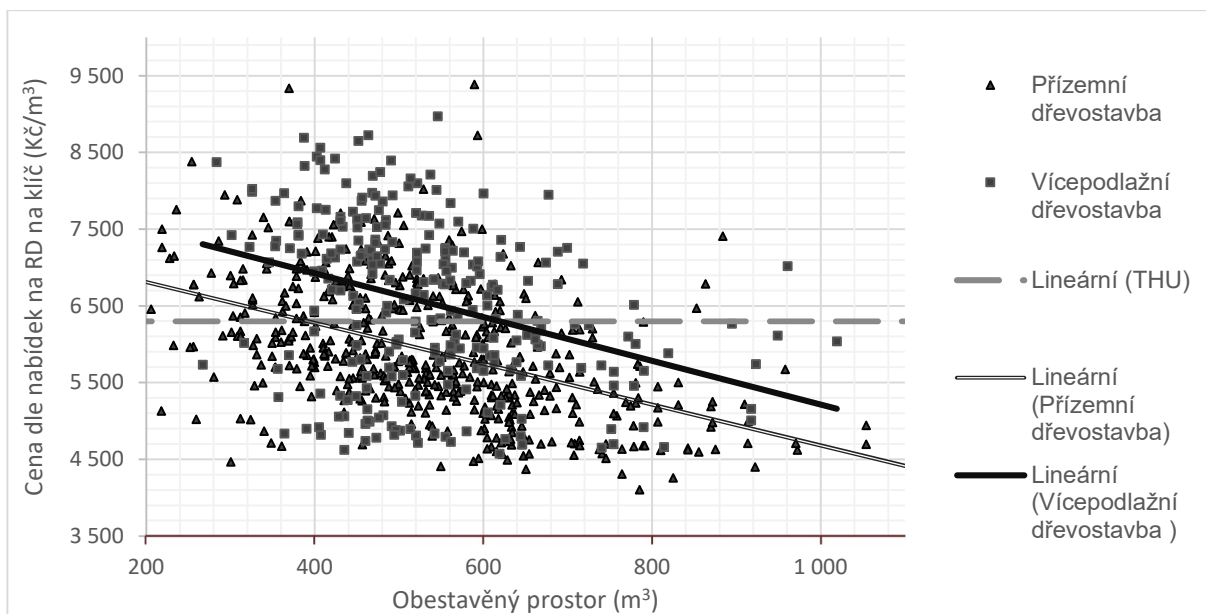
Na základě sestavené databáze jsou stanoveny jednotkové investiční náklady (JIN, Kč/m³). Tyto jednotkové investiční náklady jsou znázorněny graficky pro určení závislosti mezi velikostí obestavěného prostoru (m³) a stanovených JIN (Kč/m³). Současně jsou v grafech znázorněny jednotkové ceny dle cenových ukazatelů spol. RTS, které tvoří konstantu. Pro spojnice trendů je uvažován lineární průběh, graf. č 10 a č. 11.

Pro komplexnost problematiky je také provedena Pearsnova korelace pořizovacích nákladů dle cenových ukazatelů (THU) a investičních nákladů stanovených na základě tržních dat. Byla zjištěna silná pozitivní korelace. Tu lze vysvětlit závislostí proměnné pořizovací náklady dle cenového ukazatele na počtu měrných jednotek, který se významně podílí také na investičních nákladech.

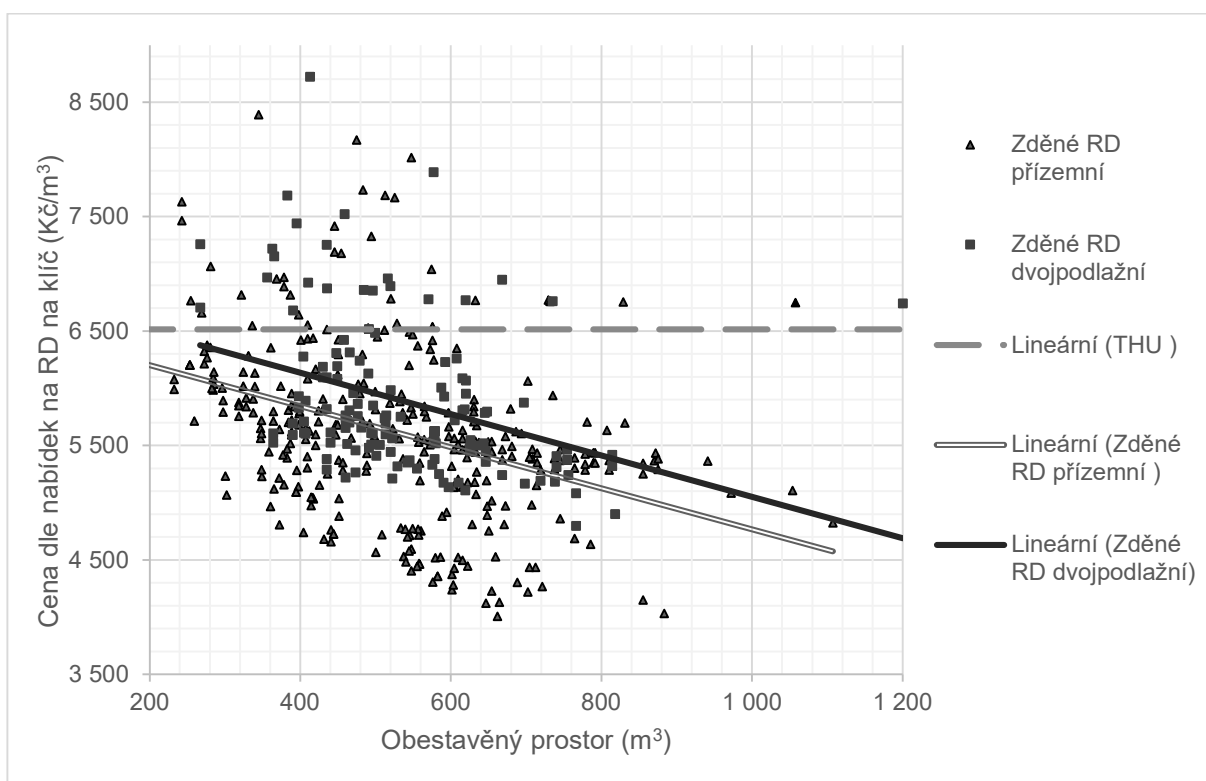
Tab. č. 44 Korelační matice proměnných investiční náklady a pořizovací náklady dle cenového ukazatele. [vlastní]

	Poř. náklady dle cenového ukazatele	Investiční náklady
Poř. náklady dle cenového ukazatele	1,000000	0,829046
Investiční náklady	0,829046	1,0000000

Z grafů je patrná závislost jednotkových investičních nákladů JIN na počtu měrných jednotek, resp. velikosti objektu. Čímž se potvrzuje v oceňovací praxi zavedený zákon klesajícího mezního užitku, **tedy že s rostoucí velikostí klesá jednotková cena**. Také se potvrzuje, že jednotkové ceny se odvíjí od velikosti budovy. [21]



Graf č. 11 Závislost počtu měrných jednotek na JIN - dřevostavby [vlastní]



Graf č. 12 Závislost počtu měrných jednotek na JIN - zděné rodinné domy [vlastní]

Jednofaktorové analýzy rozptylu ANOVA je použito pro zjištění vlivu počtu podlaží a tvaru střechy na JIN. V posouzení je rozlišováno mezi jednopodlažními a vícepodlažními rodinnými domy. Dále je posouzen vliv tvaru zastřešení, pro účel hodnocení jsou rodinné domy rozděleny do dvou skupin. Do první skupiny spadají domy zastřešené sedlovou a valbovou střechou. Ve druhé skupině jsou pak zařazeny rodinné domy zastřešené pultovou a plochou střechou.

Tab. č. 45 Vyhodnocení vlivu tvaru střechy na JIN. [vlastní]

Anova: jeden faktor						
Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl		
<i>Sedlová, valbová</i>	1115	6620670	5937,821	878945,3		
<i>Plochá, pultová</i>	146	907295,3	6214,351	1045220		
ANOVA						
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	9871861	1	9871861	10,992	0,000941	3,848855
Všechny výběry	1,13E+09	1259	898095,3			
Celkem	1,14E+09	1260				

Tab. č. 46 Vyhodnocení vlivu počtu podlaží na JIN [vlastní]

Anova: jeden faktor						
Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl		
<i>Přízemní</i>	855	4959263	5800,307	718191,6		
<i>Vícepodlažní</i>	406	2568702	6326,853	1113373		
ANOVA						
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	76322035	1	76322035	90,28826	9,99E-21	3,848855
Všechny výběry	1,06E+09	1259	845315,2			
Celkem	1,14E+09	1260				



Na základě provedené analýzy ANOVA se zvolenou hladinou významnosti 0,05 se potvrzuje, jak vliv počtu podlaží rodinných domů, tak tvaru střechy na jednotkové investiční náklady JIN.

Zkušenosti s výpočty obestavěného prostoru u rodinných domů se šikmou střechou (valbová, sedlová) ukazují, že zpravidla je do obestavěného prostoru zahrnuto značné množství zcela nevyužitého prostoru. Tento nadbytečně zahrnutý obestavěný prostor pak navyšuje výsledné pořizovací náklady určené dle cenových ukazatelů a zkresluje tak samotný výsledek. Zároveň ale při opačném postupu „naředí“ celkové náklady do většího objemu měrných jednotek. Jak je patrné z grafů při porovnání jednotkových cen dle m³ obestavěného prostoru, jeví se v obou materiálových bázích levnější přízemní stavby. Dále však při porovnání jednotkových cen viz tab. 48 dosahují nižších jednotkových investičních nákladů právě stavby vícepodlažní.

Princip zahrnutí nadbytečného obestavěného prostoru lze demonstrovat na příkladu rodinného domu s variantně plochou či sedlovou střechou. Užitná plocha je stejná pro obě varianty. Přesah štítové zdi přes rovinu střechy, stejně jako atika, nejsou do obestavěného prostoru zahrnuty. V případě použití cenového ukazatele na úrovni 6 tis/m³ bez DPH se do určení nákladové hodnoty vnáší rozdíl cca 390 tis. bez DPH. Z rozpočtářské praxe autora vychází, že provedení

plochých střech a šikmých střech pomocí příhradových vazníků nevykazuje takto zásadní rozdíly. Samotná konstrukce střechy je sice levnější u šikmé střechy, vznikají však dodatečné náklady na štít, omítku aj. Zároveň trend potvrzuje také tab. č. 47, kdy vyšší odchylky mezi pořizovacími náklady dle THU a Investičními náklady jsou dosaženy u přízemních rodinných domů.

Tab. č. 47 Ukázka dopadu tvaru střechy na obestavěný prostor stavby [vlastní, nabídka tfgdomy.cz]

Střecha	Plochá střecha	Šikmá střecha
Vizualizace		
Obestavěný prostor základů [m ³]		89
Obest. prostor vrchní stavby [m ³]		298
Obestavěný prostor zastřešení [m ³]	40	104
Rozdíl [m ³]		65

Na základě přepočtu investičních nákladů rodinných domů na klíč na jednotkové investiční náklady, vztažené k užitné ploše rodinných domů, je stanoven také procentuální rozdíl pro materiálovou bázi. Z tab. č 46 je tak patrné, že dražší materiálovou bází z pohledu jednotkových nákladů jsou dřevostavby.

Tab. č. 48 Komparace JIN vztažených na m² užitné plochy [vlastní]¹⁵

Materiálová báze	Podlažnost	Investiční náklady (IN)	Rozdíl
		Kč/m ²	%
Zděné RD	přízemní	29 209	0,035
Dřevostavby		30 261	
Zděné RD	dvojpodlažní	24 726	0,132
Dřevostavby		28 500	

8.6.2 Posouzení nákladového způsobu dle vyhlášky č. 441/2013 Sb.

Na základě použití nákladového způsobu dle oceňovací vyhlášky jsou stanoveny pořizovací náklady, bez vlivu polohy stavby a vlivu trhu, tedy koeficientu K5 a pp. Základní (jednotkové ceny) dle cenového předpisu jsou upraveny koeficientem pro změnu ceny Ki. Obestavěný prostor byl

¹⁵ Hodnoty se od výsledků z primární databáze drobně liší, neb byly odstraněny některé levné zděné rodinné domy, které měly chybějící informace o geometrii.

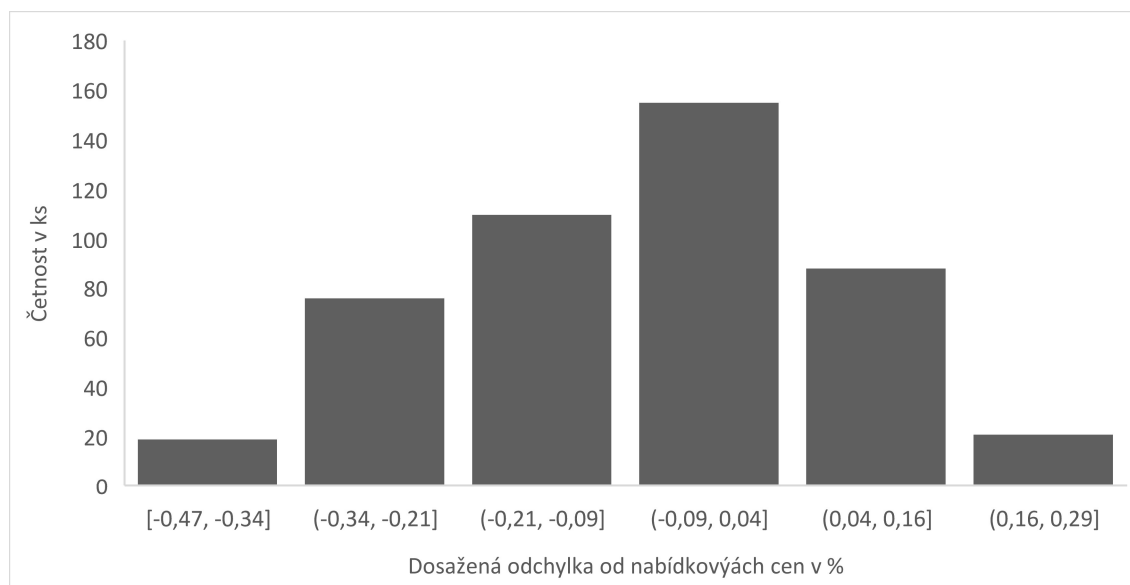
stanoven dle pravidel oceňovací vyhlášky, tj., obestavěný prostor základů do výpočtu vstupuje pouze omezeně.

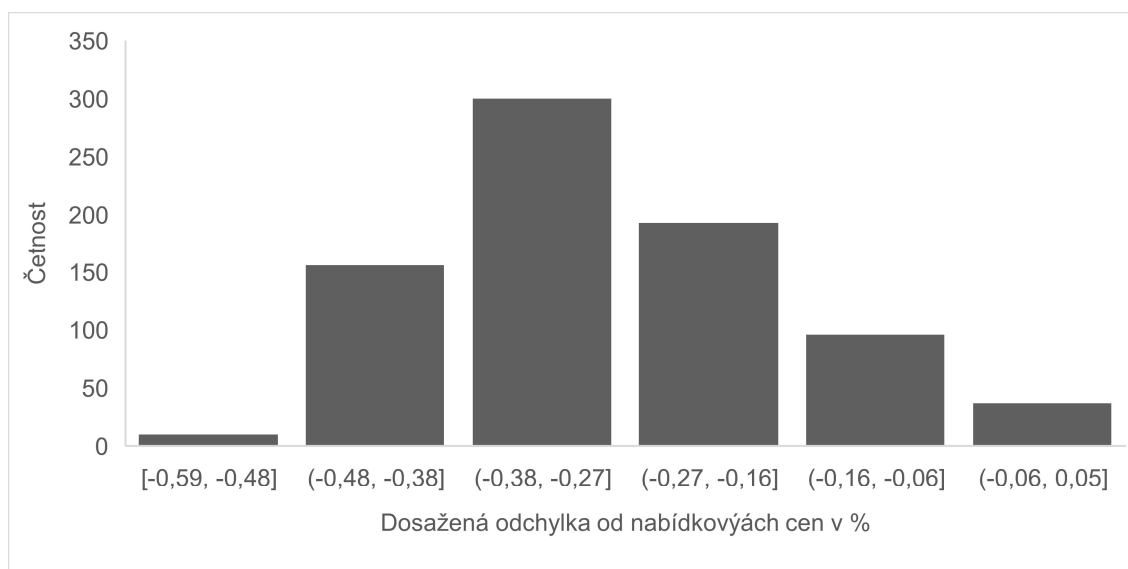
Pro analýzu bylo využito dvou přístupů. V prvním případě jsou pořizovací náklady dle oceňovací vyhlášky určeny pro všech 1 261 rodinných domů z modifikované databáze geometrie. Dále je stanovena odchylka mezi pořizovacími náklady dle oceňovací vyhlášky a investičními náklady. Z odchylek je pak stanoven medián odchylky. Ten je vyšší u dřevostaveb $-29,2\%$. Krom samotných investičních nákladů to může být zapříčiněno také tím, že v rámci cenového předpisu jsou dřevostavby považovány za levnější a mají tedy i nižší jednotkovou cenu. Jak ukazují grafy č. 13 a 14, u obou materiálovýchází převládají záporné odchylky, tedy že náklady určené dle cenového předpisu jsou nižší, jak investiční náklady stanovené na tržních datech.

Tab. č. 49 Medián odchylek cen určených nákladovým způsobem dle vyhlášky s nabídkovými cenami. [vlastní]

	Počet vzorků	Medián odchylky
Zděné RD	469	-0,164
Dřevostavby	792	-0,292
Celkem	1 261	

Graf č. 13 Rozložení odchylky mezi investičními náklady a poř. náklady určenými nákladovým způsobem dle vyhlášky, K4 = 1 a investičními náklady – zděné rodinné domy. [vlastní]





Graf č. 14 Rozložení odchylky mezi investičními náklady a poř. náklady určenými nákladovým způsobem dle, $K4 = 1$ a investičními náklady – dřevostavby. [vlastní]

V případě druhého přístupu je provedena analýza 20 rodinných domů různých materiálových bází, vč. provedení podrobného stanovení koeficientu vybavení $K4$ dle příslušných cenových podílů.

Z výsledků v tab. č. 50–54 je patrné, že vhodným přizpůsobením $K4$ lze odhad pořizovacích nákladů stavby určený nákladovým způsobem dle cenového předpisu upravit tak, aby byly blíže investičním nákladům.

Tab. č. 50 Komparace dosažených poř. nákladů dle nákladového způsobu ocenění s investičními náklady z databáze – zděné RD, přízemní. [vlastní]

Vzorek	Investiční náklady (IN)	$K4 = 1$	Rozdíl k IN	X	$K4 = X$	Rozdíl k IN
1	2 633 000	2 149 929	-0,225	1,160	2 494 391	-0,056
2	1 479 875	1 389 369	-0,065	1,160	1 611 974	0,082
3	1 989 875	1 958 292	-0,016	1,160	2 272 050	0,124
4	3 519 000	3 311 730	-0,063	1,160	3 842 335	0,084
5	3 735 000	2 576 112	-0,450	1,188	3 061 194	-0,220
Průměr			-0,164			0,003

Tab. č. 51 Komparace dosažených poř. nákladů dle nákladového způsobu ocenění s investičními náklady z databáze – dřevostavby, přízemní. [vlastní]

Vzorek	Investiční náklady (IN)	K4 = 1	Rozdíl k IN	X	K4 = X	Rozdíl k IN
1	3 749 607	2 651 858	-0,414	1,188	3 151 203	-0,190
2	3 518 074	2 659 907	-0,323	1,160	3 086 077	-0,140
3	1 789 875	1 697 119	-0,055	1,160	1 969 031	0,091
4	2 714 000	2 491 283	-0,089	1,160	2 890 436	0,061
5	3 699 875	4 509 331	0,180	1,160	5 231 816	0,293
Průměr			-0,140			0,023

Tab. č. 52 Komparace dosažených poř. nákladů dle nákladového způsobu ocenění s investičními náklady z databáze – zděné RD, dvojpodlažní. [vlastní]

Vzorek	Investiční náklady (IN)	K4 = 1	Rozdíl k IN	X	K4 = X	Rozdíl k IN
1	3 580 000	3 177 793	0,112	1,167	3 708 421	0,035
2	2 610 500	2 253 467	0,137	1,167	2 629 751	0,007
3	3 004 000	3 022 614	-0,006	1,167	3 527 330	0,148
4	3 590 000	3 170 896	0,117	1,162	3 684 517	0,026
5	3 600 000	2 589 843	0,281	1,185	3 069 119	-0,173
Průměr			0,128			0,009

Tab. č. 53 Komparace dosažených poř. nákladů dle nákladového způsobu ocenění s investičními náklady z databáze – dřevostavby, dvojpodlažní. [vlastní]

Vzorek	Investiční náklady (IN)	K4 = 1	Rozdíl k IN	X	K4 = X	Rozdíl k IN
1	4 135 050	3 407 998	-0,213	1,195	4 072 762	-0,015
2	3 478 655	2 279 902	-0,526	1,167	2 660 600	-0,307
3	3 997 875	3 131 801	-0,277	1,167	3 654 749	-0,094
4	3 460 000	2 886 650	-0,199	1,167	3 368 663	-0,027
5	2 894 964	2 028 623	-0,427	1,167	2 367 362	-0,223
Průměr			-0,328			-0,133

Platí však dříve uvedené, že vzhledem k nízké základní ceně pro dřevostavby je tato úprava náročnější. V případě volby nadstandardních konstrukcí lze dosáhnout nižších odchylek oproti určení ceny nákladovým způsobem, bez úpravy koeficientu vybavení K4. V případě individuálního určení koeficientu vybavení K4 je dosažená odchylka i tak v intervalu od -22 % do 29 %. Konkrétně pak v 25 % případů odchylka překročila +/-20 %, v 10 % případů pak odchylka překročila hranici +/- 15 %. U zbývajících 65 % případů byla odchylka detekována do +/- 15 %. Dlužno však dodat, že posuzované stavby jsou spíše v levnějším provedení, a tak samotná metoda může u skutečně nadstandardních staveb narážet na své limity.

Závěry jsou dále uvedeny v kapitole č. 9 Vyhodnocení, diskuze a návrhy zlepšení.

8.7 CÍL Č. 2 – FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ INVESTIČNÍ NÁKLADY ¹⁶

Závěry a zjištění na základě provedených analýz jsou dále uvedeny v kapitole č. 9 Vyhodnocení, diskuze a návrhy zlepšení.

Primární databáze

Na úvod analýzy závislosti jednotlivých proměnných je provedena korelační analýza. Jsou použity čtyři typy korelačních statistik, Pearsonova parametrická korelace a Spearmanova neparametrická korelace. Dále je provedena Kendallova korelace a Cramerova korelace. Mezi proměnnými *Užitná plocha* a *Podlažnost* je indikována středně silná pozitivní korelace. To lze vysvětlit tím, že v případě staveb s vyšší užitnou plochu se zpravidla jednalo o stavby dvojpodlažní. Největší přízemní rodinný dům má užitnou plochu 281 m² a z kategorie dvojpodlažních rodinných domů dosahuje pak největší podlahové plochy dům s 340 m² užitné plochy. Dále je nalezena korelace mezi proměnnými *Způsob vytápění* a *Komín*, avšak ta je indikována jako slabě pozitivní. To si autor vysvětluje skutečností, že nabídky s levnějším topným systémem (elektrické kotle, alt. přímotopy) byly zpravidla doplněny také komínem. Dražší zdroje tepla (teplená čerpadla, plynové kotle) měly komín jako volitelné příslušenství formou nadstandardu.

Tab. č. 54 Matice korelací vybraných proměnných. [vlastní]

Proměnná	<i>Užitná plocha</i> (Spearmanova k.)	<i>Podlažnost</i> Spearmanova k.)	<i>Systém vytápění</i> (Cramerova k.)	<i>Komín</i> (Cramerova k.)
<i>Užitná plocha</i>	1.000000	0.417918	-	-
<i>Podlažnost</i>	0.417918	1.000000	-	-
<i>Systém vytápění</i>	-	-	1.000000	0.214059
<i>Komín</i>	-	-	0.214059	1.000000

¹⁶ Problematika publikována: HRDLIČKA, T.; CUPAL, M.; KOMOSNÁ, M. Wood vs. brick: Impact on investment costs of houses. *Journal of Building Engineering*, 2022, roč. 49, č. 1, s. 1-9. ISSN: 2352-7102.

Investiční náklady (obecně cena nemovitosti) jsou považovány za závislou proměnnou a zbývající proměnné by měly určovat cenu jako prediktory. Model, vycházející z primární databáze, obsahující 1 520 nabídek na výstavbu rodinných domů na klíč, je stanoven odhadem OLS podle Gauss-Markovových předpokladů a vysvětluje 73,87 % rozptylu proměnné *IN*, potažmo $\ln(IN)$. Čímž potvrzuje správnou volbu prediktorů, kde všechny proměnné jsou statisticky významné na úrovni $\alpha = 0,05$ na základě jednotlivých t-testů kromě jednoho – proměnné *Komín*. Předpoklad normality reziduí byl velmi mírně narušen a nebyla zde indikována multikolinearita měřená faktory VIF, ty byly výrazně nepřesahovali hodnotu 1,0. Předpoklad heteroskedasticity byl v zásadě potvrzen, a proto byla použita log transformace modelu, resp. proměnné *IN*.

Tab. č. 55 Výsledky regresní analýzy OLS a GLM, primární databáze. [vlastní]

Výsledky regresní analýzy		OLS		GLM (exp link fce)	
Proměnná		$\ln(IN)$		$\ln(IN)$	
	koeficient	t stat.	p-hodnota	Wald stat.	p-hodnota
Abs. člen	14.22427	434.4178	0.000000	873.000	0.000000
<i>Užitná plocha</i>	0.00676	49.8159	0.000000	5529.746	0.000000
<i>Podlažnost</i>	-0.04747	-5.2449	0.000000	65.820	0.000000
<i>Garáž</i>	0.04731	5.2911	0.000000	47.616	0.000000
<i>Tvar střechy</i>	-0.06372	-4.2715	0.000021	16.309	0.000054
<i>Způsob vytápění (zdroj)</i>	0.07069	12.4701	0.000000	42.274	0.000000
<i>Podlahové vytápění</i>	0.04068	4.6516	0.000004	5.018	0.025092
<i>Komín</i>	0.00280	0.2515	0.801484	21.970	0.000003
<i>Tvar půdorysu</i>	0.02816	3.2655	0.001117	33.660	0.000000
<i>Cena obkladu</i>	0.00017	2.5466	0.010976	0.153	0.695952
<i>Materiálová báze</i>	-0.02323	-2.7263	0.006478	83.732	0.000000
<i>Propustnost pro vodní páry</i>	-0.10442	-10.0376	0.000000	7.620	0.005771
<i>Dodavatel</i>	0.00081	2.2877	0.022291	1603.989	0.000000
F (12,1507)		358.853		AIC	-2660.951
p-hodnota		0.0000		BIC	-2405.281
adjR2		0.7387			
Počet pozorování		1 520			

Alternativní model je založen na zobecněném lineárním modelovacím přístupu (GLM) a funkce log spojení byla prokázána jako nejlepší spolu s funkcí exponenciálního propojení ve srovnání s jinými modely označenými kritérii AIC a BIC. V případě funkce log link byly všechny proměnné podle Waldova testu statisticky významné pro jednotlivé proměnné, kromě proměnné *Cena obkladu*. Ta byla v porovnání s modelem OLS detekována jako významná. Opačná situace pak nastala u *Komína*, kdy GLM vykazuje tuto proměnnou jako významnou. Vzhledem k vyšší přesnosti

GLM z důvodu prolomení linearity a z důvodu přítomnosti proměnných jiného typu než poměrového, jsou následné závěry tvořeny na základě zobecněného lineárního modelovacího přístupu (GLM).

Dále pro podpoření výsledku vlivu materiálové báze byly podrobeny dalšímu zkoumání jednotkové investiční náklady (JIN) členěné do skupin dle materiálové báze. K vyhodnocení jednotkových investičních nákladů, resp. středních hodnot IN dvou materiálových bází, byl použit párový T test a neparametrická (pořadová) alternativa párového testu tzv. Wilcoxonův test. Na základě uvedených testů lze rozdíly středních hodnot v obou kategoriích považovat za statisticky významné na úrovni $\alpha = 0,05$ v obou testech. Rozdíl jednotkových investičních nákladů, resp. **jejich mediánu vychází ve výši 4,1 %**, viz tab. č. 56.

Tab. č. 56 Popisná statistika, jednotkové ceny JIN Kč/m². [vlastní]

	<i>N platných</i>	<i>Průměr</i>	<i>p-hodnota</i>	<i>Medián</i>
<i>Dřevostavby</i>	946	30 075	0,000802	29 556
<i>Zděné RD</i>	574	28 835	0,000273	28 334

Pro úplnost byla také provedena Pearsonova lineární korelace investičních nákladů JIN (Kč/m²) a *Součinitele prostupu tepla* obvodové stěny (W/m².K). Zde je nalezena středně silná negativní korelace mezi jednotkovými investičními náklady a *Součinitelem prostupu tepla stěny sledovaných vzorků*. Což potvrzuje předpokládaný efekt, čím nižší je Součinitel prostupu tepla (tj. je lepší), tím vyšší jsou jednotkové investiční náklady. Na korelaci je tak patrný přímý vliv vyšších užitných parametrů rodinných domů na jejich investiční náklady, **tedy i uplatnitelnost těchto parametrů na trhu s rodinnými domy**.

Tab. č. 57 Matice korelací vybraných proměnných. [vlastní]

	<i>Investiční náklady Kč/m²</i>	<i>Součinitel prostupu tepla U</i>
<i>Investiční náklady Kč/m²</i>	1,000000	-0,29359
<i>Součinitel prostupu tepla U</i>	-0,29359	1,00000

V návaznosti na statistickou nevýznamnost ceny obkladu (Kč/m², vč. DPH) je také provedena dodatečná Pearsonova parametrická korelace investičních nákladů (Kč/m²) a právě *Ceny obkladů*. Z tab. č. 58 vyplývá slabá pozitivní korelace těchto proměnných, tedy že s rostoucí cenou keramického obkladu rostou také investiční náklady. Avšak s rozsahem keramických obkladů v domě je dopad na celkové investiční náklady nízký.

Tab. č. 58 Matice korelací vybraných proměnných. [vlastní]

	<i>Investiční náklady Kč/m²</i>	<i>Cena ker. obkladu vč. DPH</i>
<i>Investiční náklady Kč/m²</i>	1,00000	0,17056
<i>Cena ker. obkladu vč. DPH</i>	0,17056	1,00000

8.7.2 Dílčí databáze č. II. – geometrie

Dílčí databáze č. II. – geometrie obsahující narozdíl od předchozí primární databáze pouze 1 398 vzorků je zaměřena na geometrii stavby, především pak *M-index*. Z důvodu chybějících podkladů pro stanovení zmíněného *M-indexu* bylo z primární databáze vyloučeno 122 vzorků.

Model na základě dílčí databáze č. II vysvětluje 79,4 % rozptylu proměnné IN, potažmo $\ln(IN)$. To lze považovat pro daný účel jako dodatečné. Rozdílně oproti primární databázi se jako statisticky nevýznamné jeví 5 proměnných. Jedná se o *Garáž*, *Podlahové vytápění*, *Dodavatel* a *M-index*. V neposlední řadě také proměnná *Materiálová báze*, ta se ukazuje jako nevýznamná, avšak velmi hraničně. Předpoklad normality reziduí byl velmi mírně narušen a nebyla zde měřena multikolinearita pomocí faktorů VIF. Ty byly uzavřeny na 1,0. Předpoklad heteroskedasticity se v podstatě opět potvrdil, a to díky log transformaci modelu.

Tab. č. 59 Korelace proměnné M-index (Pearson kor., Spearman kor., Kendall Tau kor.). [vlastní]

Variable	<i>M-Index (Pearson korelace)</i>	<i>M-Index (Spearman korelace)</i>	<i>M-Index (Kendall Tau korelace)</i>
<i>In (IN)</i>	0.067649	0.238454	0.160478
<i>Užitná plocha</i>	0.073175	0.217004	0.146277
<i>Podlažnost</i>	-0.074844	-0.213451	-0.174430
<i>Garáž</i>	0.057101	0.265957	0.217740
<i>Tvar střechy</i>	-0.066188	-0.055006	-0.044951
<i>Způsob vytápění (zdroj)</i>	-0.029299	-0.085078	-0.067062
<i>Podlahové vytápění</i>	0.006959	0.007221	0.005901
<i>Komín</i>	-0.038504	-0.042113	-0.034414
<i>Tvar půdorysu</i>	0.133207	0.526508	0.430257
<i>Cena obkladu</i>	-0.025439	-0.128198	-0.090615
<i>Materiálová báze</i>	0.021178	0.021896	0.017893
<i>Propustnost pro vodní páry</i>	0.041013	0.040042	0.032722
<i>Dodavatel</i>	0.045912	0.042304	0.028744

Alternativní model je založen na zobecněném přístupu lineárního modelování (GLM) a funkce log spojení se ukázala být nejvhodnější s funkcí exponenciálního propojení ve srovnání s jinými modely, které opět ukazují kritéria AIC a BIC. V případě funkce log link byla většina proměnných statisticky významná podle Waldova testu pro jednotlivé proměnné kromě dvou proměnných – podlahové vytápění a již zmíněný *M-Index*. Jeho statistická nevýznamnost je potvrzena také modelem OLS: Právě *M-index* je zařazen mezi proměnné jakožto ukazatel efektivity půdorysu, resp. jeho tvaru. V tomto případě však dochází ke korelaci s proměnnou *Tvar půdorysu* (nabývajících hodnot jednoduchý a složitý). Z toho důvodu byla proměnná odstraněna z OLS a GLM modelů prezentovaných v tab. č. 60. Korelace *M-indexu* s proměnnou tvaru podlaží je uvedena v tab. č. 59.

Tab. č. 60 Výsledky regresní analýzy OLS a GLM, databáze geometrie. [vlastní]

Regresní analýza	OLS			GLM (log link function)	
		ln (IN)		ln (IN)	
Proměnná	Koeficient	t stat.	p-hodnota	Wald stat.	p-hodnota
Abs. člen	14.14857	404.6276	0.000000	45671.06	0.000000
Užitná plocha	0.00726	61.1757	0.000000	5579.34	0.000000
Podlažnost	-0.06774	-8.6301	0.000000	79.51	0.000000
Garáž	-0.00592	-0.6754	0.499564	17.62	0.000149
Tvar střechy	-0.07760	-5.4020	0.000000	23.14	0.000002
Způsob vytápění (zdroj)	0.07363	14.5329	0.000000	49.29	0.000000
Podlahové vytápění	-0.01053	-1.2559	0.209366	0.46	0.496097
Komín	0.01983	1.9881	0.047001	24.05	0.000001
Tvar půdorysu	0.00038	6.4586	0.000000	23.71	0.000001
Cena obkladu	-0.01375	-1.7719	0.076637	80.19	0.000000
Materiálová báze	-0.09693	-10.6420	0.000000	6.55	0.010501
Propustnost pro vodní páry	-0.00033	-1.0204	0.307719	949.69	0.000000
Dodavatel	0.00227	0.5140	0.607304	2.49	0.114786
M-index					
F (12,1385)	449.821			AIC	-2438.148
p-hodnota	0.0000			BIC	-2212.707
adjR2	0.7940				
Počet pozorování	1 398				

8.7.3 Dílčí databáze č. III. – dřevostavby

Na základě statistického vyhodnocení (model OLS) dílčí databáze č. III – dřevostavby, obsahující 946 vzorků je stanoven vliv vybraných proměnných týkajících se pouze dřevostaveb. Dle výsledků provedené vícerozměrné lineární regrese, jejíž model vysvětluje 78,63 % rozptylu IN, resp. ceny, se stanovenou hladinou významnosti 0,05 je prokázán vliv:

- členství v zájmovém spolku Asociace dodavatelů montovaných domů z. s., nabývajících hodnot člen/nečlen k datu 1. 3. 2020, pozitivní vliv;
- proměnné vyjadřující vliv *Technologie výstavby* dřevostaveb (panelová/staveništní), jako levnější řešení je označena panelová technologie;
- vliv propustnosti stěn pro vodní páru, jako levnější se jeví stěny s difúzně uzavřenou skladbou.

Tab. č. 61 Výsledky regresní analýzy OLS, databáze dřevostavby. [vlastní]

Proměnné	b	t stat	p-hodn.
Abs. člen	14,21880	372,6777	0,000000
<i>Užitná plocha</i>	0,00662	41,5963	0,000000
<i>Podlažnost</i>	-0,03697	-3,6253	0,000304
<i>Garáž</i>	0,04007	3,9295	0,000091
<i>Tvar střechy</i>	-0,06286	-3,7034	0,000225
<i>Způsob vytápění (zdroj)</i>	0,04989	8,2503	0,000000
<i>Podlahové vytápění</i>	0,03804	3,6794	0,000247
<i>Komín</i>	-0,01047	-0,8812	0,378414
<i>Tvar půdorysu</i>	0,03542	3,5780	0,000364
<i>Cena obkladu</i>	0,00018	2,3941	0,016858
<i>Propustnost pro vodní páry</i>	-0,06432	-5,3169	0,000000
<i>Technologie výstavby</i>	-0,01820	-5,6557	0,000000
<i>Dodavatel</i>	-0,00055	-1,1200	0,263002
<i>ADMD</i>	0,10350	10,0383	0,000000
F (13,932)	268,613766		
p	0,0000		
Upravené R2	0,786391389		
Počet pozorování	946		

8.7.4 Dílčí databáze č. IV. – zděné RD

Dle statistického vyhodnocení dílčí databáze č. IV – zděné RD, obsahující 574 vzorků, je vyhodnocen vliv vybraných proměnných týkajících se pouze zděných rodinných domů – konkrétně pak *Technologie výstavby*, respektive skladby obvodových stěn. Dle výsledků provedené vícerozměrné lineární regrese, jejíž model vysvětluje 74,2 % rozptylu ceny, se stanovenou hladinou významnosti $p=0,05$ byl prokázán:

- vliv technologie výstavby obvodových stěn (jednovrstvé, vícevrstvé zdivo) s tím, že jednovrstvé zdivo je levnějším řešením, avšak dosahuje vyšších (horších) hodnot Součinitele prostupu tepla;
- vliv propustnosti stěn pro vodní páru, jako levnější lze označit konstrukce nepropustné pro vodní páru.

Zároveň se pomocí Pearsonovy parametrické korelace potvrdila silná závislost proměnné *Technologie výstavby* a *Propustnost stěn pro vodní páru*. Autor si tuto korelaci vysvětluje tím, že právě vícevrstvé zdivo je nejčastěji tvořeno zateplovacím systémem ETICS s použitím polystyrenu, tedy řešení difúzně uzavřené. Naopak jednovrstvé zdivo, např. tvořeno pórobetonovými tvarovkami, představuje difúzně otevřenou konstrukci.

Tab. č. 62 Výsledky regresní analýzy OLS, databáze zděné RD [vlastní]

Proměnná	b	t stat	p-hodn.
Abs. člen	13,91720	188,2058	0,000000
<i>Užitná plocha</i>	0,00701	32,5536	0,000000
<i>Podlažnost</i>	-0,08643	-5,5168	0,000000
<i>Garáž</i>	0,05635	3,8573	0,000128
<i>Tvar střechy</i>	-0,04943	-2,0237	0,043473
<i>Způsob vytápění (zdroj)</i>	-0,00156	-0,0837	0,933355
<i>Podlahové vytápění</i>	0,14700	7,3520	0,000000
<i>Komín</i>	0,13548	4,8323	0,000002
<i>Tvar půdorysu</i>	0,03401	2,3605	0,018590
<i>Cena obkladu</i>	0,00084	3,9256	0,000097
<i>Propustnost pro vodní páru</i>	-0,34854	-7,3325	0,000000
<i>Dodavatel</i>	0,00720	7,5028	0,000000
<i>Technologie výstavby</i>	0,07200	2,8552	0,004460
F (12,561)	138,440306		
Upravené R2	0,74215713		
p	0,000000		
počet sledování	574		

Tab. č. 63 Matice korelací vybraných proměnných. [vlastní]

Proměnná	<i>Technologie výstavby</i>	<i>Propustnost pro vodní páru</i>
<i>Technologie výstavby</i>	1,000000	0,994517
<i>Propustnost pro vodní páru</i>	0,994517	1,000000

8.7.5 Dílčí databáze č. V. – dvojpodlažní RD

Na základě statistického vyhodnocení dílčí databáze č. V. – dvojpodlažní RD, obsahující 555 vzorků, je stanoven vliv řešení druhého nadzemního podlaží. Podle výsledků provedené vícerozměrné lineární regrese, jejíž model vysvětluje 68,9 % rozptylu ceny, se stanovenou hladinou významnosti 0,05 je prokázán vliv řešení druhého nadzemního podlaží. Celkově je rozlišováno mezi třemi možnostmi. V prvním případě se jedná o podkroví pod šikmou střechou s nízkou nadezdívkou cca 1 m, přičemž podkroví je tak z velké části tvořeno šikminami střechy. V druhém případě se jedná o tzv. vysokou nadezdívku, kde její výška je uvažována alespoň 2 m, zastřešena šikmou střechou. V případě pultové střechy jsou pak na stranu s vyšší nadezdívkou orientovány obytné místnosti, naopak na straně s nižší nadezdívkou jsou orientovány chodby, schodiště, koupelny aj. V posledním případě se jedná o plnohodnotné 2 NP s výškou min. 2,5 m, zpravidla zastřešeno plochou střechou, nebo šikmou střechou s nízkým sklonem. Současně byla nalezena středně silná záporná korelace právě mezi řešením 2 NP a tvarem střechy (sedlová, valbová, pultová, plochá).

Tab. č. 64 Matice korelací vybraných proměnných. [vlastní]

Proměnná	Řešení 2 NP	Tvar střechy
Řešení 2 NP	1,000000	-0,475052
Tvar střechy	-0,475052	1,000000

Tab. č. 65 Výsledky regresní analýzy OLS, databáze dvojpodlažní RD [vlastní]

Proměnná	b	t(542)	p-hodn.
Abs. člen	14,31880	283,5080	0,000000
Užitná plocha	0,00520	24,5190	0,000000
Podlažnost	0,02371	2,5402	0,011356
Garáž	0,08827	6,4889	0,000000
Tvar střechy	-0,04156	-1,5284	0,126986
Způsob vytápění (zdroj)	0,06135	6,4057	0,000000
Podlahové vytápění	0,08721	5,8625	0,000000
Komín	0,07912	4,3147	0,000019
Tvar půdorysu	0,00801	0,5354	0,592579
Cena obkladu	0,00034	3,3244	0,000946
Materiálová báze	-0,03851	-2,6912	0,007340
Propustnost pro vodní páru	-0,10876	-6,8271	0,000000
Dodavatel	-0,00198	-3,3537	0,000853
F (12,542)	103,341578		
Upravené R2	0,689130615		
p	0,0000		
Počet pozorování	555		

8.8 CÍL Č. 3 – POSOUZENÍ NÁKLADŮ ŽIVOTNÍHO CYKLU – LCC–KCE

Analýza LCC – KCE je provedena na modifikované databázi geometrie obsahující 1 261 rodinných domů na klíč, z toho 469 tvoří zděné rodinné domy a 792 dřevostavby. Zvolená délka životního cyklu byla 50 a 60 let, dále pak byla stanovena diskontní sazba 1,9 % na základě průměrné vážené úrokové míry hypoték.

Vyhodnocení dle mediánů jednotkových cen

V tab. č. 66 a č. 67 jsou uvedeny diskontované jednotkové náklady (Kč/m² užitné plochy) v závěrečné fázi životního cyklu – tedy náklady na likvidaci rodinných domů pro variantě zvolenou délku životního cyklu 50 a 60 let. Z porovnání jsou patrné rozdíly jak mezi podlažnostmi rodinných domů, tak mezi samotnými materiálovými bázemi rodinných domů. Jako méně nákladné se jeví demolice a následná likvidace vícepodlažních rodinných domů, a to především z důvodu hmotnosti základové konstrukce, která je u vícepodlažních budov zpravidla menšího rozsahu a zároveň jsou domy větší podlahové plochy, čímž se jednotkové náklady „rozprostrou“ na větší počet jednotek. Z hlediska celkových nákladů na demolici (ND) jsou v rámci materiálové báze levnější dřevostavby, a to s ohledem na nižší hmotnost vzniklé suti. Zároveň je ale patrné, že dřevostavby dosahují vyšších nákladů na demoliční práce, a to z důvodu náročnějších prací s vícevrstevnými konstrukcemi a separací odpadu, čímž se částečně stírá vzniklý rozdíl. Samotná volba délky životního cyklu nemá dopad na rozdíl mezi materiálovými bázemi.

Tab. č. 66 Současné hodnoty jednotkových nákladů (odhad medián) z budoucí hodnoty n=50 let. [vlastní]

Materiálová báze	Podlažnost	Demoliční práce –diskontováno (Kč/m ²)	Likvidace suti – diskontováno (Kč/m ²)	Celkové náklady na demolici (ND) (Kč/m ²)	Rozdíl (%)
Zděné RD		550	1 528	2 078	
Dřevostavby	Přízemní	679	1 235	1 914	8,0
Zděné RD		443	1 377	1 820	
Dřevostavby	Vícepatrové	551	968	1 519	17,0

Tab. č. 67 Současné hodnoty jednotkových nákladů (odhad medián) z budoucí hodnoty n=60 let. [vlastní]

Materiálová báze	Podlažnost	Demoliční práce – diskontováno (Kč/m ²)	Likvidace suti – diskontováno (Kč/m ²)	Celkové náklady na demolici (ND) (Kč/m ²)	Rozdíl (%)
Zděné RD		453	1 258	1 712	
Dřevostavby	Přízemní	559	1 017	1 576	8,0
Zděné RD		365	1 134	1 499	
Dřevostavby	Vícepatrové	454	797	1 251	17,0

Výsledky analýzy LCC – KCE, respektive mediány jednotkových nákladů, jsou pak uvedeny v tab. č. 68 a 69 pro zvolené délky životního cyklu. Již vstupující investiční náklady vykazují rozdíl mezi materiálovými bázemi. Ten je navíc umocněn vyřazením některých rodinných domů, pro které nebylo možné stanovit obestavěný prostor, který byl nutný pro další výpočty. Z části tak byly odstraněny zděné rodinné domy. Použité investiční náklady vykazují rozdíl 3,4 % pro přízemní rodinné domy. S ohledem na již zmíněnou dominantnost hmotnosti základové konstrukce u rodinných domů, viz výše a v kontextu nákladů celého životního cyklu, respektive s důrazem na konstrukce, je detekován rozdíl 2,8 % pro přízemní rodinné domy pro variantu životního cyklu 50 let a 3,0 % pro variantu životního cyklu 60 let. Obdobně je tomu u vícepodlažních staveb, pouze s tím rozdílem, že detekovaný rozdíl je roven 9,3 % u ŽC 50 let a 12,0 % u životního cyklu délky 60 let. **V obou případech jsou dražší dřevostavby.**

Tab. č. 68 Přehled jednotlivých dílčích nákladů LCC – kce, diskontováno, varianta 50 let, mediány jednotkových cen. [vlastní]

Materiálová báze	Podlažnost	Investiční náklady (IN)	Náklady na údržbu (ÚN)	Provozní náklady (PN)	Náklady na demolici (ND)	Celkem LCC – KCE	Rozdíl
		Kč/m ²	Kč/m ²	Kč/m ²	Kč/m ²	Kč/m ²	%
Zděné RD		29 209	4 437		2 078	35 725	
Dřevostavby	Přízemní	30 261	4 597	Předpokládá se sejná výše nákladů	1 914	36 772	2,8
Zděné RD		24 726	4 597		1 820	31 143	
Dřevostavby	Vícepatrové	28 500	4 329		1 519	34 348	9,3

Tab. č. 69 Přehled jednotlivých dílčích nákladů LCC – kce, diskontováno, varianta 50 let, mediány jednotkových cen. [vlastní]

Materiálová báze	Podlažnost	Investiční náklady (IN)	Náklady na údržbu (ÚN)	Provozní náklady (PN)	Náklady na demolici (ND)	Celkem LCC – KCE	Rozdíl
		Kč/m ²	Kč/m ²	Kč/m ²	Kč/m ²	Kč/m ²	%
Zděné RD	Přízemní	29 209	4 691		1 712	35 612	3,0
Dřevostavby		30 261	4 860	Předpokládá se sejná výše nákladů	1 576	36 697	
Zděné RD	Vícepatrové	24 726	3 971		1 499	30 196	12,0
Dřevostavby		28 500	4 577		1 251	34 328	

Vícerozměrná regresní analýza „LCC – KCE“

Dále je provedena vícerozměrná regresní analýza pro ověření vlivu vybraných proměnných na náklady životního cyklu s důrazem na konstrukce (LCC – kce). Faktory se týkají především velikosti (*Užitná plocha*), počtu podlaží (přízemní/vícepatrové), *Tvar střechy* (šikmá/plochá), *Materiálové báze* (zděný RD/dřevostavba) a také *M-index*, jakožto ukazatel efektivity *Tvaru podlaží*. Statistická hladina významnosti je volena na úrovni 0,05, výsledky jsou patrné z tab. č. 70 pro délku životního cyklu 50 let a z tab. č. 71 pro délku životního cyklu 60 let.

Tab. č. 70 Výsledky regresní analýzy OLS, délka životního cyklu = 50 let. [vlastní]

Proměnná	"b"	t stat.	p-hodnota
Abs.člen	1012083	12.4691	0.000000
<i>Užitná plocha</i>	28758	56.8576	0.000000
<i>Mat. báze</i>	198962	6.6641	0.000000
<i>Podlažnost</i>	-353476	-10.0040	0.000000
<i>Tvar střechy</i>	-341396	5.4580	0.000000
<i>Tvar podlaží</i>	-22874	-0.7129	0.476066
F (5,1255)	786.721452		
p-hodnota	0.0000		
adj R ²	0.757160		
Počet pozorování	1 261		

Tab. č. 71 Výsledky regresní analýzy OLS, délka životního cyklu = 60 let. [vlastní]

Proměnná	"b"	t stat.	p-hodnota
Abs.člen	1007578	12.33288	0.000000
<i>Užitná plocha</i>	28629	56.23507	0.000000
<i>Mat. báze</i>	203903	6.78519	0.000000
<i>Podlažnost</i>	-350046	-9.84248	0.000000
<i>Tvar střechy</i>	-335691	-5.33184	0.000000
<i>Tvar podlaží</i>	-22994	-0.71193	0.476644
F (5,1255)	770.29054		
p-hodnota	0.0000		
adj R ²	0.753253		
Počet pozorování	1261		

Jak je patrné z tab. č. 70 a 71, bylo dosaženo R² upravené = 75,7 %, resp. 75,3 %, což lze označit za poměrně dobrý výsledek a potvrzuje to vhodný výběr proměnných. Ty jsou stanoveny především s ohledem na nejvýznamnější faktory ovlivňující hmotnost suti při demolici.

Všechny testované proměnné, kromě tvaru podlaží, jsou statisticky významné, a to vč. materiálové báze, což potvrzuje výše uvedené výsledky na základě porovnání mediánů jednotkových nákladů LCC – KCE.

Výsledky jsou okomentovány v kapitole 9 – Vyhodnocení, diskuze a návrhy zlepšení.

9 VYHODNOCENÍ, DISKUZE A NÁVRHY ZLEPŠENÍ

V návrhové části práce jsou dílčí výsledky jednotlivých metod sumarizovány a dále jsou porovnány s výsledky obdobných výzkumů a studií dostupných ve vědeckých databázích. Členění odpovídá jednotlivým dílčím cílům, viz kapitola cíl práce. Je uvedeno hodnocení stanovených hypotéz H1– H6 a součástí je také diskuze výsledků.

Posuzované databáze byly sestaveny k 03/2020, tedy na prahu období, kdy započaly turbulentní změny na trhu stavebních prací a trhu se stavebními materiály. Z dnešního pohledu (2022) lze období sestavení databáze považovat za období, kdy byl trh ustálen, tj. bez výrazných výkyvů v cenách jednotlivých komodit ve stavebnictví.

S ohledem na diskutované výsledky je třeba připomenout, že databázi tvoří nabídkové ceny na výstavbu rodinných domů na klíč. Jedná se o specifický segment trhu, který je tvořen typovými rodinnými domy. Nabízený standard je pak často spíše výchozí cenou pro následnou úpravu, např. zvýšení standardu povrchů, zařizovacích předmětů a další klientské změny. Nicméně se jedná o úplné a funkční rodinné domy, které splňují platnou legislativu.

9.1 CÍL Č.1 – POSOUZENÍ METOD NÁKLADOVÉHO OCENĚNÍ

Cenové ukazatele

V rámci splnění dílčího cíle č. 1 porovnání běžně používaných metod nákladového ocenění jsou investiční náklady na výstavbu rodinných domů na klíč porovnány s pořizovacími náklady, určenými pomocí cenových ukazatelů spol. RTS (THU). Ty jsou stanoveny pro 1 261 rodinných domů.

Na základě porovnání investičních nákladů a odhadu pořizovacích nákladů dle cenových ukazatelů je dosažen medián odchylky v intervalu od 13,6–40 %. V drtivé většině pak převládá kladná odchylka, tedy že investiční náklady stanovené na základě tržních dat rodinných domů na klíč jsou **nižší** jak stanovené pořizovací náklady pomocí cenových ukazatelů RTS.

Samotná metodika k odhadu pořizovacích nákladů dle cenových ukazatelů uvádí, že běžnou odchylkou je interval $\pm 15\%$, v některých případech až $\pm 25\%$. Avšak i hranice odchylky $\pm 25\%$ byla v řadě případů překonána. U většiny vzorků převládá kladná odchylka, tedy že investiční náklady stanovené na tržních datech jsou nižší jak odhadované pořizovací náklady pomocí cenových ukazatelů. [3]

Dle analýzy jednotkových investičních nákladů JIN (Kč/m³), stanovených přepočtem investičních nákladů a obestavěného prostoru, byla zjištěna závislost investičních nákladů na počtu měrných jednotek (m³ obestavěného prostoru) pro obě zkoumané materiálové varianty. Na základě provedené analýzy tak lze potvrdit v oceňovací praxi známý zákon klesajícího mezního užítku, tedy že s rostoucí velikostí objektu klesá jednotková cena. Stejně tak se potvrzuje tvrzení, že na velikosti objektu závisí výsledná jednotková cena. [19] To částečně vyvrací autoři případové

studie ze Slovenska. Ti uvádí, na základě porovnání 10 rodinných domů různé velikosti a podlažnosti, že jednotkové náklady (EUR/m³) se v závislosti na velikosti budovy liší pouze s odchylkou +/- 12,5 %. [2]

Na základě provedených analýz ANOVA je stanoveno, že jednotkové investiční náklady JIN (Kč/m³) jsou ovlivněny také podlažností (přízemní a vícepodlažní) a dále také typem střechy (šikmá a plochá). V obou případech se potvrdil vliv zkoumaných faktorů. Konkrétně pak je zjištěno, že jednotkové investiční náklady pro rodinné domy přízemní jsou vyšší oproti vícepatrovým rodinným domům. Podle studie [96] je to dáno náklady na vybudování základové konstrukce. A v neposlední řadě byl potvrzen také vliv tvaru střechy na jednotkové ceny, tedy především z hlediska zahrnutí nadbytečného prostoru do odhadu pořizovacích nákladů v případě rodinných domů s šikmou střechou a půdním prostorem. Tento nadbytečný obestavěný prostor pak uměle navyšuje odhad pořizovacích nákladů a zároveň nepřináší uvažovaný užitek (obytného prostoru). Jak uvádí Zazvonil, v zahraniční převládá užití plošných měrných jednotek, neb se neuvažuje, že by stavby ve stejném segmentu měly natolik odlišné výšky. [15] M² tak představují lepší alternativu měrných jednotek.

Problematikou samotnou je dostupnost cenových ukazatelů, resp. technicko-hospodářských ukazatelů. A to jak pro určení nákladové hodnoty, tak pro prvotní odhady pořizovacích nákladů v předinvestiční fázi stavebního projektu. Právě tyto informace často chybí pro nově užívané technologické postupy výstavby, na problém odkazuje případová studie ze Slovenska [2], která byla inspirací pro dílčí cíl této disertační práce.

V České republice jsou k prvotním odhadům nákladů užívány cenové ukazatele spol. RTS v členění dle typu stavby a materiálové báze. Pro jednobytové rodinné domy jsou k dispozici cenové ukazatele pro rodinné domy se svislou konstrukcí zděnou (cihly, tvárnice), betonovou monolitickou, betonovou prefabrikovanou a v neposlední řadě také na bázi dřeva. Dále je dostupný cenový ukazatel průměrný pro zmíněné čtyři materiálové báze. Blíže není materiálová báze rozlišena. To znamená, že v případě dřevostavby se použije stejný cenový ukazatel pro přízemní i vícepatrový rodinný dům, stejně jako pro všechny konstrukční systémy. A to od roubenky, přes difúzně otevřené a uzavřené rámové konstrukce až po celostěnové masivní panely z CLT. V kontextu zděných staveb cenový ukazatel nerozlišuje typ zdiva, byť z dílčích porovnání [43] je patrné, že nákladnější je provedení zdiva jednovrstvého (např. cihly plněné tepelnou izolací, pórobetonové bloky) oproti zdivu s dodatečným zateplením (ETICS nebo provětrávanou fasádou). [43]

Na základě výše uvedených výsledků je patrné, že využití jednotkových cen, které pokrývají všechny druhy rodinných domů, od velikosti po různé konstrukční systémy, přináší navýšení odchylek od investičních nákladů založených na tržních datech, stejně jako od nákladů již realizovaných staveb (přesnost prvotních predikcí). Což vede ke snížení důvěryhodnosti celé metody.

K tématu rozdílnosti nákladů dle cenových soustav a tržních cen Zazvonil uvádí: „Žádná metoda výpočtu nákladů v současných podmínkách liberalizace cen neexistuje a že i nejrůznější

ceníkové náklady je třeba pokládat pouze za ceny orientační, které trh stavebních prací a dodávek může více či méně akceptovat.“ [15]

Důkazem těchto slov je velmi dynamický vývoj cen stavebních materiálů v období od června 2021, trvajícím dosud. V tomto období ve velmi krátkém čase výrazně stoupla cena některých materiálů, především pak dřeva a výrobků z něj, tepelných izolací, především z EPS a jiných plastových výrobků. [3] S takovou rychlostí však nedokáže reagovat žádná cenová soustava (RTS i ÚRS jsou aktualizovány 2x do roka). Cenové ukazatele jsou pak aktualizovány 1x za rok. Právě tyto argumenty vedly k použití investičních nákladů založených na tržních datech, tak aby se předešlo zkreslení výsledků použitím právě uměle tvořených cen.

H1: Odhad investičních nákladů pomocí cenových ukazatelů RTS (THU) vykazuje běžnou odchylku +/- 15 % při porovnání s nabídkovými cenami na výstavbu rodinných domů.

Na základě komparace pořizovacích nákladů dle cenových ukazatelů s investičními náklady na výstavbu rodinných domů na klíč se **hypotéza zamítá**. Na analyzovaných rodinných domech bylo shledáno ve většině případů odchylek vyšších jak +/- 15 % .

Vzhledem k vývoji cen ve stavebnictví nebylo cílem disertační práce navrhnout nové cenové ukazatele, právě proto, že by došlo k jejich zestárnutí ještě před samotnou obhajobou. Nicméně s ohledem na provedené analýzy lze **navrhnout následující změny k implementaci**:

- podrobnější členění na rodinné domy dle podlažnosti;
- možnost zahrnout různé základové podmínky, stejně tak geometrii terénu, např. vhodnými přírážkami k základnímu cenovému ukazateli;
- přechod na jednotky plošné (m² užitné plochy), čímž se eliminuje vliv nadbytečného prostoru, např. vliv tvaru střechy a zároveň bude reflektováno využití podstřešního prostoru;
- rozlišení materiálů-konstrukční báze stavby, např.
 - na zděné stavby se svislou konstrukcí vícevrstvou, jednovrstvou,
 - stavby na bázi dřeva na stavby se svislou konstrukcí z masivního dřeva, roubenky, sruby);
 - stavby na bázi dřeva se svislou konstrukcí z rámové konstrukce (prefabrikované panely či staveništní montáž);
 - stavby na bázi dřeva se svislou konstrukcí tvořenou celostěnovými panely z CLT.
- doplnit možné přírážky dle materiálůvé báze stavby (difúzně uzavřená, otevřená aj);
- reflektovat technické systémy stavby, např. vzduchotechnika, rekuperace tepla, ale i různé způsoby vytápění např. tepelné čerpadlo vs. vlastní fotovoltaická elektrárna vs. plynový kotel a stanovit standard obsažený v cenovém ukazateli;
- stanovit standardní provedení především ve vztahu k cenové hladině některých komponent, jako jsou podlahové krytiny, obklady aj. a vytvořit případné přírážky na zamýšlený nadstandard.

Oceňovací vyhláška

V návaznosti na dílčí cíl č. 1 je analýze podroben také nákladový způsob ocenění dle cenového předpisu 441/2013 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Nejprve je určena cena nákladovým způsobem bez vlivu koeficientů úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu a dále s koeficientem vybavení $K_4 = 1$ pro 1 261 rodinných domů. Ceny dle cenového předpisu jsou v drtivé většině nalezeny se zápornou odchylkou, tedy že cena dle cenového předpisu je nižší jak investiční náklady stanovené na tržních datech. U dřevostaveb je dosaženo mediánu odchylky $-29,2\%$, u zděných rodinných domů se pak jedná o medián odchylky $-16,4\%$. Odchylky jsou v intervalu -59% až $+0,15\%$. Z toho je patrné, že využití nákladového způsobu dle cenového předpisu bez úpravy základní ceny o koeficient vybavení **K4, není vhodné.**

Dále bylo pro analýzu využito 20 rodinných domů různé velikosti, podlažnosti a materiálové báze. Oproti předchozímu kroku byl pro vybrané stavby stanoven koeficient vybavení K_4 , dle konkrétního řešení dodavatele. Jako nadstandardní řešení bylo zahrnuto řešení svislých konstrukcí, stropů, oken, vytápění a konstrukce střechy.

V případě volby nadstandardních konstrukcí lze dosáhnout nižších odchylek oproti určení ceny nákladovým způsobem bez úpravy koeficientu vybavení. V případě individuálního určení koeficientu vybavení K_4 je dosažena odchylka i tak v intervalu od -22% do $+29\%$. Konkrétně pak v 25 % případů odchylka překročila $\pm 20\%$, v 10 % případů pak odchylka překročila hranici $\pm 15\%$. U zbývajících 65 % případů byla odchylka detekována do $\pm 15\%$.

Z toho vyplývá, že při vhodné úpravě se lze investičním nákladům přiblížit, avšak odchylky jsou stále značné. Navíc s ohledem na případný vyšší standard stavby naráží metoda již na své limity. K tématu uvádí Zazvonil, že využití nákladového přístupu dle cenového předpisu je spíše nevhodné a nouzové řešení, především z důvodu zastarání cenových údajů. Stejně tak jsou zastaralé cenové podíly, které slouží k úpravě základní ceny a samotný standard staveb, který je klíčový pro úpravu základních cen. [15]

H2: Při použití nákladového přístupu oceňovací vyhlášky se dosahuje odchylky $\pm 15\%$ oproti nabídkovým cenám rodinných domů.

Stanovená hypotéza se s ohledem na četný výskyt odchylek přes $\pm 15\%$ od investičních nákladů stanovených na základě tržních dat **zamítá.**

Autor práce na problematiku zastaralého standardu, stejně jako na neadekvátní cenové podíly, poukazoval ve své diplomové práci. [25] Na základě výše uvedeného lze doporučit alespoň úpravu cenového předpisu dle následujících bodů:

- aktualizace jednotkových cen tak, aby standardní stavby (koeficient vybavení $K_4 = 1$) odpovídaly nákladům vycházejících z tržních hodnot;
- změna standardu stavby reflektující současné stavební technologie, materiály, technické systémy a vybavení;
- upravit cenové podíly pro logičtější a návodnější použití, především:

- podlahy – aktuálně je řešena pouze samotná krytina, skladba roznášecí vrstvy, tepelná či kročejová izolace není zahrnuta;
- tepelná izolace střech – je nutné aktuálně zahrnout do konstrukce střechy, což vzhledem k danému cenovému podílu může zkreslit výpočet koeficientu vybavení K4 především u dobře izolovaných domů;
- stěny – především pak u dřevostaveb, s možností výběru pro masivní stěny, rámové konstrukce, celostěnové panely aj.;
- technické systémy – především s důrazem na již nákladnější systémy jako tepelná čerpadla, vlastní FTV panely, aj.

9.2 CÍL Č. 2 – FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ INVESTIČNÍ NÁKLADY

V souladu s vytyčeným cílem identifikace a analýza faktorů, které ovlivňují investiční, resp. pořizovací náklady rodinných domů, bylo provedeno statistické testování na primární databázi a čtyř dílčích databázích. Celkově bylo zkoumáno 17 faktorů, které vzešly z literární rešerše, nebo zkušenosti a předpokladu autora. Na primární databázi, obsahující 1 520 nabídek na výstavbu rodinných domů, je pomocí modelu OLS vysvětleno 73,4 % závislé proměnné IN.

Materiálová báze

Primárně byla pozornost věnována vlivu *Materiálové báze*. Její vliv na investiční náklady rodinných domů je stanoven na základě několika přístupů.

Regresní modely OLS a GLM indikovaly v případě primární databáze obsahující 1 520 vzorků nižší investiční náklady pro dřevostavby. V případě modelu OLS je vliv vyčíslen na 2 %, avšak jedná se pouze o vliv na daný model. Tento výsledek tak nelze paušalizovat a považovat za závěr. Že se jedná o těsné difference potvrzuje vyhodnocení dílčí databáze č. 2 – geometrie, kde byla statistická významnost *Materiálové báze* zamítnuta (byť jen těsně). Avšak v případě přesnějšího modelu GLM je statistická významnost potvrzena.

Na základě přímého porovnání mediánu jednotkových investičních nákladů z primární databáze bylo stanoveno, **že dřevostavby mají vyšší investiční náklady o 4,1 %**. Tomu odpovídá i další zkoumání při plnění cíle č. 3, respektive při analýze nákladů LCC–KCE, konkrétně pak investičních nákladů. Zde byly určeny rozdíly mezi materiálovými bázemi 3,4 % pro přízemní rodinné domy a 13,2 % pro dvojpodlažní rodinné domy, v obou případech se jednalo o dražší dřevostavby. Rozdíly jsou dány zúžením databáze pro účel řešení cíle č. 3, zaměřeného na LCC.

Nižší investiční náklady pro dřevostavby, konkrétně pak o 7 % (medián) jsou stanoveny na základě přímého porovnání několika nabídek na výstavbu stejných rodinných domů v jiném materiálovém řešení, avšak se stejným vybavením (povrchy, vytápění, ...) shodným dodavatelem.

Z výše uvedeného je patrné, že v případě prostého porovnání dvou kategorií (zděný RD vs. dřevostavba) lze dřevostavby hodnotit jako dražší, a to s rozdílem mediánu až do 13,2 %, dle podlažnosti. Se zanedbáním podlažnosti pak lze hovořit o mediánu rozdílu 4,1 %, mezi materiálovými bázemi. Na základě provedených regresních modelů je však patrné, že řešení dřevostavby může

naopak být levnější oproti zděné variantě. Na rozdíl od přímého porovnání jednotkové ceny totiž není výsledek zatížen dalšími faktory, jako jsou např. cenová úroveň povrchu, způsob vytápění aj.

V neposlední řadě nižší pořizovací náklady pro dřevostavby jsou uvažovány také cenovými ukazateli (THU) pro rok 2020. Rozdíl zde činí 3,3 %. [3]

Na základě výše uvedených skutečností a jejich úvaze lze problematiku shrnout tak, že vliv **materiálové báze na investiční náklady zkoumaných rodinných domů je nízký a pohybuje se v řádu jednotek procent** dle konkrétního konstrukčního systému stavby, způsobu vytápění, geometrii rodinného domu a v neposlední řadě také s ohledem na konkrétního dodavatele. Nízký rozdíl mezi materiálovými bázemi pak může být zastíněn např. dražším systémem vytápění, cenovou úrovní povrchů či jiným nadstandardním vybavením. S jistým nadhledem lze říci, že v sestavené databázi 1 520 rodinných domů, zde lze najít jak levné zděné rodinné domy, tak dražší zděné rodinné domy a ve stejné analogii pak levné dřevostavby, stejně jako dražší dřevostavby.

H3: Dřevostavby jsou levnější oproti zděným rodinným domům o 10 %.

S ohledem k detekci nízké difference se stanovená hypotéza H3 **zamítná**.

K výsledkům rozdílu do 10 % došli také autoři ze Slovenska. Ve studii [6] uvažují vyšší investiční náklady pro dřevostavbu o 4–5 % oproti zděnému rodinnému domu. Vyšší investiční náklady u dřevostaveb byly nalezeny také v německých výzkumech. Walberg uvádí, že medián investičních nákladů dřevostaveb je vyšší o 4,1–4,3 % oproti zděným rodinným domům. [53] S opačným předpokladem, tedy že dřevostavby jsou levnější až o 10 %, uvažují autoři případové studie z Polska. [97] U další slovenské studie byl rozdíl pořizovacích nákladů u dřevostavby a zděné stavby dokonce 15 % (dřevostavba levnější). [5] Nutno podotknout, že se v obou případech jedná o komparaci jednoho rodinného domu ve dvou materiálových bázích, nelze tak informaci generalizovat na celý stavební trh. Nízký rozdíl (do 5 %) byl indikován také v případě porovnání investičních nákladů u třech variant obvodové stěny (zděná, rámová dřevostavba, masivní dřevěná konstrukce) v Litevské případové studii. [7]

Dlužno podotknout, že výsledky se také liší v závislosti na státě, kde je porovnání provedeno. Jak uvádí Balasbaneh et al, je to závislé například na dostupnosti materiálů [9], ale i rozvinutí stavebních zvyklostí a samotném stavebním trhu.

Nízký rozdíl investičních nákladů mezi zkoumanými materiálovými bázemi však neznamená, že materiálová báze má být při určování nákladové hodnoty zanedbána. Je třeba připomenout, že do primární databáze jsou zahrnuty pouze zděné rodinné domy a dřevostavby s rámovou konstrukcí, viz. Obr. č. 5. Naopak, nejsou zahrnuty další varianty dřevostaveb s využitím masivního dřeva (CLT panely, sruby, roubenky), u kterých byla indikována vyšší cena na základě porovnání nabídkových cen, viz kap. 8.1. Konkrétně lze hovořit o rozdílu mezi konstrukčními systémy s využitím masivního dřeva v porovnání s nejlevnější konstrukční variantou dřevostaveb (difúzně uzavřená konstrukce, staveništní montáž) o více jak 15 % dražší v případě CLT a až o 33 % oproti roubenkám a srubům.

Stejnou analogii můžeme nalézt také u silikátové materiálové báze. Například monolitické železobetonové stěny jsou výrazně dražší oproti zděné variantě a řada minoritních konstrukčních systémů (např. ztracené bednění na bázi dřevovláknitých desek, montované železobetonové panely aj.) nejsou do srovnání zahrnuty. Cílem disertační práce bylo zaměřit se na nejčteněji využívané konstrukční systémy.

V souvislosti s nákladovým přístupem je v řadě dostupných odborných zdrojů diskutována problematika uplatnění nákladů na trhu. [24], [22], [15] **Tu lze zjednodušit do otázky, zdali náklady vydané za určité (alternativní) řešení budou zákazníkem přijaty, přestože na trhu je dostupný produkt s obdobnými vlastnostmi za částku odlišnou oproti posuzovaným nákladům.** Příklad lze opětovně demonstrovat na nákladech betonové vs. ocelové haly, kdy uživateli jde pouze o prostor samotný, a tak zvýšené náklady na jednu z alternativ není ochoten akceptovat. [15]

Vyřčená otázka vyžaduje jistý nadhled na problematiku a vnímání rodinných domů jako prostoru, který poskytuje vše, co od něj uživatelé nebo právní předpisy vyžadují. Od ochrany před povětrnostmi, úspory energií při provozu až po vzhled, životnost aj.

Postavit vedle sebe dřevostavbu a zděný dům s tvrzením, že se jedná o shodné stavby samozřejmě není možné, avšak se zmíněným nadhledem, mohou obě stavby plnit svou funkci kvalitně a dlouhodobě. V obou případech lze najít určitá slabá místa nebo dokonce nedostatky u obou posuzovaných bází, viz Tab. č. 5. Například horší akustika, nízká akumulace tepla v zimě, přílišná akumulace tepla v létě, delší výstavbový proces aj. Avšak v obou zkoumaných materiálových bázích lze dosáhnout obdobných kvalit a splnění minimálních požadavků na stavby jako takové.

S ohledem na výsledky komparace a detekci nevýznamného rozdílu u investičních nákladů zkoumaných materiálových bází však lze říci, že i investiční náklady na dřevostavby, jakožto posuzované alternativy k majoritní výstavbě zděných domů, **své místo na trhu našly.** A právě se zmíněným nadhledem – dokonce i v totožné cenové úrovni jako zděné rodinné domy. Navzdory silné pozici tradiční silikátové výstavby v České republice.

Velikost a podlažnost rodinného domu

Investiční náklady jsou ovlivněny samotnou velikostí objektu, která je reprezentována velikostí *Užitné plochy*. Právě velikost objektu je nejčastější proměnnou v nákladových modelech. [60], [98] Stejně tak se projevil vliv počtu podlaží – *Podlažnost* (přízemní či dvojpatrové). **Konkrétně přízemní stavby jsou z hlediska investičních nákladů dražší oproti dvojpodlažním rodinným domům.** Hovořit lze o rozdílu investičních nákladů 13,2 % u zděných rodinných domů a o rozdílu 10 % v případě dřevostaveb. Tuto skutečnost potvrzují také autoři porovnání z Indie. Na základě hodnocení pořizovacích nákladů pro 122 residenčních domů byly potvrzeny nižší náklady pro vícepodlažní budovy. Autoři to zdůvodňují cenou základové konstrukce, která je zpravidla obdobná pro přízemní i dvojpátrový dům, stejně jako pro domy třípatrové a čtyřpatrové. [96] V neposlední řadě, velikost objektu se přímo podílí na výši jednotkových nákladů. [21] Stejně tak podlažnost

zahrnuli do svých nákladových modelů určených pro automatizovaný odhad nákladů jejich autoři ze Saudské Arábie [98] a Jižní Koreji. [60]

H4: Přízemní rodinné domy jsou dražší než vícepodlažní rodinné domy z hlediska jednotkových nákladů.

Na základě výše uvedeného se hypotéza H4 **přijímá**.

Technologie výstavby

V neposlední řadě lze nalézt také rozdíly mezi samotnými konstrukčními systémy u jednotlivých materiálových bází. To potvrzuje zkoumání na dílčí databázi č. III. – dřevostavby a č. IV. – zděné rodinné domy. V případě dřevostaveb se jako levnější jeví použití panelové montáže oproti staveništní montáži. V případě zděné varianty platí, že k levnějšímu řešení patří zdivo jednovrstvé. U posuzovaných variant však často toto řešení bylo na hranici použitelnosti stran platné legislativy. Alternativní řešení s ETICS tak většinou dosahovalo lepších vlastností, což potvrzuje i předešlý výzkum. [43]

Výše uvedené skutečnosti autor doporučuje reflektovat při zpracování odhadu investičních nákladů, a to jak pro účely předinvestiční přípravy, tak při určení nákladové hodnoty s následnou rekonciliací do tržní hodnoty.

H5: Panelová montáž dřevostaveb je z hlediska stavby levnější technologií v porovnání se staveništní montáží.

Hypotéza H5 se tak na základě výsledku výše uvedených **přijímá**.

Dodavatel

Jako statisticky **významná se potvrdila proměnná reprezentující *Dodavatele***. Právě proměnná *Dodavatel* zastupuje řadu proměnných, které nejsou technického charakteru. Jedná se například o dobré jméno stavební společnosti či vnesení vlivu lokality, kde daná stavební společnost sídlí. Stejně tak tato proměnná může odrážet kvalitu dodaného díla. Cíleně nebyla jiná proměnná zahrnuta, neb by bylo náročné a často neobjektivní kvalifikovat kvalitní dodavatele. Vzhledem k faktu, že se autor disertační práce pohybuje v profesní oblasti výstavby dřevostaveb, je si vědom toho, že v databázi jsou zahrnuty i společnosti méně kvalitní, avšak jedná se pouze o informace založené na základě cizích zkušeností, které nejsou nikterak podloženy. V minulosti autor vyvrátil vliv velikosti dodavatele rodinných domů na investiční náklady.

Členství v ADMD

V návaznosti na proměnnou *Dodavatel* se potvrdil vliv členství v zájmovém sdružení *Asociace dodavatelů montovaných domů z.s.* na dílčí databázi č. III. – dřevostavby, která má na **investiční náklady pozitivní dopad**, tedy navyšuje investiční náklady. Cílem Asociace je sdružovat kvalitní dodavatele a také dohlížet na udržení kvality dodávaných domů.

Byť tato proměnná přímo nevyovídá o parametrech předmětných rodinných domů, může částečně pomoci vysvětlit investiční náklady jednotlivých rodinných domů. Právě z důvodu autorovo znalosti trhu s dřevostavbami byla tato proměnná zařazena do analýz.

Ostatní

Dle očekávání se potvrzuje vliv způsobu vytápění (zdroj) a distribuce tepla (podlahové/lokální vytápění) na investiční náklady. Stejně tak existence komína a možnost parkování v domě, tj. přítomnost garáže.

Tvar střechy a řešení 2 NP

Jako statisticky významnou prokázaly modely proměnnou *Tvar střechy*, která rozlišuje mezi sedlovou, valbovou, plochou a pultovou střechou. Stejně jako u podlažnosti a velikosti objektu je tvar střechy jednou z využívaných proměnných do nákladových modelů. [61], [60] Ruku v ruce s tvarem střechy je pak způsob *Řešení 2 NP* z hlediska jeho výšky. Rozlišováno je mezi 2 NP ohraničeným rovinou šikmých střech, zvýšenou nadezdívkou, která poskytuje dostačenou výšku prostor a v neposlední řadě také plnohodnotným 2 NP, které je zakončeno plochou střechou nebo střechou šikmou s velmi nízkým sklonem. *Řešení 2 NP* se potvrdilo také jako statisticky významné. Jak už bylo zmíněno, řada zkoumaných proměnných je inspirována na základě literární rešerše. I v tomto případě právě proměnná výška podlaží byla použita v jednom z nákladových modelů. [98]

Tvar budovy

Z hlediska *Tvaru budovy* je pozornost zaměřena na tvar půdorysu 1 NP. Ten je sledován jednak pomocí M-indexu, který posuzuje efektivitu půdorysu (zkoumá vztah zastavěné plochy a obvodu) [91] a současně je sledován pomocí proměnné *Tvar půdorysu*, která nabývá hodnot „jednoduchý“ a „složitý“. Mezi jednoduché jsou řazeny půdorysy ve tvaru obdélníku či čtverce. Jakékoli narušení tvaru (výklenek, zapuštění terasy) je pak důvodem k zařazení do kategorie „složitý“. **Na základě primární databáze je prokázán vliv na investiční náklady, respektive vyšší náklady u složitých tvarů.** To potvrzují výsledky výzkumu autorů Belniak et al, kteří uvádějí, že optimálním tvarem budovy je obdélník o poměru stran 1:2. A zároveň autoři upozorňují, že každé zvýšení poměru mezi plochou stěn a plochou podlahy přináší navýšení pořizovacích nákladů. [65] Současně tvar půdorysu a následně budovy ovlivňuje nejen pořizovací náklady, ale i provozní náklady (z důvodu větší plochy obálky budovy a tím i vyšší teplotních ztrát). [64]

Cena keramického obkladu

Zkoumanou proměnnou je také cena keramických obkladů, ta reprezentuje cenovou úroveň všech povrchů zahrnutých v jednotlivých nabídkách (dlažba, podlahy obytných místností, obklady). Význam této proměnné se potvrdil u modelu OLS, avšak za daných podmínek přesnější model GLM její významnost popírá. Doplnková Pearsnova parametrická korelace ukazuje na slabou korelaci s Investičními náklady. Autor si skutečnost vysvětluje tím, že v jednotlivých nabídkách figurovaly ceny obkladů a krytin v podobné cenové úrovni s nízkým rozptylem. Konkrétně se interval

jednotkových cen obkladů (bez práce) pohyboval od 230–500 Kč/m², s mediánem 305 Kč/m². Např. Bettini et al zahrnul právě cenovou úroveň podlahových krytin do nákladového modelu. [62]

Součinitel prostupu tepla stěn

Součinitel prostupu tepla stěn byl u nabídek sledován z důvodu povědomí o řešení otázky energetické náročnosti jednotlivých rodinných domů. U několika dřevostaveb se sledovaný *Součinitel prostupu tepla* blíží se hodnotám vhodných pro pasivní domy, nicméně stavby samotné nebyly koncipovány jako pasivní, a tak byly v databázi ponechány.

Na základě Pearsonovy parametrické korelace byla ověřena spojitost *právě Součinitele prostupu tepla s Investičními náklady*. Středně silná korelace pak naznačuje, že náklady vydané na zlepšení tepelně technických vlastností obálky rodinných domů se podílí na **navýšení jejich investičních nákladů, bez ohledu na materiálové bázi**.

Propustnost pro vodní páry

Tato vlastnost obvodových stěn se projevuje jako statisticky významná skrze všechny databáze. Difúzně uzavřené konstrukce jsou zpravidla tvořeny zateplovacím systémem ETICS s použitím polystyrenu. Naopak jako difúzně otevřené jsou tvořeny buď jednovrstvým zdivem, nebo v případě dřevostaveb také ETICS, avšak z materiálů jako jsou dřevovláknité desky, minerální vlna aj.

Další použití dat

S ohledem na velké množství dat se nabízí také otázka vytvoření predikčního modelu pro stanovení investičních nákladů. S ohledem na situaci na trhu stavebních materiálů a stavebních prací tato problematika nebyla v práci přímo řešena. Navíc s ohledem na objektivní změny a podmínky by samotný model ztratil na aktuálnosti již před svým dokončením.

Společně s prvními změnami cen stavebních materiálů, tj. dřeva, ocel, výrobků z plastů část dodavatelů typových rodinných domů skryla své nabídky a na svých webových stránkách uvádí, že jsou na vyžádání. Udržitelnost takového modelu by byla velmi náročná. Zároveň opakovatelnost takového výzkumu je plněm rozsahu omezena.

9.3 CÍL Č. 3 – POSOUZENÍ NÁKLADŮ ŽIVOTNÍHO CYKLU – S DŮRAZEM NA KONSTRUKCE

Analýza nákladů životního cyklu s důrazem na konstrukce (LCC – KCE) je provedena na 1 261 vzorcích, respektive rodinných domech na klíč, s předpokládanou délkou trvání životního cyklu 50 a 60 let. Investiční náklady (IN) odpovídají nabídkovým cenám z databáze LCC. Vliv provozních nákladů (vytápění, ohřev TV) je upozaděno, respektive je uvažováno, že jsou náklady shodné pro obě materiálové báze. Náklady na údržbu (ÚN) jsou stanoveny v návaznosti na IN. Náklady na demolici (ND) jsou stanoveny na základě propočtu hmotnosti suti pro jednotlivé typy rodinných domů a nákladů na likvidaci suti. Dále pak jsou stanoveny náklady na demoliční práce dle cenové

soustavy RTS. Z hlediska hmotnosti suti, jejíž likvidace tvoří podstatnou část nákladů na konci životního cyklu budovy, mají dřevostavby určitou výhodu, byť jako dominantní z hlediska hmotnosti lze označit základovou konstrukci. U přízemních dřevostaveb byl detekován rozdíl v hmotnosti 19,2 % proti zděným stavbám. S ohledem na konstrukce, které mají významný dopad na hmotnost budovy jako celku, se rozdíl mezi materiálovými bázemi umocňuje u vícepodlažních budov, kdy především hmotnost stropní konstrukce umocňuje rozdíl mezi náklady na likvidaci suti. Dřevostavby jsou v případě vícepodlažních rodinných domů lehčí o 29,7 % oproti zděným stavbám s prefa-monolitickým stropem. Tato skutečnost se dále promítá i do celkových, resp. jednotkových nákladů na demolici (ND). Zde byly nalezeny nižší náklady pro přízemní dřevostavby o 8 % a o 17 % pro vícepodlažní dřevostavby oproti nákladům na demolici zděných rodinných domů.

Trend nižších nákladů na demolici, vč. likvidace suti, byl potvrzen např. případovou studií ze Slovenska, kde rozdíl nákladů na demolici tvoří 60 %. Jako modelový dům byl v případové studii použit dvojpodlažní rodinný dům s plochou střechou. [5] Dále například porovnání jednotlivých materiálových bází rodinného domu v Malajsii, kde je rozdíl stanoven na více jak 50 %. [99]

Na základě analýzy nákladů životního cyklu s důrazem na konstrukce (LCC – KCE) byly zjištěny rozdíly mezi materiálovými bázemi. Konkrétně se jedná o rozdíl v mediánech jednotkových nákladů LCC – KCE, kdy přízemní dřevostavby jsou o 2,8 % dražší jak přízemní zděné rodinné domy. Stejně tak vícepodlažní dřevostavby jsou dražší o 9,3 % oproti vícepodlažním zděným rodinným domům. Výsledky s ohledem na variantní délku životního cyklu 50 a 60 let se liší jen minimálně. Materiálovou bází, stejně jako podlažnost tak lze označit za proměnné, které ovlivňují náklady životního cyklu budovy, resp. náklady životního cyklu s důrazem na konstrukce. Závěrem tak lze uvést, že náklady životního cyklu s důrazem na konstrukce jsou v průměru o 6,1 % vyšší pro dřevostavby v porovnání se zděnými rodinnými domy. Demoliční náklady jsou sice nižší právě pro dřevostavby, avšak díky diskontování těchto plánovaných nákladů v 50. respektive 60. roce se rozdíl stírají. Výsledný rozdíl je tak převážně tvořen již počátečními rozdíly jednotkových investičních nákladů.

H6: Náklady celého životního cyklu u dřevostaveb jsou z pohledu nákladů na konstrukce levnější oproti zděným rodinným domům, za jinak srovnatelných podmínek.

Na základě výše uvedeného lze stanovenou hypotézu H6 zamítnout.

Před samotným porovnáním a diskuzí výsledků je třeba uvést, že výsledky LCC jsou různé napříč zeměmi, kde posuzovaná stavba stojí. To může být zapříčiněno například dostupností některých materiálů, ale i místními zvyklostmi, rozvinutostí trhu, klimatem aj. [99]

Z hlediska hodnocení nákladů životního cyklu z již provedených studií nelze jednoznačně uvést, která materiálová báze je z pravidla levnější . Například autoři z Litvy na základě porovnání rodinného domu, realizovaného jako zděného, se stěnami z masivního dřeva a dřevěné rámové konstrukce uvádí, že náklady životního cyklu se liší pouze nepatrně, zhruba do 3 %. [7] Autoři již zmíněné případové studie ze Slovenska naopak došli k závěru, že náklady životního cyklu budovy se stanovenou diskontní sazbou 5 % jsou 221 071 EUR pro dřevostavbu

a 265 418 EUR pro zděný rodinný dům, což činí rozdíl 16,7 % ve prospěch dřevostaveb. [5] Naopak vyšší LCC o 5 % pro dřevostavbu bez zahrnutí závěrečné fáze životního cyklu uvádí autoři jiné slovenské případové studie. [6] Vyšší LCC pro dřevostavby dokonce o 7 % pak uvádí komparace zděné a dřevné varianty stěn pro rodinný dům. [67] Výsledky ze Slovenska jsou vzhledem k podobnosti klimatu, stavebních zvyklostí i dostupností materiálu velmi cenné.

Trend nižších nákladů životního cyklu pro dřevostavby potvrzují také autoři porovnání z Malajsie. Autoři uvádí nižší LCC pro rodinný dům s dřevěnou prefabrikovanou konstrukcí stěn o 8,5 %. [9] Naopak vyšší LCC pro dřevostavby zase uvádí autoři případové studie z Portugalska, zároveň však uvádí, že vyšší náklady jsou kompenzovány nižším dopadem na životní prostředí. [83] Zároveň byl potvrzen vliv počtu podlaží na pořizovací náklady [96], což jde dle autorů porovnání ruku v ruce s množstvím svázané energie. Pořizovací náklady i samotný environmentální dopad jsou nejvyšší u přízemních staveb.

9.4 SHRNUÍ NEJPODSTATNĚJŠÍCH VÝSLEDKŮ

S ohledem na vytyčené cíle a důraz na komplexní přístup k oceňování dřevostaveb, respektive k identifikaci rozdílů mezi zděnými rodinnými domy a dřevostavbami lze uvést následující tvrzení. **Ta vyplývají z analýzy trhu a sestavené databáze k 1. 3. 2020.**

- Z hlediska investičních nákladů, resp. pořizovacích nákladů, je **rozdíl mezi zkoumanými materiálovými bázemi** (tedy jednovrstvé a vícevrstvé zděné konstrukce, rámové dřevostavby v provedení staveništní montáže a panelové montáže) **velmi nízký**, dosahující řádu jednotek procent. Z hlediska významnosti je vliv materiálové báze zastíněn velikostí rodinného domu, počtem podlaží, technologií vytápění aj. U ostatních konstrukčních systémů na bázi dřeva (sruby, roubenky, CLT panely) jsou předpokládány vyšší rozdíly oproti zděným rodinným domům.
- Jako **levnější se jeví využití panelové technologie výstavby oproti staveništní montáži u dřevostaveb**.
- Na základě porovnání jednotkových investičních nákladů jsou detekovány **rozdíly mezi přízemními a dvojpodlažními rodinnými domy až 13 %**. Za méně nákladné lze z hlediska jednotkové ceny označit dvojpodlažní domy.
- **Nižší investiční náklady jsou dosahovány u jednoduchých tvarů půdorysů** rodinných domů, např. čtverec, obdélník.
- Současně četně užívané **cenové ukazatele nejsou vhodné pro odhad investičních nákladů**, resp. pořizovacích nákladů u rodinných domů a vykazují vysoké odchylky mezi investičními náklady určenými na základě tržních dat a odhadem pořizovacích nákladů dle těchto ukazatelů. Problémem je jak samotná výše cenového ukazatele, tak nemožnost zahrnout ovlivňující faktory. Stejně tak platí, že **využití nákladového přístupu dle vyhlášky 441/2013 Sb. vykazuje vysoké odchylky, které jsou umocněny právě u dřevostaveb**, neb je vyhláška ohodnocuje nižší jednotkovou cenou.

- V rámci analýzy vybraných fází životního cyklu budovy byl potvrzený předpoklad, že **závěrečná fáze životního cyklu, tedy demolice a likvidace suti, je méně nákladná u dřevostaveb**. Avšak s vyššími investičními náklady právě na dřevostavby se vzhledem k malému vlivu diskontovaných budoucích nákladů rozdíl stírá. Z hlediska posouzení nákladů životního cyklu s důrazem na konstrukce vychází dřevostavby dražší, v průměru o **6,1 %**.
- Je evidována **nízká četnost obchodování dřevostaveb** (1,3 % ze 631 sledovaných transakcí), což přináší **problém sestavení vhodné srovnávací databáze v rámci určení ceny obvyklé, respektive tržní hodnoty**.

S ohledem na velmi dynamický vývoj cen stavebních materiálů i samotné práce od jara 2021 je kladen důraz na samotná poznání jednotlivých faktorů a skutečností dle cílů práce oproti procentuálnímu vyjádření jednotlivých vlivů. To by sice bylo pro praxi v oblasti oceňování nemovitostí i stavební přípravy také užitečné, avšak poplatné, zejména s ohledem na aktuální změny a turbulentní vývoj trhů.

10 ZÁVĚR

S rostoucím počtem dokončovaných dřevostaveb roste také potřeba jejich oceňování, a to jak nákladovým přístupem pro samotné investiční rozhodování, účely bankovní zástavy, tak za účelem určení tržní hodnoty, respektive s možností přihlédnout k nákladové hodnotě.

Cílem disertační práce je odpovědět na řadu elementárních otázek, které se týkají oblasti oceňování dřevostaveb a především stanovit, která materiálová báze je méně nakládaná, což se stalo i leitmotivem práce samotné. Od počátku bylo snahou soustředit veškeré relevantní informace k problematice týkající se nákladů, případně cen, ve vazbě na stavby na bázi dřeva, respektive dřevostavby. Současně je kladen důraz na použití tržních dat, které mohou poskytnout informaci o skutečně dosažitelných investičních nákladech a neopírají se o cenové soustavy, které ze své podstaty svými jednotkovými cenami nemohou obsáhnout všechny cenotvorné faktory na trhu stavebních materiálů a stavebních prací.

Základem disertační práce se stala **primární databáze 1 520 nabídek na výstavbu rodinných domů na klíč**, která byla sestavena k březnu 2020. U jednotlivých nabídek bylo sledováno 17 proměnných. Z primární databáze vzešlo také několik dílčích databází, tak aby bylo možné ověřit vliv vybraných proměnných na konkrétní množině vzorků z databáze (např. pouze dvojpodlažní stavby). Současně databáze založená výhradně na tržních datech umožňuje otestování zaužívaných metod nákladového ocenění a jejich vyhodnocení. V neposlední řadě je do problematiky vnesen také vliv celého životního cyklu budovy a jeho posouzení, s důrazem na konstrukce.

Na základě porovnání s investičními náklady, stanovenými dle tržních dat, se **nepotvrdilo, že běžně využívané metody nákladového ocenění nabízí vhodnou a přesnou možnost pro stanovení odhadu pořizovacích nákladů rodinných domů**. To platí jak pro cenové ukazatele spol. RTS, tak i nákladový přístup dle oceňovací vyhlášky. Zmíněné cenové ukazatele sice vhodně reflektují několika procentní rozdíl jednotkových nákladů mezi materiálovými bázemi, avšak problém nastává u samotného výpočtu. Kdy do jednotkových nákladů nejsou dostatečně reflektovány další faktory, jako již zmíněná podlažnost, způsob vytápění, konstrukční systém v detailnějším členění či propustnost konstrukce pro vodní páru. Nákladový přístup oceňovací vyhlášky sice umožňuje zahrnutí podlažnosti a individuálního navýšení cenových podílů, avšak výchozí ceny jsou nízké. Současný stav vyhlášky nezahrnuje možnost lépe reflektovat konstrukční systém stavby. S ohledem na zastarání oceňovací vyhlášky lze doporučit její celkovou revizi.

Na základě statistického testování a dalších podpůrných metod použitých na sestavených databázích je stanoveno, že vliv **materiálové báze na investiční náklady rodinných domů je nízký a pohybuje se v řádu jednotek procent**, dle konkrétního konstrukčního systému stavby, způsobu vytápění, geometrii rodinného domu a v neposlední řadě také s ohledem na konkrétního dodavatele. S ohledem na dynamicky se vyvíjející ceny není stanoven konkrétní procentní rozdíl.

Významnější dopad na náklady může způsobit např. volba počtu podlaží, která poukazuje na levnější vícepodlažní stavby oproti rodinným domům přízemním nebo volba konstrukce difúzně otevřených stěn pro průchod vodních par.

V kontextu zkoumání nákladů životního cyklu s důrazem na konstrukce bylo podrobena zkoumání 1 261 rodinných domů, a to jak dřevostaveb, tak zděných rodinných domů. Na základě analýzy nákladů se potvrzují nižší náklady na demolici a likvidaci suti u dřevostaveb. Tyto budoucí náklady, diskontované na současnou hodnotu, však výrazně nezmění vstupní rozdíl investičních nákladů. **Náklady životního cyklu s důrazem na konstrukce jsou odlišné jak pro rodinné domy různé materiálové báze, tak především pro rodinné domy dle různé podlažnosti.**

Vzhledem k naplnění dílčích cílů byl naplněn také cíl disertační práce .

Současně s plněním dílčího cíle č. 2 se také naskytla možnost vytvoření nákladového modelu, který by při zadání klíčových proměnných generoval odhad investičních nákladů. Avšak k jeho plné realizaci nebylo přistoupeno ze dvou důvodů. Prvním důvodem je fakt, že většina nabídek je koncipována spíše jako nízkonákladová s potenciálem pro zvýšení standardu. Druhým důvodem je pak udržitelnost takového modelu pro jeho smysluplné využití. tak jak ukázaly změny trhu od jara roku 2021, změny cen stavebních prací a materiálů se mohou měnit doslova z týdne na týden. Nákladový model by tak byl velmi brzy zastaralý a nesloužil by svému účelu.

Řešená problematika stále skýtá potenciál k rozšíření a novému poznávání, především pak s ohledem na další konstrukční systémy rodinných domů, které nebyly vzhledem k nízké četnosti výstavby předmětem zkoumání. Stejně tak se nabízí možnost rozšířit pole působnosti na další segment výstavby.

11 PŘÍNOS DISERTAČNÍ PRÁCE

Přínos disertační práce pro **vědní obor** lze prezentovat dvojí. V první řadě přínos zjištění vlivu materiálové báze na pořizovací náklady a komplexní přístup k problematice, kdy byly identifikovány také další faktory. V druhé řadě je přínosem využití informací stanovených na základě tržních dat. Nejedná se tak o teoretické náklady, avšak náklady, za které bylo možné k datu sestavení primární databáze stavbu realizovat.

Přínos dizertační práce pro **pedagogickou činnost** je ve využití nových poznání jak ve výuce bakalářských a magisterských oborů v oblasti ekonomiky ve stavebnictví a oceňování nemovitostí, tak pro další vzdělávání znalců a odhadců v rámci specializačního studia. Současně práce shrnuje dosavadní poznání v oblasti oceňování dřevostaveb a jednotlivé teze jsou zde diskutovány.

Přínos disertační práce pro **odbornou praxi** je především ve zpracování velkého množství dat, průřezově oběma materiálovými bázemi. Tím lze pomoci zodpovědět často diskutované otázky typu, která z materiálových bází je levnější. S ohledem na zjištěné skutečnosti lze taková nová poznání přímo aplikovat, a to jak při investičním rozhodování, tak i ve znalecké praxi. Právě pro tuto oblast je klíčovým poznáním, jak jsou užívané metody nákladového ocenění nepřesné.

Cenové ukazatele

Z hlediska praktického využití výstupů disertační práce lze uvažovat o implementaci změn cenových ukazatelů pro rodinné domy v následujícím znění:

- podrobnější členění na rodinné domy dle podlažnosti;
- možnost zahrnout různé základové podmínky, stejně tak geometrii terénu, např. vhodnými přírážkami k základnímu cenovému ukazateli;
- přechod na jednotky plošné (m² užité plochy), čímž se eliminuje vliv nadbytečného prostoru, např. vliv tvaru střechy a zároveň bude reflektováno využití podstřešního prostoru;
- rozlišení materiálově-konstrukční báze stavby, např.
 - na zděné stavby se svislou konstrukcí vícevrstvou, jednovrstvou,
 - stavby na bázi dřeva na stavby se svislou konstrukcí z masivního dřeva, roubenky, sruby);
 - stavby na bázi dřeva se svislou konstrukcí z rámové konstrukce (prefabrikované panely či staveništní montáž);
 - stavby na bázi dřeva se svislou konstrukcí tvořenou celostěnovými panely z CLT.
- Doplnit možné přírážky dle konstrukčně materiálové báze stavby (difúzně uzavřená, otevřená aj);
- reflektovat technické systémy stavby, např. vzduchotechniku, rekuperaci tepla, ale i různé způsoby vytápění, např. tepelné čerpadlo vs. vlastní fotovoltaická elektrárna vs. plynový kotel;

- stanovit standardní provedení, především ve vztahu k cenové hladině některých komponent, jako jsou podlahové krytiny, obklady aj. a vytvořit případné přírážky na zamýšlený nadstandard.

Nákladový přístup vyhláška 441/2013 Sb.

V souvislosti s analýzou nákladového přístupu dle cenového předpisu (vyhláška 441/2013 Sb.) lze do budoucna doporučit následující změny:

- aktualizaci jednotkových cen tak, aby standardní stavby (koeficient vybavení $K4 = 1$) odpovídaly nákladům vycházejícím z tržních hodnot;
- změna standardu stavby reflektující současné stavební technologie, materiály, technické systémy a vybavení;
- upravit cenové podíly pro logičtější a návodnější použití, především:
 - podlahy – aktuálně je řešena pouze samotná krytina, skladba roznášecí vrstvy, tepelná či kročejové izolace není řešena
 - tepelná izolace střech – je nutné aktuálně zahrnout do konstrukce střechy, což vzhledem k danému cenovému podílu může zkreslit výpočet koeficientu vybavení $K4$ především u dobře izolovaných domů;
 - stěny – především pak u dřevostaveb, s možností výběru pro masivní stěny, rámové konstrukce, celostěnové panely aj.;
 - technické systémy – především s důrazem na již nákladnější systémy jako tepelná čerpadla, vlastní FTV panely, aj.

12 PUBLIKAČNÍ ČINNOST K TÉMATU PRÁCE

1. HRDLIČKA, T.; CUPAL, M.; KOMOSNÁ, M. Wood vs. brick: Impact on investment costs of houses. *Journal of Building Engineering*, 2022, roč. 49, č. 1, s. 1-9. ISSN: 2352-7102.
2. HRDLIČKA, T. Komplexní analýza trhu s dřevostavbami. *TZB-info*, 2021, roč. 1, č. 1, s. 0-5. ISSN: 1801-4399.
3. HRDLIČKA, T.; JANDÁSKOVÁ, T. Oceňování dřevostaveb v kontextu tržního oceňování. *Dřevo&Stavby*. Praha: Provobis, 2021. s. 28-31.
4. HRDLIČKA, T.; CUPAL, M. Nákladové oceňování rodinných domů ve vazbě na materiálovou bázi. *Odhadce a oceňování majetku*, 2021, č. 2, s. 20-27. ISSN: 1213-8223.
5. HRDLIČKA, T. Komplexní analýza trhu s dřevostavbami. *Sborník příspěvků konference Junirostav*. 1. Brno: Vysoké učení technické, fakulta stavební, 2021. s. 669-674. ISBN: 978-80-86433-75-2.
6. HRDLIČKA, T. Vývoj pořizovacích nákladů rodinných domů v letech 2018 až 2019 v závislosti na materiálové bázi. *Sborník příspěvků konference Junior Forensic Science Brno 2020*. Brno: VUT v Brně, ÚSI VUT, 2020. s. 95-100. ISBN: 978-80-214-5827-7.
7. HRDLIČKA, T.; CUPAL, M. Brick versus wood construction in residential. In *SGEM Conference Proceedings 2019*. International multidisciplinary geoconference SGEM. první. Sofia, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd, 2019. s. 395-401. ISBN: 978-619-7408-89-8. ISSN: 1314-2704.
8. HRDLIČKA, T.; OPÁLKOVÁ, T. Dřevostavby – nejen ekonomický pohled na výstavbu. In *Sborník příspěvků - Juniorstav2019*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2019. s. 580-584. ISBN: 978-80-86433-71-4.
9. HRDLIČKA, T. Ekonomické porovnání obvodových konstrukcí staveb na bázi dřeva. In *Sborník příspěvků*. Brno: Ústav soudního inženýrství VUT v Brně, 2018. s. 100-104. ISBN: 978-80-214-5621-1.
10. HRDLIČKA, T.; ČECH, J. Střechy-fasády-izolace: Je lepší dřevostavba nebo zděná stavba?. Ostrava: Nakladatelství MISE, 2018. s. 36-39.

Další publikace autora jsou předkládány na zvláštním seznamu.

13 ZDROJE

- [1] JANÍČEK, Přemysl. *Systémová metodologie: brána do řešení problémů*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2014. ISBN 978-80-7204-887-8.
- [2] KOZLOVSKÁ, Mária, Zuzana STRUKOVÁ a Pavol KALEJA. Methodology of Cost Parameter Estimation for Modern Methods of Construction Based on Wood. *Procedia Engineering*. 2015, **108**, 387-393. ISSN 1877-7058. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.06.162>
- [3] *Cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2020* [online]. Brno, 2020 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: www.cenovasoustava.cz/dok/ceny/thu_2020.html
- [4] KAŇA, Zdeněk. Srovnání realizačních cen staveb na bázi dřeva a keramických systémů. *Časopis Stavebnictví: Speciál Dřevostavby*. 2011, **5**(22011), 32-34. ISSN 1802-2030.
- [5] ŠVAJLENKA, Jozef a Mária KOZLOVSKÁ. Houses Based on Wood as an Ecological and Sustainable Housing Alternative—Case Study. *Sustainability (Basel, Switzerland)* [online]. MDPI AG, 2018, **10**(5), 1502 [cit. 2021-08-10]. ISSN 2071-1050. Dostupné z: doi:10.3390/su10051502
- [6] POTKÁNY, Marek, Marek DEBNÁR a Monika ŠKULTÉTYOVÁ. LIFE CYCLE COST ANALYSIS FOR REFERENCE PROTOTYPE BUILDING IN ALTERNATIVES OF SILICATE AND WOOD-BASED STRUCTURE. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen res Publica Slovaca*. Zvolen, 2019, **61**(2), 137-152. ISSN 13363824. Dostupné z: doi:10.17423/afx.2019.61.2.13
- [7] MOTUZIENĚ, Violeta, Artur ROGOŽA, Vilūnė LAPINSKIENĚ a Tatjana VILUTIENĚ. Construction solutions for energy efficient single-family house based on its life cycle multi-criteria analysis: a case study: a case study. *Journal of Cleaner Production*. 2016, **112**, 532-541. ISSN 0959-6526. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.103>
- [8] THOMAS, D. a G. DING. Comparing the performance of brick and timber in residential buildings – The case of Australia. *Energy and Buildings*. 2018, **159**, 136-147. ISSN 0378-7788. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.094>
- [9] BALASBANEH, Ali, Abdul BIN MARSOND a Adel GOHARI. Sustainable materials selection based on flood damage assessment for a building using LCA and LCC. *Journal of Cleaner Production*. 2019, **222**, 844-855. ISSN 0959-6526. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.005>
- [10] RŮŽIČKA, Martin. *Moderní dřevostavba*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3298-5.
- [11] Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území. In: *Sbírka zákonů*. 2006, č. 501/2006 Sb.
- [12] *Zákon o oceňování majetku a o změně některých zákonů č. 151/1997 Sb.: (zákon o oceňování majetku)*. In: . Sbírka zákonů, 1997.

- [13] Vyhláška k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška). In: *Sbírka zákonů*. 2013, 441/2013 Sb. ve znění pozdějších předpisů.
- [14] BRADÁČ, Albert. *Teorie a praxe oceňování nemovitých věcí*. I. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2016. ISBN 978-80-7204-930-1.
- [15] ZAZVONIL, Zbyněk. *Odhad hodnoty nemovitostí*. Vyd. 1. Praha: Ekopress, 2012, 454 s. : grafy, tab. ISBN 978-80-86929-88-0.
- [16] *Indexy cen stavebních děl - čtvrtletní časové řady - 1. čtvrtletí 2022* [online]. In: . Praha: Český statistický úřad, 2022 [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-cen-stavebnich-praci-indexy-cen-stavebnich-del-a-indexy-nakladu-stavebni-vyroby-ctvtletni-casove-rady-1-ctvtletni-2022>
- [17] DUFEK, Zdeněk, Jana KORYTÁROVÁ, Tomáš APELTAUER et al. *Veřejné stavební investice*. Praha: Leges, 2018, 387 stran : grafy. ISBN 978-80-7502-322-3.
- [18] NEMEČEK, Alojz a Jiří JANATA. *Oceňování majetku v pojišťovnictví*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2010. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-114-7.
- [19] *LawInsider dictionary: Investment cost* [online]. 2022 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: www.lawinsider.com/dictionary/investment-costs
- [20] *International valuation standards 2020*. London: International Valuation Standards Council, 2020, iii, 138 s. ISBN 978-0-9931513-3-3-0.
- [21] *The appraisal of real estate*. 14th edition. Chicago, IL: Appraisal Institute, 2013. ISBN 978-1-935328-38-4.
- [22] ORT, Petr a Olga ŠEFLOVÁ ORTOVÁ. *Oceňování nemovitostí v praxi*. Praha: Leges, 2017. Praktik (Leges). ISBN isbn978-80-7502-234-9.
- [23] SHAPIRO, Eric, David MACKMIN a Gary SAMS. *Modern methods of valuation*. 12th ed. Abingdon, Oxon: Routledge, 2019. ISBN 978-1-138-50351-9.
- [24] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta. *Udržitelné pořizování staveb: ekonomické aspekty*. Vyd. 1. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. ISBN 978-80-7357-642-4.
- [25] HRDLIČKA, Tomáš. *Specifika oceňování pasivních rodinných domů nákladovou metodou*. Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2016.
- [26] NOVÁK, Jindřich. *Vybrané problémy při oceňování stavebních prací pro účely znaleckých posudků*. Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2018.
- [27] SWEI, Omar, Jeremy GREGORY a Randolph KIRCHAIN. Construction cost estimation: A parametric approach for better estimates of expected cost and variation: A parametric approach for better estimates of expected cost and variation. *Transportation Research Part B: Methodological*. 2017, 101, 295-305. ISSN 0191-2615. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.trb.2017.04.013](https://doi.org/10.1016/j.trb.2017.04.013)

- [28] *Jsou směrné ceny ÚRS cenami obvyklými?* [online]. 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: www.cs-urs.cz/jsou-smerne-ceny-urs-cenami-obvyklymi/
- [29] Bytová a nebytová výstavba a stavební povolení - časové řady. In: *Český statistický úřad* [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-28-05]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/bvz_cr
- [30] WALBERG, Dietmar. Massive versus lightweight construction in residential building. *Mauerwerk*. John Wiley & Sons, Ltd, 2017, **21**(1), 26-33. ISSN 1432-3427. Dostupné z: doi:10.1002/dama.201700720
- [31] KUIKEN, Andrea a Anders MELANDER. *Wooden housing industry*. 2019. ISBN 9789186345945.
- [32] ELLIS, Karen. Thallon, Rob. Graphic Guide to Frame Construction. *Library Journal* [online]. Library Journals, LLC, 2016, **141**(15), 92 [cit. 2021-08-10]. ISSN 0363-0277.
- [33] VAVERKA, Jiří, Zdeňka HAVÍŘOVÁ a Miroslav JINDRÁK. *Dřevostavby pro bydlení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 9788024722054.
- [34] LENOCH, Josef a Petra HLAVÁČKOVÁ. The Assessment of the Character Profile of Wood-based House Users in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2015, **63**(5), 1697-1709. ISSN 1211-8516. Dostupné z: doi:10.11118/actaun201563051697
- [35] PEŠTA, Jan. *Rekonstrukce roubených staveb*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 304 s. : barev. il. ; 24 cm. ISBN 978-80-247-3239-8.
- [36] Vyhláška č. 268/2009 Sb. k provedení stavebního zákona, ve znění pozdějších předpisů. Vyhláška o technických požadavcích na stavby. In: *Sbírka zákonů*. 2009.
- [37] Vyhláška č. 264/2020 Sb. k provedení zákona o hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů. Vyhláška o energetické náročnosti budov. In: *Sbírka zákonů*. 2020.
- [38] PAVLAS, Marek. *Dřevostavby z vrstvených masivních panelů: technologie CLT*. První vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 9788027100552.
- [39] SMITH, Ryan, Gentry GRIFFIN, Talbot RICE a Benjamin HAGEHOFER-DANIELL. Mass timber: evaluating construction performance: evaluating construction performance. *Architectural Engineering and Design Management*. Taylor & Francis, 2018, **14**(1-2), 127-138. ISSN 1745-2007. Dostupné z: doi:10.1080/17452007.2016.1273089
- [40] PERLÍK, Martin. *Jak vybrat rodinný dům: 70 tipů*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0246-4.
- [41] NĚMCOVÁ, Lucie. *Dřevo&stavby: Jaké výhody sebou přináší stavba domu ze dřeva* [online]. In: . ProVobis, 2020 [cit. 2021-10-28]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/3755-7-vyhod-drevostaveb>

- [42] ADMD. *Asociace dodavatelů montovaných domů: Výhody bydlení v dřevostavbě* [online]. In: . ADMD [cit. 2021-10-28]. Dostupné z: <https://www.admd.cz/o-drevostavbach/vyhody-bydleni-v-drevostavbe>
- [43] HRDLIČKA, Tomáš a Josef ČECH. Je lepší dřevostavba nebo zděná stavba?. *Střechy-fasády-izolace*. Ostrava: MISE, 2018, **25**(7-8). ISSN 1212-0111.
- [44] HUNG, Chung-Pin, Chiang WEI, Song WANG a Far-Ching LIN. The study on the carbon dioxide sequestration by applying wooden structure on eco-technological and leisure facilities. *Renewable Energy*. 2009, **34**(8), 1896-1901. ISSN 0960-1481. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.12.015>
- [45] *BUILDINGS AND CLIMATE CHANGE: SUMMARY FOR DECISION MAKERS: United Nations Environment Programme (2009)* [online]. Paris, 2009 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/32152>
- [46] MONAHAN, Jennifer a Jane POWELL. An embodied carbon and energy analysis of modern methods of construction in housing: A case study using a lifecycle assessment framework: A case study using a lifecycle assessment framework. *Energy and Buildings*. 2011, **43**(1), 179-188. ISSN 0378-7788. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.09.005>
- [47] *Energy roadmap 2050*. [1st ed.]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012. ISBN 978-92-79-21798-2.
- [48] STAZI, Francesca, Alessio MASTRUCCI a Placido MUNAFÒ. Life cycle assessment approach for the optimization of sustainable building envelopes: An application on solar wall systems: An application on solar wall systems. *Building and Environment*. 2012, **58**, 278-288. ISSN 0360-1323. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.08.003>
- [49] ŽIGART, Maja, Rebeka KOVAČIČ LUKMAN, Miroslav PREMROV a Vesna ŽEGARAC LESKOVAR. Environmental impact assessment of building envelope components for low-rise buildings. *Energy (Oxford)* [online]. Elsevier Ltd, 2018, **163**, 501-512 [cit. 2021-08-10]. ISSN 0360-5442. Dostupné z: doi:[10.1016/j.energy.2018.08.149](https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.08.149)
- [50] MITTERPACH, Jozef a Jozef ŠTEFKO. An Environmental Impact of a Wooden and Brick House by the LCA Method. *Key engineering materials* [online]. 2016, **688**, 204-209 [cit. 2021-08-10]. ISSN 1013-9826. Dostupné z: doi:[10.4028/www.scientific.net/KEM.688.204](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.688.204)
- [51] PETROVIC, Bojana, Jonn MYHREN, Xingxing ZHANG, Marita WALLHAGEN a Ola ERIKSSON. Life cycle assessment of a wooden single-family house in Sweden. *Applied Energy*. 2019, **251**, 113253. ISSN 0306-2619. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.05.056>
- [52] POTKÁNY, Marek, Marek DEBNÁR a Monika ŠKULTÉTYOVÁ. Life cycle cost analysis for reference prototype building in alternatives of silicate and wood-based structure. *Acta Facultatis Xylogiae Zvolen: vedecký časopis Drevárskej fakulty*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2019, **61**(2), 137-152. ISSN 1336-3824.
- [53] WALBERG, Dietmar. Solid and timber construction in residential buildings / Massiv- und Holzbau bei Wohngebäuden. *Mauerwerk*. John Wiley & Sons, Ltd, 2016, **20**(1), 16-31. ISSN 1432-3427. Dostupné z: doi:[10.1002/dama.201600685](https://doi.org/10.1002/dama.201600685)

- [54] WALBERG, Dietmar. Standardised building in housing construction and economical construction methods. *Mauerwerk* [online]. Berlin: Ernst & Sohn, 2019, **23**(2), 78-86 [cit. 2021-08-10]. ISSN 1432-3427. Dostupné z: doi:10.1002/dama.201910016
- [55] THOMAS, Douglas, Grace DING a Keith CREWS. Sustainable timber use in the Australian housing market: Are consumers willing to pay the price?. *International journal for housing science and its applications* [online]. 2012, **36**(4), 221-230 [cit. 2021-08-10]. ISSN 0146-6518.
- [56] Low cost construction: State of the art and prospects for using structure wood apartment buildings in Portugal. CRUZ, Paulo J., ed., Paulo CRUZ. *Structures and Architecture* [online]. CRC Press, 2013, s. 2218-2225 [cit. 2021-08-10]. ISBN 9780429159350. Dostupné z: doi:10.1201/b15267-298
- [57] DE ARAUJO, Victor, Juliana BARBOSA, José GARCIA, Maristela GAVA, Christine LAROCCA a Sandro CÉSAR. Woodframe: Light Framing Houses for Developing Countries: Light Framing Houses for Developing Countries. *Revista de la construcción*. 2016, **15**, 78-87. Dostupné z: doi:10.4067/S0718-915X2016000200008
- [58] KRASNY, Elma, Sanela KLARIĆ a Azra KORJENIĆ. Analysis and comparison of environmental impacts and cost of bio-based house versus concrete house. *Journal of Cleaner Production*. 2017, **161**, 968-976. ISSN 0959-6526. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.103
- [59] LENOCH, Josef a František KALOUSEK. *Ekonomické zhodnocení potenciálu a možností využití dřevní suroviny v oblasti dřevostaveb: Economic evaluation of the potential and possibilities for using wood raw material in the field of wood structures*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. ISBN 978-80-7399-901-8.
- [60] AHN, Joseph, Sae-hyun JI, Moonseo PARK, Hyun-soo LEE, Sooyoung KIM a Sang-wook SUH. The attribute impact concept: Applications in case-based reasoning and parametric cost estimation. *Automation in construction* [online]. AMSTERDAM: Elsevier B.V, 2014, **43**, 195-203 [cit. 2021-08-10]. ISSN 0926-5805. Dostupné z: doi:10.1016/j.autcon.2014.03.011
- [61] PAIKUN, , D. FIRMANSYAH, S. SHOLIHAN, U. FAISAL, JASMANSYAH a T. KADRI. Conceptual Estimation of Cost Significant Model on Shop-Houses Construction. In: *2018 International Conference on Computing, Engineering, and Design (ICCED)*. 2018, s. 187-192. Dostupné z: doi:10.1109/ICCED.2018.00044
- [62] BETTINI, Cláudio, Orlando LONGO, Luciane ALCOFORADO a Alana MAIA. Method for Estimating of Construction Cost of a Building Based on Previous Experiences. *Open Journal of Civil Engineering* [online]. 2016, **06**(05), 749-763 [cit. 2021-08-10]. ISSN 2164-3164. Dostupné z: doi:10.4236/ojce.2016.65060
- [63] PROKOP, Pavel. *Porovnání tržních cen dřevostaveb dle jednotlivých stavebních systémů*. Brno, 2018. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Ing. Josef Lenoč, Ph.D.
- [64] WANG, Weimin, Hugues RIVARD a Radu ZMEUREANU. Floor shape optimization for green building design. *Advanced Engineering Informatics*. 2006, **20**(4), 363-378. ISSN 1474-0346. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/j.aei.2006.07.001

- [65] BELNIAK, Stanislaw, Agnieszka LESNIAK, Edyta PLEBANKIEWICZ a Krzysztof ZIMA. The influence of the building shape on the costs of its construction. *Journal of Financial Management of Property and Construction*. 2013, **18**. Dostupné z: doi:10.1108/13664381311305096
- [66] SEELEY, Ivor H. *Building Economics, Appraisal and control of building design cost and efficiency*. London: .Macmillan Publishers Limited, 1996. ISBN 978-0-333-63835-4.
- [67] DEBNÁR, Marek, Stanislav JOCHIM, Josef ŠTEFKO a Marek POTKÁNY. *The impact of the selection of the perimeter wall of a family house on the assessment of the life cycle and its costs: Increasing the use of wood in the global bio-economy proceedings*. University of Belgrade – Faculty of Forestry, 2018. ISBN 978-86-7299-277-9.
- [68] FREW, James a Beth WILSON. Estimating the Connection between Location and Property Value. *Journal of Real Estate Practice and Education* [online]. 2002, **5**(1), 17-25 [cit. 2021-08-10]. ISSN 1521-4842. Dostupné z: doi:10.1080/10835547.2002.12091579
- [69] FERLAN, Nadja, Majda BASTIC a Igor PSUNDER. Influential factors on the market value of residential properties. *Inžinerine ekonomika* [online]. KAUNAS: KAUNAS UNIV TECHNOL, 2017, **28**(2), 135-144 [cit. 2021-08-10]. ISSN 1392-2785. Dostupné z: doi:10.5755/j01.ee.28.2.13777
- [70] BURINSKIENĖ, Marija, Vitalija RUDZKIENE a Jurate VENCKAUSKAITE. Models of factors influencing the real estate price. *8th International Conference on Environmental Engineering, ICEE 2011*. 2011.
- [71] DWAIKAT, Luay a Kherun ALI. Green buildings life cycle cost analysis and life cycle budget development: Practical applications: Practical applications. *Journal of Building Engineering*. 2018, **18**, 303-311. ISSN 2352-7102. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.03.015
- [72] LANGSTON, Craig A. *Life-cost approach to building evaluation*. London: Routledge, 2017. ISBN 978-1-138-46462-9.
- [73] ISO 15686-5:2017. *Buildings and constructed assets -- Service life planning -- Part 5: Life-cycle costing*. International Organization for Standardization, 2017.
- [74] ELHAG, T.M.S., A.H. BOUSSABAINÉ a T.M.A. BALLAL. Critical determinants of construction tendering costs: Quantity surveyors' standpoint. *International Journal of Project Management* [online]. 2005, **23**(7), 538-545 [cit. 2021-08-20]. ISSN 02637863. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijproman.2005.04.002
- [75] LU, Hangyong, Ali EL HANANDEH a Benoit GILBERT. A comparative life cycle study of alternative materials for Australian multi-storey apartment building frame constructions: Environmental and economic perspective. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2017, **166**, 458-473 [cit. 2021-08-10]. ISSN 09596526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2017.08.065
- [76] ISLAM, Hamidul, Margaret JOLLANDS, Sujeeva SETUNGE a Muhammed BHUIYAN. Optimization approach of balancing life cycle cost and environmental impacts on residential building design. *Energy and Buildings*. 2015, **87**, 282-292. ISSN 0378-7788. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.11.048

- [77] AKTAS, Can a Melissa BILEC. Impact of lifetime on US residential building LCA results. *Life Cycle Assess.* 2012, **17**(337). ISSN 1614-7502. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1007/s11367-011-0363-x>
- [78] GRYGIEREK, Krzysztof, Joanna FERDYN-GRYGIEREK, Anna GUMIŃSKA et al. Energy and environmental analysis of single-family houses located in Poland. *Energies (Basel)* [online]. MDPI AG, 2020, **13**(11), 2740 [cit. 2021-08-10]. ISSN 1996-1073. Dostupné z: doi:10.3390/en13112740
- [79] *ČSN EN 1990 ed. 2 (730002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [80] MAŘÍK, Miloš. *Metody oceňování podniku: proces ocenění - základní metody a postupy*. 3., upr. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2011. ISBN isbn978-80-86929-67-5.
- [81] ROUŠAR, Ivo. *Projektové řízení technologických staveb*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN isbn978-80-247-2602-1.
- [82] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta. *Udržitelné pořizování staveb: ekonomické aspekty*. Vyd. 1. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. ISBN 978-80-7357-642-4.
- [83] TAVARES, V., N. SOARES, N. RAPOSO, P. MARQUES a F. FREIRE. Prefabricated versus conventional construction: Comparing life-cycle impacts of alternative structural materials. *Journal of Building Engineering* [online]. 2021, **41** [cit. 2021-08-10]. ISSN 23527102. Dostupné z: doi:10.1016/j.jobbe.2021.102705
- [84] DRAVEC, Pavel. *Analysis of a family house on the basis of wood after 35 years of use*. 2014, **2**, 27-32. Dostupné z: doi:10.5593/SGEM2014/B62/S26.004
- [85] VERBEEK, Marno. *A Guide to Modern Econometrics*. John Wiley & Sons, Chichester, 2004.
- [86] SEBER, George a Alan LEE. *Linear Regression Analysis* [online]. 1. John Wiley & Sons, 2003 [cit. 2021-08-10]. Wiley Series in Probability and Statistics. ISBN 9780471415404. Dostupné z: doi:10.1002/9780471722199
- [87] MCMILLEN, Daniel P. Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. *American Journal of Agricultural Economics* [online]. Hoboken, NJ: Oxford University Press, 2004, **86**(2), 554-556 [cit. 2021-08-10]. ISSN 0002-9092. Dostupné z: doi:10.1111/j.0002-9092.2004.600_2.x
- [88] *Generalized Linear Models* [online]. IBM, 2016 [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/docs/zh/spss-statistics/24.0.0?topic=option-generalized-linear-models>
- [89] HEBÁK, Petr. *Vícerozměrné statistické metody*. 2., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2007. ISBN 978-80-7333-056-9.
- [90] *ČSN 73 4055: Výpočet obestavěného prostoru pozemních stavebních objektů*. 1963.

- [91] KOUSKOULAS, Vasily a Edward KOEHN. Predesign Cost-Estimation Function for Buildings. *Journal of the Construction Division* [online]. 1974, **100**(4), 589-604 [cit. 2021-08-10]. ISSN 0569-7948. Dostupné z: doi:10.1061/JCCEAZ.0000461
- [92] VITÁSEK, Stanislav a Renáta SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ. *Rozpočtování staveb*. Praha: Dashöfer, 2018. ISBN 9788087963760.
- [93] TAVARES, V., N. SOARES, N. RAPOSO, P. MARQUES a F. FREIRE. Prefabricated versus conventional construction: Comparing life-cycle impacts of alternative structural materials: Comparing life-cycle impacts of alternative structural materials. *Journal of Building Engineering*. 2021, **41**, 102705. ISSN 2352-7102. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/j.jobee.2021.102705
- [94] MARSH, Rob. Building lifespan: effect on the environmental impact of building components in a Danish perspective: effect on the environmental impact of building components in a Danish perspective. *Architectural Engineering and Design Management*. Taylor & Francis, 2017, **13**(2), 80-100. ISSN 1745-2007. Dostupné z: doi:10.1080/17452007.2016.1205471
- [95] *Hypoindex* [online]. 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: https://www.kb.cz/cs/podpora/slovník/vyrazy-zacinajici-na-h/hypoindex
- [96] BANSAL, Deepak, Ramkishore SINGH a R.L. SAWHNEY. Effect of construction materials on embodied energy and cost of buildings—A case study of residential houses in India up to 60m² of plinth area. *Energy and buildings* [online]. Elsevier B.V, 2014, **69**, 260-266 [cit. 2021-08-10]. ISSN 0378-7788. Dostupné z: doi:10.1016/j.enbuild.2013.11.006
- [97] MAODUŠ, Nikola, Boris AGARSKI, Tatjana KOČETOV MIŠULIĆ, Igor BUDAK a Miroslava RADEKA. Life cycle and energy performance assessment of three wall types in south-eastern Europe region. *Energy and Buildings*. 2016, **133**, 605-614. ISSN 0378-7788. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.10.014
- [98] ALSHAMRANI, Othman Subhi. Construction cost prediction model for conventional and sustainable college buildings in North America. *Journal of Taibah University for Science*. 2017, **11**(2), 315-323. ISSN 1658-3655. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2016.01.004
- [99] BALASBANEH, Ali, Abdul BIN MARSONO a Emad KASRA KERMANSHAHI. Balancing of life cycle carbon and cost appraisal on alternative wall and roof design verification for residential building. *Construction innovation* [online]. 2018, **18**(3), 274-300 [cit. 2021-08-10]. ISSN 1471-4175. Dostupné z: doi:10.1108/CI-03-2017-0024

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 Přehled cen (nákladů) dle fáze stavebního projektu.....	22
Tab. č. 2 Kalkulační vzorec stavebních prací.....	23
Tab. č. 3 Přehled cenových ukazatelů, kategorie budovy pro bydlení.	25
Tab. č. 4 Počet dokončených rodinných domů, dle let a mat. báze.	29
Tab. č. 5 Porovnání základních vlastností rodinných domů dle mat. báze, vlastní úprava.....	33
Tab. č. 6 Informativní návrhová životnost.....	39
Tab. č. 7 Cena projektové dokumentace.....	49
Tab. č. 8 Cena základové desky o velikosti nad 75 m ²	49
Tab. č. 9 Cena základové desky o velikosti do 75 m ²	49
Tab. č. 10 Zděné rodinné domy, struktura dat.....	50
Tab. č. 11 Dřevostavby, struktura dat.....	51
Tab. č. 12 Zastoupení RD dle materiálové báze v primární databázi.	52
Tab. č. 13 Zastoupení dřevostaveb dle technologie výstavby v primární databázi.....	52
Tab. č. 14 Zastoupení zděných RD dle technologie výstavby v primární databázi.	52
Tab. č. 15 Zastoupení RD dle propustnosti obvodové stěny pro vodní páry v prim. databázi.....	53
Tab. č. 16 Zastoupení RD dle tvaru půdorysu 1 NP v primární databázi.	53
Tab. č. 17 Zastoupení RD dle tvaru střechy v primární databázi.....	53
Tab. č. 18 Zastoupení RD dle způsobu vytápění a distribuce tepla v domě v primární databázi.....	54
Tab. č. 19 Zastoupení RD dle existence komína v základním vybavení RD na klíč v databázi.	54
Tab. č. 20 Zastoupení RD dle garáže v objektu v databázi.....	54
Tab. č. 21 Zastoupení RD dle počtu podlaží v primární databázi.....	55
Tab. č. 22 Hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých svislých obvodových konstrukcí rod. domů v primární databázi.	55
Tab. č. 23 Ceny keramických obkladů v koupelnách a na WC u rod. domů v prim. databázi.	55
Tab. č. 24 Řešení 2 NP na dílčí databázi.	55
Tab. č. 25 Členství stav. společností v zájmovém spolku.	56
Tab. č. 26 Podíl prodaných dřevostaveb v okrese Brno – venkov.	57
Tab. č. 27 Přehled použitých cenových ukazatelů.	59
Tab. č. 28 Klíč pro volbu nadstandardních konstrukcí.	60
Tab. č. 29 Přehled testovaných dat v dílčích databázích.	61
Tab. č. 30 Data použita pro analýzu LCC – kce	62
Tab. č. 31 Jednotkové ceny pro demoliční práce.....	64
Tab. č. 32 Geometrie vzorků pro propočet hmotnosti.	65
Tab. č. 33 Jednotkové ceny pro likvidaci sutí.	67

Tab. č. 34 Výsledky propočtu hmotnosti suti dle typu RD a mat. báze	67
Tab. č. 35 Výsledky propočtu nákladů na likvidaci suti dle typu RD a mat. báze	68
Tab. č. 36 Ukázka analýzy hmotnosti suti u vzorku č. 1.	68
Tab. č. 37 Přehled jednotkových cen v návaznosti na konstrukční systém dřevostaveb, sestaveno v roce 2018.	71
Tab. č. 38 Vliv výše tržeb společnosti na investiční náklady RD.	72
Tab. č. 39 Medián změn nabídkové ceny mezi roky 2018 – 2021, dle materiálové báze.	73
Tab. č. 40 Porovnání změny cen mezi roky 2018 a 2019, dle materiálové báze.	73
Tab. č. 41 Přímé porovnání nabídek pro různé materiálové báze od jednoho dodavatele.	74
Tab. č. 42 Výsledky regresní analýzy, databáze prodaných RD v okrese Brno – venkov.	75
Tab. č. 43 Odchylka pořizovacích nákladů dle THU vs. Investičních nákladů na bázi tržních dat.	76
Tab. č. 44 Korelační matice proměnných investiční náklady a pořizovací náklady dle cenového ukazatele.	77
Tab. č. 45 Vyhodnocení vlivu tvaru střechy na JIN.	79
Tab. č. 46 Vyhodnocení vlivu počtu podlaží na JIN	79
Tab. č. 47 Ukázka dopadu tvaru střechy na obestavěný prostor stavby	80
Tab. č. 48 Komparace JIN vztažených na m ² užitné plochy	80
Tab. č. 49 Medián odchylek cen určených nákladovým způsobem dle vyhlášky s nabídkovými cenami.	81
Tab. č. 50 Komparace dosažených poř. nákladů dle nákladového způsobu ocenění s investičními náklady z databáze – zděné RD, přízemní.	82
<i>Tab. č. 51 Komparace dosažených poř. nákladů dle nákladového způsobu ocenění s investičními náklady z databáze – dřevostavby, přízemní.</i>	<i>83</i>
Tab. č. 52 Komparace dosažených poř. nákladů dle nákladového způsobu ocenění s investičními náklady z databáze – zděné RD, dvojpodlažní	83
Tab. č. 53 Komparace dosažených poř. nákladů dle nákladového způsobu ocenění s investičními náklady z databáze – dřevostavby, dvojpodlažní.	83
Tab. č. 54 Matice korelací vybraných proměnných.	84
Tab. č. 55 Výsledky regresní analýzy OLS a GLM, primární databáze.	85
Tab. č. 56 Popisná statistika, jednotkové ceny Kč/m ²	86
Tab. č. 57 Matice korelací vybraných proměnných.	86
Tab. č. 58 Matice korelací vybraných proměnných.	86
Tab. č. 59 Korelace proměnné M-index	87
Tab. č. 60 Výsledky regresní analýzy OLS a GLM, databáze geometrie.	88
Tab. č. 61 Výsledky regresní analýzy OLS, databáze dřevostavby.	89
Tab. č. 62 Výsledky regresní analýzy OLS, databáze zděné RD.....	90
Tab. č. 63 Matice korelací vybraných proměnných.....	90
Tab. č. 64 Matice korelací vybraných proměnných.	91

Tab. č. 65 Výsledky regresní analýzy OLS, databáze dvojpodlažní RD.....	91
Tab. č. 66 Současné hodnoty jednotkových nákladů (odhad medián) z budoucí hodnoty n=50 let.	92
Tab. č. 67 Současné hodnoty jednotkových nákladů (odhad medián) z budoucí hodnoty n=60 let.	93
Tab. č. 68 Přehled jednotlivých dílčích nákladů LCC – kce, diskontováno, varianta 50 let, mediány jednotkových cen.....	93
Tab. č. 69 Přehled jednotlivých dílčích nákladů LCC – kce, diskontováno, varianta 50 let, mediány jednotkových cen.....	94
Tab. č. 70 Výsledky regresní analýzy OLS, délka životního cyklu = 50 let.....	94
Tab. č. 71 Výsledky regresní analýzy OLS, délka životního cyklu = 60 let.	95

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 Výstavba rodinných domů v letech, dle mat. báze.....	29
Graf č. 2 Vývoj podílu dřevostaveb na celkové výstavbě rodinných domů.	30
Graf č. 3 Členění dokončených dřevostaveb dle konstrukčního systému.....	30
Graf č. 4 Počet dokončených bytových domů dle materiálové báze.....	31
Graf č. 5 Struktura dat primární databáze, krabicové grafy.....	51
Graf č. 6 Histogram užité plochy přízemních RD v primární databázi.....	51
Graf č. 7 Histogram užité plochy dvojpodlažních RD v primární databázi	51
Graf č. 8 Rozdělení odchylek THU a IN, zděné RD:	76
Graf č. 9 Rozdělení odchylek THU a IN, dřevostavby.	77
Graf č. 10 Závislost počtu měrných jednotek na JIN – dřevostavby.....	78
Graf č. 11 Závislost počtu měrných jednotek na JIN – zděné rodinné domy	78
Graf č. 12 Rozložení odchylky mezi investičními náklady a poř. náklady určenými nákladovým způsobem dle vyhlášky, K4 = 1 a investičními náklady – zděné rodinné domy.	81
Graf č. 13 Rozložení odchylky mezi investičními náklady a poř. náklady určenými nákladovým způsobem dle, K4 = 1 a investičními náklady – dřevostavby.....	82

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Schéma dostupných konstrukčních systémů rodinných domů.	18
Obr. č. 2 – Schéma jednotlivých fází životního cyklu budov.	40
Obr. č. 3 – Ukázka na výstavbu rodinného domu na klíč. Zdroj:	46
Obr. č. 4 – Ukázka standardu pro rodinné domy spol. HAAS.....	47
Obr. č. 5 – Schema běžných konstrukčních systémů rodinných domů s řešenou podmnožinou. .	47
Obr. č. 6 – Schema posuzovaných dílčích databází, které vychází z primární databáze RD.	58

SEZNAM ZKRATEK

LCC.....	Náklady životního cyklu
LCA.....	Analýza environmentálních dopadů
RD.....	Rodinný dům
ETCIS ..	Kontaktní zateplovací systém
JIN.....	Jednotkové investiční náklady
IN.....	Investiční náklady
UN.....	Náklady na údržbu
DN.....	Demoliční náklady
ŽC	Životní cyklus (stavby)
mPVC..	Měkčené PVC
EPS.....	Expandovaný polystyren
MW.....	Minerální vlna
RTS	Společnost vydávající cenovou soustavu
ÚRS	Společnost vydávající cenovou soustavu
THU	Technicko–hospodářský ukazatel
CLT	Cross laminated timber, panely s lepeného dřeva
TV	Teplá voda
IRR.....	vnitřní výnosové procento



Ing. Tomáš Hrdlička

KLÍČOVÉ ČINNOSTI

- ✓ Podrobné položkové rozpočty,
- ✓ odhady nákladů,
- ✓ studie proveditelnosti.

KONTAKTY

- 📞 728 405 119
- ✉ hrdlička.tomas@email.cz
- 🌐 www.kolikstojidum.cz
- 📍 Brno, Beroun

SW DOVEDNOSTI

KROS 4 - ÚRS	████████
RTS STAVITEL +	██████████
OFFICE	██████████
DEKSOFT	████████
AUTOCAD	██████

JAZYKOVÉ DOVEDNOSTI

ANGLICKÝ JAZYK B2+

ZAHRANIČNÍ POBYTY

2019 – **Green.building.solution**,
letní škola, Rakousko.

2013, 2014 **The digital days**,
intenzivní programy, Dánsko
a Nizozemí.

2013 – **ERASMUS** výměnný pobyt,
Dánsko.

VZDĚLÁNÍ

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ, VUT V BRNĚ

Doktorský studijní program soudní inženýrství, oceňování
majetku. 2016 – dosud

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ, VUT V BRNĚ

Magisterské studium, obor Realitní inženýrství.
2014–2016, udělen titul Ing.

VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ V Č. BUDĚJOVICÍCH

Bakalářské studium, obor Konstrukce staveb, spec. rekonstrukce staveb.
2009–2014, udělen titul Bc.

PRACOVNÍ ZKUŠENOSTI

EKONOMICKOSPRÁVNÍ FAKULTA, MASARYKOVA UNIVERZITA

09/2022 – dosud

- ✓ Spolupráce v rámci projektu "**Podpora investiční strategie veřejnoprávních korporací**", zajištění oblasti investičních nákladů staveb v oblasti veř. sektoru. Výstupem projektu je nástroj pro kvalifikované plánování investic.

OSVČ – kolikstojidum.cz

4/2017 – dosud

- ✓ Poradenská činnost,
- ✓ podrobné položkové rozpočty staveb (PPR),
- ✓ studie proveditelnosti s důrazem na investiční náklady,
- ✓ odhady nákladů v různých fázích živ. cyklu staveb,
- ✓ od 10/2021 2 zaměstnanci na DPP.

Nejvýznamnější zakázky

- ✓ PPR na akci "nástavba a modernizace základní školy Planá", náklady cca 110 mil (2022),
- ✓ SECAP – spolupráce na zpracování Klimaplánu pro vybrané obce, spolupráce ESF MUNI (2022–2023).

Národní stavební centrum – odborný asistent

06/2016–4/2017

- ✓ Technické poradenství při stavbě RD,
- ✓ organizace vzdělávacích akcí,
- ✓ účast na veletržních akcích, přednášková činnost.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1	Náhled primární databáze rodinných domů (1 520 ks)
Příloha č. 2	Seznam dodavatelů zahrnutých do primární databáze
Příloha č. 3	Statistický protokol pro jednotlivé databáze
Příloha č. 4	Výpočet koeficientu K4 pro vzorové rodinné domy
Příloha č. 5	Výpočet hmotnosti vzorových rodinných domů
Příloha č. 6	Statistický protokol pro databázi LCC