



Určení nákladů na závěrečnou fázi životního cyklu v kontextu metody LCC pro rodinné domy

Determination of The-End-Of-Life Cycle Costs in the Context of the LCC Method for Houses

Tomáš Hrdlička*, Martin Cupal

Ústav soudního inženýrství VUT v Brně, Brno

Abstrakt

Článek se zabývá problematikou metody nákladů životního cyklu rodinných domů s důrazem na jejich materiálovou bázi. Konkrétně je pozornost věnována závěrečné fázi, tj. demolicí a likvidaci sutí. Součástí článku je také podrobný propočtení demontážní hmotnosti pro 1 261 rodinných domů s následným propočtem nákladů na demolicí a nákladů na likvidaci sutí. Právě likvidace sutí tvoří významný podíl na nákladech závěrečné fáze životního cyklu. Na základě porovnání dřevostavby dosahují nižší demontážní hmotnost a tím i nižší náklady na likvidaci sutí. Konkrétně se jedná o rozdíly 30–50 %, dle podlažnosti rodinných domů. Z hlediska celkových nákladů na demolicí, tj. nákladů na bourací práce a nákladů na likvidaci sutí dosahují dřevostavby nižších nákladů o 8 % u přízemních rodinných domů a o 17 % u dvojpodlažních rodinných domů.

Klíčová slova: Rodinný dům, dřevostavba, náklady, demolice, náklady životního cyklu, LCC.

Abstract

The article deals with the issue of the life cycle costing method of houses with an emphasis on material basis. Specifically, attention is paid to the final phase, *i.e.* demolition and disposal of construction waste. The article also includes a detailed calculation of the dismantling weight for 1,261 houses, followed by a calculation of demolition costs and disposal costs. It is the disposal of debris that accounts for a significant share of the costs of the final phase of the life cycle. Based on the comparison, wood-based houses have a lower dismantling weight and thus lower costs for the disposal. Specifically, these are differences of 30–50%, depending on the floor level of houses. In terms of total demolition costs, *i.e.* demolition costs and disposal costs, wood-based houses achieve lower costs by 8% for single-story house and by 17% for two-story houses.

Keywords: Houses, timber-based house, costs, demolition, life cycle costs, LCC.

1. ÚVOD

Rodinné domy patří k nejčetněji dokončovaným stavbám v České republice. Z hlediska materiálové báze své místo v segmentu rodinných domů nachází také dřevostavby. Jen za rok 2021 jich bylo dokončeno 2 645 kusů a tvoří tak podíl na celkové výstavbě rodinných domů 14,6%. [1] Podle dostupných studií zaměřených na problematiku **environmentálního dopadu dřevostaveb (LCA) vykazují dřevostavby nižší environmentální dopad oproti zděným rodinným domům.** [2], [3], [4], [5], [6]

K dalším z metod, která zahrnuje celý životní cyklus staveb, patří metoda nákladů životního cyklu (LCC). Její využití je především v oblasti kvalifikovaného investičního rozhodování. Vzhledem k zahrnutí všech relevantních nákladů, které je nutné vydat

v průběhu životního cyklu stavby, se jedná o komplexní metodu. Ta vyžaduje poměrně značný přehled a dovednosti zpracovatele. Od stanovení investičních nákladů, po odhad provozních nákladů, až po stanovení nákladů na závěrečnou fázi životního cyklu. V České republice v současné době není k dispozici komplexní výzkum, který by na statisticky významném vzorku dat porovnával celý životní cyklus zděných rodinných domů a dřevostaveb.

Autoři se v minulosti již věnovali rozdílu investičních nákladů mezi materiálovými bázemi. Jako dražší se pak jeví dřevostavby, avšak s rozdílem v řádu jednotek procent. [7], [8]

1.1 Kontext LCC

V současné době existuje řada studií, které se zabývají porovnáním nákladů životního cyklu stavby s důrazem na rozdíl mezi zděnými

domy a dřevostavbami. Někteří autoři se zabývají stavbou jako celkem, jiní zase pouze vybranými konstrukcemi (např. stěnou). [6] Nicméně v českém prostředí obdobný výzkum více méně není dostupný.

Za přínosnou pro Českou republiku tak lze označit slovenskou studii zabývající se analýzou LCC a LCA. Referenční objekt rodinného domu je porovnáván ve dvou materiálových variantách – dřevostavba a zděný rodinný dům. Analyzované období je zvoleno na 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%. [3] Dlužno však dodat, že se jednalo o porovnání vzorků 1:1, výsledek je tak zatížen geometrií objektu (2 NP, plochá střecha).

Dále z evropského prostředí stojí za zmínku studie z Litvy, kde autoři 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. [9]

1.1.1 Cíl

Cílem článku je stanovit náklady na demolici rodinných domů v kontextu nákladů životního cyklu staveb (LCC) s důrazem na rozlišení materiálové báze stavby. Jedná se o dílčí cíl pro stanovení LCC pro rodinné domy v plném rozsahu.

2. METODA NÁKLADŮ ŽIVOTNÍHO CYKLU BUDOV

Náklady životního cyklu budov, life cycle cost (LCC) je ekonomicko-technická metoda pro hodnocení investičních variant s ohledem na délku analyzovaného období, resp. životní cyklus investice. LCC se tak často používá právě jako rozhodovací metoda. Dále tato metoda přináší informaci 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. [10], [11] Metoda LCC je jednou z možností, jak dodržet zásadu 3E, tedy splnění požadavku hospodárnosti, efektivity a účelnosti u investic obecně. [12] První použití pro hodnocení LCC u budov se datuje do 60. let. [13]

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:

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

kde:

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. [12], [14]

Zpravidla lze životní cyklus 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 u staveb rozdělit na fázi předinvestiční a fázi investiční.

Nejdelší fází životního cyklu je pak provozní fáze. V závěrečné fázi, tedy fázi spojené s ukončením životního cyklu, se pak jedná o odstranění stavby, alternativně vyklizení stavby a pokračování nového životního cyklu. [10], [14]

2.1 Délka životního cyklu

Součástí analýzy je také likvidační fáze v závěru životního cyklu, kdy se zpravidla uvažuje s odstraněním stavby. To 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. [15] 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, [13], [14] 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 [11], H. Lu et al [16], Aktas et al [17], Islam et al [18].

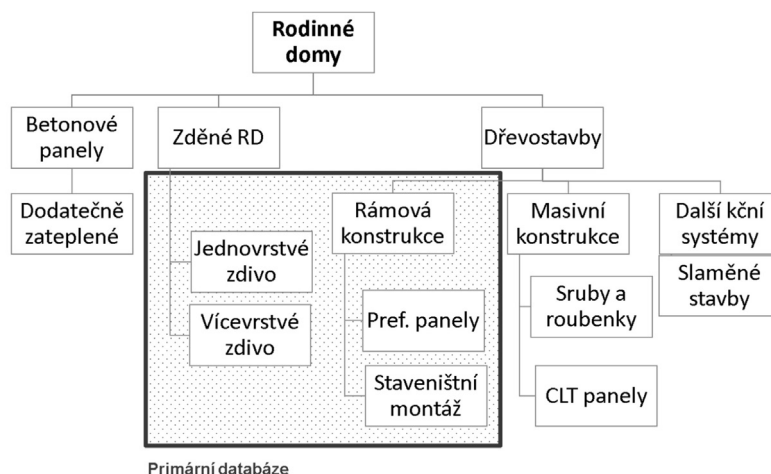
2.2 Diskontní sazba

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 přírůžkami na rizika [19],
- úrokové sazby alternativní investice z pohledu investora [20],
- oportunitní náklady na kapitál [10],
- diskontní sazby doporučené konkrétním předpisem, např. dotační tituly [12],
- očekávaný výnos investice [14],
- vnitřní výnosové procento (IRR) [21].

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 rovná nákladům na kapitál s případnou rizikovou přírůžkou. [19], [14] Riziková přírůžka se neuvažuje, neb se nejedná o tradiční investiční projekt s očekávaným výnosem. Náklady na kapitál jsou zvoleny na základě Hypoindexu 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. [22]

V rámci analýzy LCC jsou diskontovány náklady na demolici, které jsou uvažované v 50., respektive 60. roce životního cyklu.



Obr. 1 Rozsah zkoumaných konstrukčních variant rodinných domů. [vlastní]
Fig. 1 The range of structural variants of houses examined.

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. [10], [14]

3. DATABÁZE RODINNÝCH DOMŮ

Pro účel hodnocení závěrečné fáze životního cyklu stavby je využita sestavená databáze nabídkových cen na výstavbu rodinných domů na klíč. Pro účel řešení vytýčených cílů jsou však v potaz brány pouze samotné rodinné domy a jejich charakteristiky. Nabídkové ceny, resp. investiční náklady, nejsou dále podrobeny zkoumání.

Databáze obsahuje 1 261 rodinných domů od 38 různých stavebních společností, které se zabývají výstavbou rodinných domů na klíč.

Z důvodu porovnatelnosti užitných parametrů rodinných domů jsou zahrnuty stavby pouze v podobném energetickém standardu. Do databáze tak nejsou zahrnuty 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 staveništní montáží. Rozsah zahrnutých konstrukčních systémů rodinných domů je patrný z obr. 1.

4. NÁKLADY SPOJENÉ S KONEČNOU FÁZÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU

Náklady na demolici jsou členěny na náklady na samotné demoliční práce a náklady spojené s likvidací vzniklé suti. Obsah jednotlivých

dílčích nákladů je specifikován níže. S ohledem na sestavenou databázi jsou náklady na demolici stanoveny pro období roku 01/2021.

4.1 Náklady na demoliční práce

Náklady jsou stanoveny propočtem na základě cenové soustavy spol. RTS a počtu měrných jednotek, tj. obestavěného prostoru v m³. Pro demolici byl zvolen technolog. postup demolice postupným rozebíráním, tj. obsahující i ruční práci. Tento technologický postup byl zvolen především s důrazem na možnost separace vzniklého stavebního odpadu a jeho další likvidace či zpracování. Jednotkové ceny jsou uvažovány v cenové úrovni RTS 2020/II. Jednotkové náklady jsou dále upraveny o DPH ve výši 15 % a také procentní přírůžku 5 % na vedlejší náklady.

4.2 Náklady na likvidaci suti

4.2.1 Skládkovné

Náklady na skládkovné jsou stanoveny na základě cenové soustavy RTS a na základě ceníku spol. Thermoservis Brno. Pro likvidaci suti na bázi betonu a cihel je uvažováno zpracování do recyklátu.

4.2.2 Náklady na odvoz stavební suti

Součástí nákladů na likvidaci suti jsou také náklady na její přesun. Jedná se o náklady pro naložení na dopravní prostředek a přesun na vzdálenost 15 km. Pro tento účel je opět využito cenové soustavy RTS. Výsledná jednotková cena 938,60 Kč, bez DPH je použita pro určení nákladů na likvidaci suti pro zděné rodinné domy i dřevostavby.

4.2.3 Stanovení demontážní hmotnosti

S důrazem na kvantifikaci demontážní hmotnosti v závislosti na materiálové bázi rodinných domů je přistoupeno k detailnímu

Tab. 1 Jednotkové ceny pro demolice. [SW Stavitel +, spol. RTS].

Tab. 1 Demolition, unit costs.

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 rozebíráním, dřevěné ostatní	m ³	284,00	Dřevostavby

Tab. 2 Jednotkové ceny pro odvoz sutí. [SW Stavitel +, spol. RTS].

Tab. 2 Transportation of building waste, unit costs.

Číslo položky	Název položky	MJ	Počet MJ	Cena / MJ (Kč)	Celkem (Kč)
979081111RT3	Odvoz sutí a vybour. hmot na skládku do 1 km, kontejnerem 7t	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 7t	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

propočtu demontážní hmotnosti pro 6 typových rodinných domů v obou materiálových variantách a s rozlišením geometrie stavby dle tab. 3.







Podrobný propočet demontážní hmotnosti byl proveden pro přízemní rodinný dům do 100 m² užitné plochy a dále pro přízemní rodinný dům do 150 m² 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 prefá-monolitický strop (např. typ Porotherm, vzorek 3).

Dvojpodlažní rodinné domy jsou pak uvažovány s ohledem na typ, respektive geometrii, druhého podlaží. Jedná se o 2 NP se 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.

Tab. 3 Geometrie zkoumaných rodinných domů. [vlastní].

Tab. 3 The geometry of the investigated houses.

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

Tab. 4 Demontážní hmotnost přízemního RD č. 1. [vlastní].
Tab. 4 Dismantling weight of the single-storey house no. 1.

Dílčí části	Zděný RD	Dřevostavba
	Demontážní hmotnost (t)	
Základy	94,77	94,77
Stěna	52,39	7,91
Stropy	0	0
Střecha	9,20	9,20
Podlahy	13,51	13,51
Ostatní	5,16	3,38
Součet	175,05	128,79

Pro stanovené demontážní hmotnosti je dále určeno skládkovné a přesun hmot. V součtu pak tyto náklady tvoří náklady na likvidaci suti. Z výsledků dle tab. 4 je patrný jak vliv materiálové báze, tak především vliv počtu podlaží, tedy zahrnutí hmotnosti stropu. Náklady na likvidaci suti jsou dále převedeny na jednotkové náklady (Kč/m²) a slouží pro určení nákladů na likvidaci suti u jednotlivých typů rodinných domů, dle geometrie viz tab. 5.

Z podrobné analýzy nákladů na dílčí konstrukce je patrná dominantní hmotnost především základové konstrukce. 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. Naopak u svislých konstrukcí je rozdíl v kontextu celé stavby kolem 30%.

5. VÝSLEDKY POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA ZÁVEREČNOU FÁZI LC

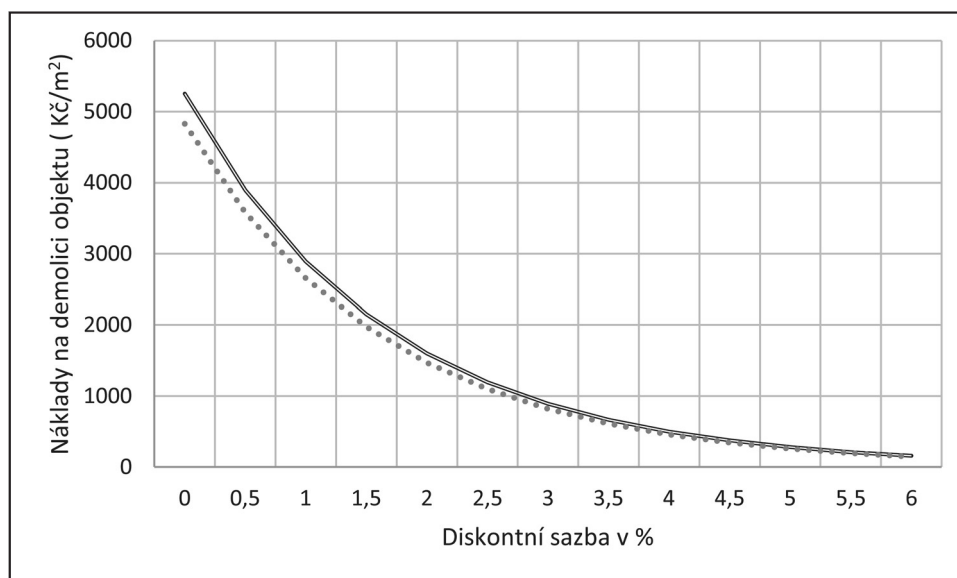
V tab. 6 jsou uvedeny diskontované mediány jednotkových nákladů (Kč/m² užitné plochy) v závěrečné fázi životního cyklu – tedy náklady na likvidaci rodinných domů pro variantě zvolenou délku životního cyklu 50 a 60 let. Náklady jsou diskontovány zvolenou diskontní sazbou 1,94%. Z porovnání jsou patrné 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

Tab. 5 Suma nákladů na demolici a likvidaci suti. [vlastní].
Tab. 5 Sum of demolition and disposal costs.

Ozn.	Typ domu	Mat. báze	Demont. hmotnost (t)	Náklady na sut' (Kč)	Náklady na sut'/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. 6 Jednotkové náklady (odhad medián) z budoucí hodnoty n=50 (60) let. [vlastní]
Tab.6 Values of unit costs (median estimate) from the future value of n=50 (60) years.

		Životní cyklus 50 (60) let, median			
Materiálová báze	Podlažnost	Demoliční práce – diskontováno (Kč/m ²)	Likvidace suti – diskontováno (Kč/m ²)	Celkové náklady na demol. (Kč/m ²)	Rozdíl (%)
Zděné RD	Přízemní	550	1 528	2 078	8,0
		(453)	(1 258)	(1 712)	
Dřevostavby	Přízemní	679	1 235	1 914	(8,0)
		(559)	(1 017)	(1 576)	
Zděné RD	Dvojpodlažní	443	1 377	1 820	17,0
		(365)	(1 134)	(1 499)	
Dřevostavby	Dvojpodlažní	551	968	1 519	(17,0)
		(454)	(797)	(1 251)	



Obr. 2 Vliv diskontní sazby na budoucí demoliční náklady. [vlastní]
Fig. 2 Effect of discount rate on future demolition costs.

na demolici 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.

Zároveň je třeba připomenout vliv diskontní sazby na transformaci budoucích nákladů na současnou hodnotu. S rostoucí diskontní sazbou a prodlužující se délkou životního cyklu stavby současná hodnota demoličních prací klesá. Klesá tak i její vliv na celkové náklady životního cyklu a dopad na rozhodovací proces samotný.

6. ZÁVĚR

V současné době je k tématu metody nákladů životního cyklu publikována řada publikací, jedná se však především o teoretickou základnu informací doplňující normu ČSN EN, která postup výpočtu upravuje. Co se týče dostupnosti samotných dílčích nákladů pro jednotlivé fáze LCC, není dostupné velké množství informací, a tak je často výzvou pro autora zajistit relevantní zdroje informací o příslušných nákladech, např. provozních nákladech či nákladech právě na likvidaci stavby. Právě i jakousi oporu pro další použití metody LCC obsahuje předkládaný výstup se zaměřením na závěrečnou fázi životního cyklu.

Z hlediska demontážní hmotnosti, jejíž likvidace tvoří významný podíl na celkových demoličních nákladech, jsou lehčí dřevostavby, a to až o 50% hmotnosti, v závislosti na samotné geometrii stavby. Právě vyšší rozdíly vykazují dvojpodlažní stavby, kde konstrukce stropu (na bázi betonu vs. lehký dřevěný) má významný dopad na demontážní hmotnost.

Z hlediska nákladů na demolici, samotné demontážní práce, jsou však náklady vyšší pro dřevostavby. To je zapříčiněno vyšším úsilím na separaci stavební suti. Avšak vždy záleží na zvoleném technologickém postupu demolice. Při plně strojní demolici, bez

důrazu na separaci odpadu, lze dosáhnout srovnatelných nákladů pro zděné domy i dřevostavby.

V kontextu celkových demoličních nákladů dosahují dřevostavby nižších hodnot, v závislosti na podlažnosti objektu. U přízemních rodinných domů je medián rozdílu detekován na 8%, u dvojpodlažních objektů je pak medián vypočten na 17%.

V návaznosti na samotnou metodu LCC, kdy jsou jednotlivé náklady diskontovány na současnou hodnotu, náklady v závěrečné – likvidační – fázi do samotného součtu nákladů tak vstupují omezeně. To je dáno zvolenou délkou životního cyklu a samozřejmě i diskontní sazbou. Tyto vstupní parametry výpočtů tak mohou redukovat drobné rozdíly, které ve výsledku nemusí být pro samotnou analýzu LCC rozhodující.

7. PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl zpracován za podpory specifického vysokoškolského výzkumu MŠMT č.j. ÚSI-J-20-6442.

8. LITERATURA

- [1] 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
- [2] ŽIGART, M., KOVAČIČ LUKMAN, R., PREMROV, M., ŽEGARAC LESKOVAR, V. 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
- [3] ŠVAJLENKA, J., KOZLOVSKÁ, M. 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

- [4] MITTERPACH, J., ŠTEFKO, J. 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
- [5] PETROVIC, B., MYHREN, J., ZHANG, X., WALLHAGEN, M., ERIKSSON, O. 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
- [6] BALASBANEH, A., BIN MARSONO, A., GOHARI, A. 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
- [7] HRDLIČKA, T., CUPAL, M. Brick versus wood construction in residential building. In: *19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019*. Bulgaria, 2019, s. 395–402. ISBN 978-619-7408-89-. ISSN 1314-2704.
- [8] HRDLIČKA, T., CUPAL, M., KOMOSNA, M. Wood vs. brick: Impact on investment costs of houses. *Journal of Building Engineering* [online]. Elsevier Ltd, 2022, 49 [cit. 2022-07-13]. ISSN 2352-7102. Dostupné z: doi:10.1016/j.job.2022.104088
- [9] MOTUZIENĚ, V., ROGOŽA, A., LAPINSKIENĚ, V., VILUTIENĚ, T. 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
- [10] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, R. *Udržitelné pořizování staveb: ekonomické aspekty*. Vyd. 1. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. ISBN 978-80-7357-642-4.
- [11] DWAIKAT, L., ALI, K. 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.job.2018.03.015
- [12] DUFEK, Z., KORYTÁROVÁ, J., APELTAUER, T. *et al. Veřejné stavební investice*. Praha: Leges, 2018, 387 stran : grafy. ISBN 978-80-7502-322-3.
- [13] LANGSTON, C. *Life-cost approach to building evaluation*. London: Routledge, 2017. ISBN 978-1-138-46462-9.
- [14] ISO 15686-5:2017. *Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 5: Life-cycle costing*. International Organization for Standardization, 2017.
- [15] MARSH, R. 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
- [16] LU, H., EL HANANDEH, A., GILBERT, B. 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
- [17] AKTAS, C., BILEC, M. 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
- [18] ISLAM, H., JOLLANDS, M., SETUNGE, S. Life cycle assessment and life cycle cost implication of residential buildings—A review. *Renewable & sustainable energy reviews* [online]. Elsevier Ltd, 2015, 42, 129–140 [cit. 2022-07-04]. ISSN 1364-0321. Dostupné z: doi:10.1016/j.rser.2014.10.006
- [19] MAŘÍK, M. *Metody oceňování podniku: proces ocenění – základní metody a postupy*. 3., upr. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2011. ISBN 978-80-86929-67-5.
- [20] ROUŠAR, I. *Projektové řízení technologických staveb*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN .isbn978-80-247-2602-1.
- [21] *International valuation standards 2020*. London: International Valuation Standards Council, 2020. ISBN: 978-0-9931513-3-3-0.
- [22] *Hypoindex* [online]. 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: https://www.kb.cz/cs/podpora/slovník/vyrazy-zacinajici-na-h/hypoindex

Správná citace:

HRDLIČKA, T., CUPAL, M. Určení nákladů na závěrečnou fázi životního cyklu v kontextu metody LCC pro rodinné domy. *Soudní inženýrství*, 2022, 33(2), 34–40. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2022.2.34>. ISSN 1211-443X.