

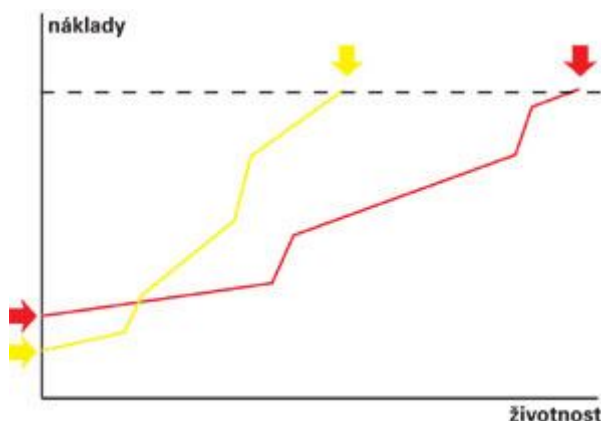
Výpočetní metody nákladů životního cyklu staveb

Eliška Ubralová, Jiří Karásek

Náklady životního cyklu jsou dnes inovativním způsobem posuzování staveb jejich variant i dílčích řešení. Slouží k objektivnímu rozhodování o realizaci investice. Největší význam LCC je v předinvestiční fázi projektu. V ostatních fázích má význam při rozhodování o prodeji, obnově nebo demolici stavby. Článek se zabývá vyjádřením nákladů životního cyklu staveb v jejich jednotlivých fázích a nákladových kategoriích.

Dnes je zpravidla nejpoužívanějším kritériem rozhodovacího procesu o investici její pořizovací cena. Pro investora představuje největší rozpočtovou položku, přes kterou se musí přenést. Při chápání investice prostřednictvím úvěru, kdy se investice rovná splátce úvěru, je posuzování investice názornější. Porovnáváme různé měsíční nebo roční náklady jednotlivých investičních variant a srovnáváme je s výnosy každé jednotlivé varianty. Klasickým jednoduchým příkladem je lednička. Existují dva typy levnější s vyšší spotřebou energie a dražší s nižší spotřebou energie. Která je výhodnější? Ať chceme nebo nechceme, dostáváme se intuitivním způsobem k nákladům životního cyklu. Nejdůležitější je, v kterém časovém okamžiku se protnou křivky nákladů obou variant. Čas protnutí závisí na rozdílu pořizovacích cen a provozních nákladů. Časový faktor doplňuje délka životního cyklu, která rozhoduje o přijatelnosti vyšší investice.

Obr. 1: Průběh nákladů během životnosti stavby



Zdroj: http://www.casopisstavebnictvi.cz/integrované-navrhování-efektivní-rozhodování-cílových-investorů_N194

Situace při porovnání variant u staveb je výrazně složitější. Stavba v sobě zahrnuje výrazně vyšší počet kategorií nákladů, které jsou pro volbu technické varianty zásadní. Různé varianty řešení vykazují i odlišný přístup k určování nákladů. Zatímco pořizovací cena je závislá na cenách stavebního materiálu, ceně stavebních prací a zisku, je výše provozních nákladů závislá na technickém řešení vytvořeném architektem a projektantem.

Životní cyklus staveb

Základní použitou metodou je analýza životního cyklu stavby, která umožňuje komplexní vyjádření a posouzení všech nákladových skupin. Cílem je odpovědět na otázku, je možné sestavit výpočet nákladů životního cyklu staveb bez použití simulačních metod? Výsledkem je sestavení vzorců k vyjádření nákladů životního cyklu staveb.

Význam nákladů životního cyklu staveb vyplývá především z důležitosti rozhodovacího procesu staveb. Dnes rozhodujeme o investicích, které předurčují naše rozhodování a vynaložené náklady v příštích desetiletích.

Situace v rozhodování:

- uvažujeme o pořízení stavby (koupě, vlastní výstavba, pronájem),
- stavbu vlastníme a uvažujeme nad její údržbou, obnovou nebo modernizací,
- uvažujeme nad dlouhodobým pronájmem nemovitostí.

Specifika stavebnictví v souvislosti LCC

Stavebnictví vykazuje oproti jiným odvětvím průmyslu, celou řadu odlišností. Nejpodstatnější je délka životního cyklu stavby a rozsah stavebního díla. Různé stavby vykazují různé délky životního cyklu. Rozdíl bude mezi inženýrskou stavbou a pozemní stavbou, mezi komerční halou a divadlem. Účel stavby ovlivňuje podstatnou měrou délku životního cyklu. Odhad délky životního cyklu stavby lze provést na základě statistických údajů v oboru, nárůstu nebo poklesu počtu staveb a odhadu technologického vývoje. Jednou z možností odhadu délky životního cyklu je technický odhad na základě životnosti zásadního konstrukčního prvku, zpravidla souvisejícího se statikou budovy. Technický odhad ale nezahrnuje změnu délky životního cyklu na základě změny potřeb obyvatelstva. Příkladem je budova, která nedoslouží fyzicky ale morálně.

Postup tvorby modelu délky LC

Nejprve je nutné určit střední hodnotu délky životního cyklu na základě stáří současných staveb, dále je nutné zakomponovat prvek nárůstu nebo poklesu počtu staveb. Prudký nárůst počtu staveb může výrazným způsobem zvýšit odhadovanou délku životního cyklu. Dalším prvkem je technologický vývoj. Například pro jaderné elektrárny v České republice není možno odhadovat délku životního cyklu pouze podle průměrného stáří elektrárny. Získali bychom zkreslené údaje, neboť žádná z jaderných elektráren dosud nedosloužila.

Prvky modelu tvoří:

- střední doby životnosti,
- změna počtu staveb,
- technologická změna vyvolaná změnou potřeb lidí.

Cílem modelu je jeho vysoká vypovídací hodnota a jednoduchý způsob výpočtu, na základě shromážděných dat. Nejobtížnější odhad délky životního cyklu bude v případech, kdy nebyl zatím životní cyklus stavby dokončen.

Výpočtový model je možno vytvořit na základě prosté bilance:

$$N_a = N_n - N_d + N_o \quad (1)$$

kde:

N_a = aktuální počet staveb,

N_n = počet nově dokončených staveb,

N_d = počet odstraněných staveb během sledovaného období,

N_o = počet staveb postavených v předchozím období.

Kromě počtu odstraněných staveb všechny ostatní veličiny bývají známé. Hledanou veličinou bývá právě počet odstraněných staveb.

Současné stavby si můžeme analogicky představit jako skladovou zásobu skladu. Nově postavené domy jako příchozí zboží a odstraněné stavby jako zboží odcházející. Může vypočítat délku životního cyklu stavby (dobu obratu materiálu) na základě vztahu:

$$T_{LC} = \frac{N_a T}{N_d} \quad (2)$$

N_a = aktuální počet staveb,

N_d = počet odstraněných staveb během sledovaného období,

T = délka periody.

Vzniká základní výpočet délky životního cyklu stavby, který v sobě nezahrnuje vývoj délky životního cyklu stavby za delší časové období. Do vzorce je zapotřebí zahrnout časový vývoj. Protože nás nezajímá délka životního cyklu současných staveb ale jejich délka po uplynutí životního cyklu, výpočet musí zahrnovat délku životního cyklu stavby samotnou. Hledaná délka životního cyklu stavby závisí na dostupnosti dat. Velice často je možno sestavit pouze několik málo členů časové řady (3).

$$T_{LC_{i+1}} = f(T_{LC}, T_{LC-1}, \dots, T_{LC_0}) \quad (3)$$

T_{LC_i} = délka životního cyklu vypočtená na základě údajů i -té periody.

Na základě standardní predikce je možno odhadovat poslední člen časové řady, který je nejdůležitější. Rostoucí počet staveb bude mít za následek prodloužení odhadované délky životního cyklu, pokles bude mít za následek jeho zkrácení. Vzhledem ke koncepčnímu pojetí délky životního cyklu a počtu členů časové řady nemá význam používat jiné odhady než prostou lineární regresy.

Náklady životního cyklu staveb

Korektní určení délky životního cyklu je základním předpokladem výpočtu nákladů životního cyklu staveb. Nadnesená délky životního cyklu povede ke změně poměrů mezi pořizovacími náklady a provozními náklady.

Pro určení nákladů je vypočtena čistá současná hodnota všech budoucích výdajů pomocí standardní metody NPV (Net present value). Vlivem diskontního faktoru jsou náklady vynaložené v dřívějším období životního cyklu významnější než náklady na konci životního cyklu stavby.

Celkové náklady životního cyklu staveb lze rozlišit na tyto kategorie:

- investiční náklady – jsou to veškeré náklady spojené s pořízením stavby vznikající v době plánování a realizace. Mohou vznikat také v průběhu užívání budovy ve formě modernizací nebo rekonstrukcí,
- provozní náklady – tvoří podstatnou část celkových nákladů. Jsou to především náklady na vytápění, ohřev teplé užitkové vody, úklid a další,
- správní náklady – tyto náklady jsou tvořeny především pojištěním a daněmi,
- náklady na obnovu a údržbu – jedná se náklady spojené s výměnou nebo opravou jednotlivých konstrukčních prvků,
- náklady na likvidaci a recyklaci – na konci životního cyklu budovy je třeba vynaložit jisté náklady na její likvidaci a také recyklaci materiálů.

Součtem jednotlivých kategorií nákladů získáme odhad průběhu nákladů v letech, na něž je aplikována metoda NPV. Získáme čistou současnou hodnotu nákladů.

Závěr

Délka životního cyklu je zásadním údajem pro výpočet nákladů životního cyklu staveb. Ovlivňuje počet cyklů obnovy a výši provozních nákladů.

Předností analýzy nákladů životního cyklu staveb je možnost zjistit roční náklady budovy již v době plánování investice. Díky tomu lze dojít k jejich minimalizaci nákladů nebo optimální kombinaci variant. Pro kvalitní analýzu celkových nákladů je nutné vytvořit informační systém z relevantních technických a ekonomických údajů stavby a také vzájemné vazby mezi jednotlivými konstrukčními prvky a pracemi.

Cílem analýzy nákladů životního cyklu je nalezení takové varianty, která by měla nejnižší celkové náklady během celého životního cyklu. Další kritéria analýzy životního cyklu staveb mohou obsahovat zatížení životního prostředí nebo jejich energetickou náročnost.

Acknowledgement

Tento příspěvek byl podpořen grantem Českého vysokého učení technického v Praze SGS SGS10/134/OHK5/2T/11, „Ekonomika a management energetické náročnosti staveb“ Katedry ekonomiky a řízení ve stavebnictví, Fakulty stavební.

Literatura:

- [1] Norris, G. A. (2001): *Integrating Life Cycle Cost Analysis and LCA*, International Journal of Life Cycle Assessment, roč. 06, Springer Verlag, s. 118-120.
- [2] Frangopol, D. M. a kol. (1997): *Life-Cycle Cost Design of Deteriorating Structures*, Journal of Structural Engineering, roč. 10, ASCE, s. 1390-1401.
- [3] Beran, V. – Dlask, P. (2009) *Investice a její důsledky v urbanizaci*, Regionální studia, VŠE, s. 2-12.
- [4] Beran, V. (2007): *Management udržitelného rozvoje životního cyklu staveb*, stavebních podniků a území, Praha, Vydavatelství ČVUT, s. 138.
- [5] Měšťanová, D. (2007): *Územní plán i technické ukazatele ovlivňují vývoj města*, Městské inženýrství Karlovy Vary 2007, Ostrava, VŠB, s. 107-111.
- [6] Pačes, V. a kol. (2008): *Zpráva nezávislé odborné komise pro posouzení potřeb České republiky v dlouhodobém časovém horizontu*, s. 276.

- [7] Stern, N. (2006): Stern review: *The Economics of Climate Change*, Cambridge, Cambridge University Press, s. 576.
- [8] Wokoun, R. a kol. (2007): *Regionální rozvoj a jeho management v České republice*, 1. vydání, Praha, Oeconomica, s. 246.
- [9] kolektiv autorů, (2006): *ISO 15686-5:2008 Buildings and constructed assets. Service life planning. Life cycle costing*, s. 46.