

*Bc. Jozef Horváth<sup>1</sup>*

## RIADENIE NÁKLADOV ŽIVOTNÉHO CYKLU PRI STAVEBNÝCH OBJEKTOCH

### OPTIMALIZATION BUILDING COSTS

#### Abstract

Optimalization building costs is specific method to find optimal relation between value and costs in building life period. There can be more purposes of research. The aim of this artikel is to find those, that have the most influence on building life period an analyse the version.

#### Úvod

Pod pojmom riadenie nákladov stavebného diela rozumieme organizovaný a tvorivý prístup s cieľom úinne zisovať nepotrebné náklady, ktorým i sa nezvyšuje ani kvalita, užitonosť, životnosť, vzťah ani iné zákazníkovi vyžadované vlastnosti výrobku. Pomáhajú nám pri tom prístupy ako hodnotová analýza, hodnotové plánovanie, hodnotové inžinierstvo, hodnotový reínžiniering. Všetky tieto prístupy sa odlišujú svojím použitím v procese prípravy realizácie a využívania stavby. Poukázali by sme chceli na hodnotovú analýzu ktorá rozoberá vzťah nákladov a hodnoty už naprojektovaného produktu. Nemá dokazovať zlé prácu projektanta, ale jednoducho ide o doplnenie pohľadu hodnotového analytika na riešený problém a spoločné nájdenie najvhodnejšieho riešenia. V tomto článku objasníme problematiku riadenia nákladov životného cyklu stavebného diela a následne preobrazíme aplikujeme nástroje riadenia na konkrétnom stavebnom objekte - rodinnom dome. Posudzovaný rodinný dom je novostavba určená na užívanie po dlhšiu dobu. Zvyšovanie cien energií a zvýšenie kvality materiálov môže skrátiť resp. predĺžiť návratnosť a efektívnosť investície. Svoju pozornosť budeme venovať asi objektu ktorá nám najviac ovplyvňuje náklady ako také.

#### Náklady životného cyklu stavebného objektu

Pri tradičnom hodnotení ekonomickej efektívnosti sa sústreďujeme na obstarávací náklady stavby, prípadne na prvé roky užívania stavebného diela. Pri porovnaní obstarávacích a prevádzkových nákladov vidíme značný rozdiel. Do popredia sa dostáva nový trend, ktorý sa oraz viac pozerá do budúcnosti. Môžeme by sa zdalo, že prevádzkové náklady sú vo všeobecnosti obstarávacím zanedbateľné. Záleží však na tom ako ďaleko sa pozeráme a na aký účel je daná stavba využitá. Či slúži na podnikateľské účely, kde pristupujú k nákladom aj zisky alebo je využívaná bezprostredne na bývanie. Je logické, že počas dlhšej životnosti sa budú náklady na prevádzku kumulovať do vyšších súm. Do akých súm? Preto tak je? Čo sa s tým dá urobiť? To sú otázky, na ktoré nám často ne dá odpoveď metóda riadenia nákladov životného cyklu. Jedno vieme povedať hneď a to, že podiel prevádzkových nákladov na celkových nákladoch nie je zanedbateľný. Existuje stále veľa investorov, ktorí tomu nevenujú pozornosť a sú

---

<sup>1</sup> autor : Horváth, Jozef, Bc., STU - Stavebná fakulta, Radlinského 11, 81368, Bratislava,

[jozef.horvath@gmail.com](mailto:jozef.horvath@gmail.com)

recenzent : Igor Trávník, Prof. Ing. PhD., STU v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra ekonomiky a riadenia stavebníctva, Radlinského 11, Bratislava, [travnik@svf.stuba.sk](mailto:travnik@svf.stuba.sk)

presvedení, že ich finančné zaťaženie koníkolaudáciou stavby. Pre o to tak je? Dôvodov môže byť viacero. Necítia zodpovednosť za prevádzku objektu (majú v pláne ho predať), vzdialené hrozby majú menší vplyv na rozhodovanie ako bezprostredné, poprípade neznalosť alebo nezodpovednosť. Vstupujeme do novej éry, do éry drahých energií, nákladov na údržbu a rastu požiadaviek na zodpovednosť.

Verejní investori sú nútení postupovať racionálne a súkromní za ňajú tiež hľadajú cesty ako zmenou variantu byť efektívnejší a vyjsť z minima maximum. Existuje viacero metód a postupov ako posúdiť ekonomiku stavby z hľadiska celkových nákladov za dobu životnosti a návratnosti investície. Je to napríklad *metóda nákladov životného cyklu* a *metóda isté úspory*. Z oboch budeme vychádzať v tomto článku.

### Postup riadenia hodnoty a hodnotenia a nákladov

Pri použití rôznych metód prichádza na rad otázka ako postupovať a ako vyhodnotiť a vybrať zo všetkých kombinácií tu najlepšiu.

Postup:

1. určiť ciele a varianty riešenia stavebného diela,
2. prijať základné predpoklady pre rozbor výsledkov výpočtu,
3. získať a spracovať vstupné údaje o variantných riešeniach
4. posúdiť varianty pomocou metód ekonomickej efektívnosti,
5. vybrať najvýhodnejší variant,
6. posúdiť vybraný variant a určiť prípadné riziká,
7. prijať výsledné rozhodnutie alebo pokračovať v analýze,
8. Záverečné hodnotenie.

### Ciele riešenia

Predmetom úvah je projekt rodinného domu. Investor plánuje využiť budovu na bývanie po dlhší čas. Má požiadavku vypracovať varianty riešenia projektu a vybrať pre neho ten, ktorý je najviac ekonomicky efektívny z hľadiska energetickej náročnosti vykurovania budov (ENVB). Pri vyíšení percentuálneho vplyvu ENVB majú veľký vplyv povrchy konštrukcií s tepleným i stratami, ktoré sú v priamom kontakte s exteriérom. Neodmysliteľným časťou v tomto prípade tvorí obvodová stena. Cieľom riešenia je určiť a posúdiť variantov obvodových konštrukcií so zateplením resp. s nezateplením.

### Základné predpoklady riešenia

V ostatnom sa sa teraz ešte diskutuje o téme zateplovania obvodových plášťov novostavieb. Snaha znížiť náklady na vykurovanie je logická a oprávnená. Je však potrebné zatepľovať obvodové steny? V akej hrúbke zateplíť a o toľko chceme dosiahnuť? Nie je zateplenie v niektorých prípadoch len psychologická náplasa na tlak súčasných trendov? Záleží od viacerých faktorov. Jedným z nich je kvalita obvodovej konštrukcie z hľadiska tepelnoizolačných vlastností. Zabezpečenie tepelnej ochrany budovy dodatočným zatepľovaním obvodových stien má tieto zásadné priaznivé úinky:

zníženie spotreby energie na vykurovanie (aspoň o 30%) odstránenie hygienických nedostatkov (plesne)

vytváranie podmienok tepelnej pohody v bytoch zvýšením vnútornej povrchovej teploty  
 zvýšenie tepelnej zotrvačnosti stavebných konštrukcií a spomalenie chladnutia miestností pri vykurovacej prestávke  
 eliminovanie zatekania

Cez steny prechádza 34% celkových tepelných strát budov. Znížovanie spotreby energie je požiadavkou, súvisiacou s rozvojom spoločnosti, ekonomickým vývojom a racionalizáciou úspornosti zdrojov palív a energie.

Zvyšujúce sa ceny energií a tepla vyvolávajú potrebu znížovania tepelných strát pri vykurovaní budov zlepšovaním tepelnotechnických vlastností. Pri kombinácii zatepovacieho systému u obvodových stien, so správnym výberom okien možno dosiahnuť zníženie spotreby energie na vykurovanie o viac ako 50%.

### Vstupné údaje o variantných riešeniach

Posudzované varianty sú rozdelené do troch skupín podľa muriva obvodovej steny. Dôkopy máme 7 variantných riešení.

#### Skupina A - POROTHERM

V1 - Obvod. murivo z tehál pálených POROTHERM 38P+D, so zateplením hr. 40mm

V2 - Obvod. murivo z tehál pálených POROTHERM 38P+D, so zateplením hr. 50mm

V3 - Obvod. murivo z tehál pálených POROTHERM 38P+D, so zateplením hr. 70mm

#### Skupina B - YTONG

V4 - Obvod. murivo z tvárnic YTONG P2 – 400 hr. 375mm bez zateplenia

V5 - Obvod. murivo z tvárnic YTONG P2 – 400 hr. 375mm so zateplením hr. 40mm

V6 - Obvod. murivo z tvárnic YTONG P2 – 400 hr. 375mm so zateplením hr. 60mm

#### Skupina C - DURISOL

V7 - Obvod. murivo z tvárnic DURISOL DS s 37,5/14n hr. 375mm bez zateplenia

Tri skupiny boli vytvorené na obrazné zobrazenie rozdielov medzi najpoužívanejšími stavebnými materiálmi. V skupine A a B sú pri rovnakej hrúbke muriva rôzne hrúbky zateplenia. Je to z dôvodu znázornenia vplyvu zvýšenia hrúbky tepelnej izolácie na úsporu energií. Snahou bude vybrať z každej skupiny jeden najvýhodnejší variant a posúdiť ho tak tiež s ostatnými variantami iných skupín. Na základe posúdenia medzi skupinami uríme finálne prevedenie podľa vopred stanovených kritérií.

### Náklady na obstaranie Nobst (Sk)

Náklady na obstaranie Nobst sú dôležitým faktorom. Majú zodpovedať kvalite a vlastnostiam použitých materiálov ako aj nárokov na ich zapracovanie do konštrukcie. Pre určenie nákladov na obstaranie bol použitý softwarový nástroj CENKROS cenovej úrovne 2005.

### Náklady na vykurovanie pre obdobie t = 30 rokov

Náklady na vykurovanie tvoria podstatnú časť prevádzkových nákladov stavebného diela. Spotrebu tepla na vykurovanie som vypočítal dennostupovou metódou. Pri výpočte som uvažoval len s tepelnými stratami vyvolanými obvodovou konštrukciou. Tepelné straty strechy a výplňových konštrukcií sú konštantné pre všetky posudzované varianty obvodových konštrukcií. Tepelné straty vznikajú vplyvom tepelného toku stavebnou konštrukciou. Po

vy íslení tepelných strát a potrieb tepla na vykurovanie sme boli schopní posúdiť ako sa dá ušetriť zateplením. Náklady na vykurovanie sme porovnali s časovým horizontom 30 rokov so zľahčujúcou prevádzkou v roku 2006. Jednotková cena tepla v roku 2006 je na úrovni 635,04 Sk/GJ. Medziročne sme uvažovali s 5% ročným nárastom cien tepla.

### Posúdenie variantov pomocou metód ekonomickej efektívnosti

#### Posúdenie variantov obvodového plášťa z hľadiska nákladov životného cyklu

Pre výpočet nákladov životného cyklu sme použili vzorec (3.1). Tento vzťah vyjadruje súčet nákladov na obstaranie a prevádzkových nákladov (nákladov na vykurovanie) za dobu 30 rokov. Súhrnnú a porovnanie nákladov všetkých variantov vidíme v tab. 3.1

$$N_{t,30,i} = N_{\text{obst},i} + N_{\text{vyk},30,i} \quad (3.1)$$

Tab 3.1 Náklady životného cyklu

Druh nákladov	M.j.	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
N <sub>obst,i</sub>	[Sk]	538 414	548 504	577 952	415 936	501 946	527 609	479 683
N <sub>vyk,30,i</sub>	[Sk/30 rokov]	580 838	539 529	472 557	576 144	447 834	400 578	558 306
N <sub>t,30,i</sub>	[Sk/30 rokov]	<b>1 119 252</b>	<b>1 088 033</b>	<b>1 050 509</b>	<b>992 080</b>	<b>949 780</b>	<b>928 187</b>	<b>1 037 989</b>

#### Posúdenie variantov obvodového plášťa z hľadiska nákladov a istých úspor

Pri tejto metóde sme skúmali prínos investícií do zateplenia obvodového plášťa z hľadiska úspor nákladov na vykurovanie. Isté úspory v podstate udávajú rozdiel medzi úsporami prevádzkových nákladov a investícií do týchto úspor. Podľa metódy istých úspor je najvýhodnejší variant s maximálnymi istými úsporami. Posúdenie istých úspor robíme v skupine POROTHERM a YTONG. Za nultý variant zvolíme prevedenie, ktoré má z hľadiska tepelného odporu R najnižšiu hodnotu ale väčšiu ako predpisuje norma STN 73 0540-2 (2002) a to 3 [m<sup>2</sup>.K.W-1]. Porovnaním ostatných variantov v skupine v nulovom ziskame úspory nákladov a následne aj isté úspory za každý rok až po dobu 30 rokov. V skupine Porotherm je nultý variant V1. Tento variant je zateplený tepelnou izoláciou o hrúbke 40 mm. V skupine YTONG tieto podmienky spĺňa variant V4, ktorý je bez zateplenia.

Tab. 3.2 Isté úspory

Isté úspory Ú i				
Úspory	V2 - V1	V3 - V1	V5 - V4	V6 - V4
ú i za 30 rok .	<b>17 189 Sk</b>	<b>37 962 Sk</b>	<b>23 322 Sk</b>	<b>35 218 Sk</b>

### Výber najvhodnejšieho variantu

V tabuľke 3.2 isté úspory vidíme, že v skupine POROTHERM najlepšie obstál variant V3 s hrúbkou zateplenia 70 mm. Isté úspory sú za 30 rokov 37 962 Sk a investícia sa nám vráti v 17 roku užívania. V skupine YTONG je víťazný variant V6 s hrúbkou zateplenia 60 mm, kde úspory sú 35 218 Sk a investícia sa nám vráti v 24 roku užívania. Vybraté varianty vyhovujú aj pokiaľ posudzujeme náklady životného cyklu tab. 3.1, kde náklady Nt,30 pre V3 sú 1 050 509 Sk a pre V6 sú 928 187 Sk.

### Posúdenie vybraných variantov a urenie prípadných rizík

Vybrané varianty sme posudzovali pomocou dvoch metód ekonomickej efektívnosti. Metóda nákladov životného cyklu a metóda istých úspor. Obe metódy sa zaoberajú tým koľko sa dá ušetriť a za aký dlhý čas alebo predbežne kalkulujú aké budeme mať náklady. V každej skupine nám vyšiel za víťazný variant ten ktorý mal najvyšší tepelný odpor. Je to logické že pri nižšej tepelnej strate, vynaložíme nižšie prostriedky na vykurovanie a tým aj viac ušetríme. Avšak, stále sme závislí od jednej veličiny a to tepelného odporu. Z tohoto dôvodu by mohlo byť riziko po predchádzajúcich úvahách vybrať jeden z variantov a neposúdiť konštrukcie aj z iného hľadiska a taktiež do súhrnného zhodnotenia nezahmú aj tretiu skupinu a to DURISOL plus pôvodne navrhnutý variant V2..

### Prijatie výsledného rozhodnutia

Po predchádzajúcej úvahe budeme pokračovať v analýze a posúdime víťazné konštrukcie zo skupiny medzi sebou, doplníme skupinu DURISOL a pôvodne navrhnuté riešenie projektantom. Konečné rozhodnutie spravíme až po dôkladnej analýze kde definujeme prednostné požiadavky investora. Na tento účel použijeme funkčnú a nákladovú analýzu a multikriteriálne rozhodovanie.

### Analýza variantných riešení

#### *Technický popis*

V analyzovanom objekte - rodinný dom je navrhnutá obvodová stena hrúbky 38 cm so zateplením tepelnou izoláciou o hrúbke 50 mm. Primárnou požiadavkou na túto obvodovú stenu sú prevádzkové náklady životného cyklu. Tak isto musia byť splnené požiadavky sekundárne, ktoré sú obstarávacie náklady, nepriezvu nos a požiadavky na najnižšiu vnútornú povrchovú teplotu. Obvodová stena je vyhotovená z tvárnic podľa daného variantu, na ktorú sú prevedené povrchové úpravy a v prípade potreby zateplovací systém. Vyhotovenie obvodovej steny pozostáva zo 4 variantov.

#### *Náklady variantných riešení*

Vyčíslené náklady životného cyklu vidíme v tab. 3.1.

#### *Funkčná analýza*

Po funkčnej analýze boli zadané požiadavky investora aj s ich dôležitosťou resp. váhou.

Tab. 3.3 Stanovenie kritérií pre vyhodnotenie

Poradie	Kriterium	Váha kritérií
<b>K1</b>	Prevádzkové náklady po dobu trvania 30 rokov	50%
<b>K2</b>	Obstarávacie náklady	35%
<b>K3</b>	Nepriezvu nosť	10%
<b>K4</b>	Najnižšiu vnútornú povrchovú teplotu	5%

**Multikritériálne vyhodnotenie variantných riešení**

Pri vyhodnotení sme použili metódu základného variantu. Po transformácii rozhodovacej matice tab. 3.4 do 100 bodovej stupnice a následným pre násobením váhami kritérií sme dostali váhové vyhodnotenie tab. 3.5 aj s poradím od prvého po štvrté miesto.

Tab. 3.4 Základná rozhodovacia matica

	KRIT.	V 2	V 3	V 6	V 7	M.J.	Typ	Ideál V*	Váha
<b>K1</b>	Nvyk	539 529	472 557	400 578	558 306	Sk	min	400 578	50%
<b>K2</b>	Nobst	548 504	577 952	527 609	479 683	Sk	min	479 683	35%
<b>K3</b>	Rw	61	62	53	51	dB	max	62,00	10%
<b>K4</b>	Tsi	18,85	19,1	19,37	18,79	C	max	19,37	5%

Tab. 3.5 Váhové vyhodnotenie

	KRIT.	V 2	V 3	V 6	V 7
<b>K1</b>	Nvyk	37	42	50	36
<b>K2</b>	Nobst	31	29	32	35
<b>K3</b>	Rw	10	10	9	8
<b>K4</b>	Tsi	5	5	5	5
	<b>Spolu:</b>	82	86	95	84
	<b>Poradie:</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

**Záverné hodnotenie obvodového plášťa**

Na základe multikritériálneho vyhodnotenia je najvýhodnejší variant V6 - konštrukcia pozostáva z obvodového múru z tvárnic YTONG P2 - 400 hr. 375mm so zateplením hr. 60mm. V posúdení získal tento variant najviac bodov a dostal sa na prvé miesto výhodnosti. Ak sa pozrieme bližšie na náklady tak má najnižšie prevádzkové náklady a obstarávacie náklady obstáli na druhom mieste hne po Durisole. Avšak prevádzkové náklady boli váhovo najdôležitejšie a preto je tento variant pre investora ten najvýhodnejší a odporúča sa jeho prevedenie.

## Záver

Účelom príspevku je priblíženie problematiky hodnotovej analýzy a aplikovať ju na riadení hodnoty stavebného diela. V našom prípade šlo o rodinný dom. Metóda sa dá aplikovať v akomkoľvek rozhodovacom procese. Ide predovšetkým o to ako zefektívniť vynakladané finančné, materiálne, energetické a ľudské zdroje. Dôležité v každom procese je stanoviť si dôsledne to, čo má pre nás najväčšiu hodnotu a k tomu by sme chceli dospieť pri hľadaní riešenia. Jasný príklad uplatniteľnosti tejto metódy sme si dokázali pri našom rozhodovacom procese. Najvýhodnejší variant V6 nebol pôvodne navrhnutý v projektovej dokumentácii. Úvahami sme dospeli k tomu, že víťazný variant je ekonomicky a technicky lepšie riešenie ako pôvodné. Neznamená to, že pôvodný bol zlý. Len sme sa pozreli na vec oami konkrétnej osoby so špecifickými požiadavkami a tak zabezpečili spokojnosť investora a úsporu finančných prostriedkov.

## Literatúra

[1] TRÁVNIK, I.: *Riadenie hodnoty stavebného diela*, Vydavateľstvo STU Bratislava, 1998.