

# Vyhodnotenie spotreby energie školy po obnove

31.10.2013 |



**Spotreba energie pri prevádzke obnovenej základnej školy v Lietavskej Lúčke, ktorá využíva obnoviteľné zdroje energie, sa analyzovala podľa spotreby zemného plynu a elektrickej energie a podľa údajov z meračov trhových dodávateľov energie z rokov 2006 až 2012.**

Pilotný projekt obnovy základnej školy v Lietavskej Lúčke [1] kládol dôraz na progresívnosť riešenia, úsporu energie a využitie obnoviteľných zdrojov energie. Projekt podporilo bývalé Ministerstvo výstavby a regionálneho rozvoja SR. Za základné zásady riešenia sa zvlili:

- nadštandardné tepelnoizolačné vlastnosti stavebných konštrukcií (obr. 1 a 2);
- diverzifikácia zdrojov energie (slnečná, elektrická energia, zemný plyn, energia prostredia);
- minimalizácia energetických strát vetraním (vetrací systém s rekuperáciou).



Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií po obnove sú uvedené v tab. 1. Na obnovu obvodových stavebných konštrukcií sa ako dodatočná tepelná izolácia použil sivý vypeňovaný polystyrén EPS Neopor. Steny sa zateplili tepelnou izoláciou s hrúbkou 140 mm. Na zateplenie strešnej konštrukcie sa použila tepelná izolácia s hrúbkou 300 mm.

**Tab. 1 Tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií po obnove budovy školy**

Stavebná konštrukcia	U (W/(m <sup>2</sup> . K))
obvodová stena s hrúbkou 270 mm + kontaktný tepelnoizolačný systém s hrúbkou 140 mm (EPS Neopor)	0,19
obvodová stena s hrúbkou 400 mm + kontaktný tepelnoizolačný systém s hrúbkou 140 mm (EPS Neopor)	0,17
strešná konštrukcia školy + EPS s hrúbkou 300 mm	0,095
strešná konštrukcia nad šatňami + EPS s hrúbkou 300 mm	0,093
podlaha na teréne	0,33
okná plastové s izolačným dvojsklom	1,30
dvojnásobné zasklenie	g = 0,63

### Zásobovanie ZŠ energiou

Budova je zásobovaná energiou dodávanou trhovými dodávateľmi a energiou získanou z obnoviteľných zdrojov:

- solárne kolektory (30 ks) s absorpčnou plochou 69,6 m<sup>2</sup>;
- tepelné čerpadlo voda – voda, spolu 10 zemných vrtov;
- kondenzačné plynové kotly s tepelným príkonom 3 × 49 kW;
- systém kontrolovaného vetrania.

Inštalovaná vzduchotechnická jednotka má vysokoúčinný systém spätného získavania tepla, pričom deklarovaná hodnota účinnosti je 80 %. Zariadenie umožňuje:

- premenlivý prietok vzduchu,
- prevádzku riadenú časovým programom,
- útlmový režim mimo prevádzkových hodín,
- úsporu (predpoklad) elektrickej energie a tepla na ohrev vzduchu.

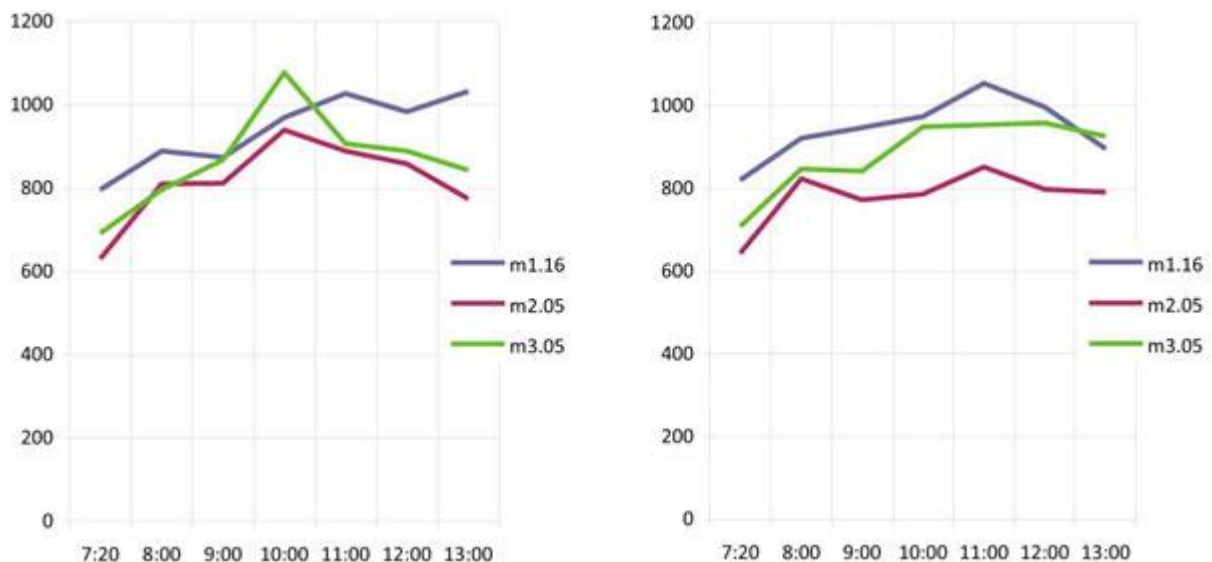
Určujúcim faktorom na prevádzku zariadení TZB, ktoré používajú elektrickú energiu, je jej cena a tarifa. Zásadným postojom prevádzkovateľa ZŠ je znížiť poplatok za elektrickú energiu. Preto sa systémy techniky prostredia prevádzkujú iba pri nízkej tarife. Nízka tarifa je v čase (tepelné čerpadlo sa prevádzkuje iba v čase nízkej tarify):

- pondelok až piatok od 00.00 do 9.05 hod., od 10.05 do 12.15 hod., od 13.15 do 16.05 hod., od 17.05 do 19.35 hod., od 20.35 do 24.00;
- sobota a nedeľa od 00.00 do 2.45 hod., od 3.45 do 10.00 hod., od 11.30 do 15.20 hod., od 16.50 do 24.00 hod.

Vzduchotechnika (bez ohrievača, iba rekuperátor) sa prevádzkuje len v čase nízkej tarify a podľa časového programu, ale iba ak sa nedosahuje požadovaná kvalita vzduchu. Kvalita vzduchu sa kontroluje zabudovanými snímačmi koncentrácie oxidu uhličitého v odvádzanom vzduchu. Časový program vzduchotechniky je takýto:

- pondelok až piatok od 7.00 do 9.00 hod., od 10.15 do 12.00 hod., od 13.30 do 15.05 hod., od 17.30 do 19.00 hod., od 20.45 do 22.00 hod.

Vzduchotechnické zariadenie sa prevádzkuje prerušovaným spôsobom, čo môže ovplyvniť kvalitu vnútorného vzduchu v čase prerušenia prevádzky. Vetrací systém zabezpečuje kvantitatívne a kvalitatívne kritériá pri dodávke čerstvého vzduchu do upravovaných priestorov. Kvantitatívne ukazovatele sú dané pri navrhovaní a dimenzovaní tohto systému, v prípade ktorého sa uvažovalo o nasledovných parametroch. Navrhnutý systém vetrania objektu je vybavený vysokoúčinným spätným získavaním tepla schopným ohriať privádzaný vzduch odpadovým teplom z odsávaného vzduchu na teplotu +16 °C bez dohrevu. Projektant uvažoval, že dohrev privádzaného vzduchu nie je potrebný a že sa bude kompenzovať zvýšeným výkonom existujúcich vykurovacích telies. Prídavný zdroj na ohrev vzduchu nie je inštalovaný. Potrebný tepelný výkon vetracieho zariadenia sa dimenzoval na 20 kW. Spotreba elektrickej energie na prevádzku vzduchotechnického zariadenia je nízka v porovnaní s inými odbermi elektrickej energie. Je to dané najmä časovým programom, ktorý zabezpečuje činnosť vetracieho zariadenia iba v čase nízkej tarify. V čase vysokej tarify vetracie zariadenie nie je v prevádzke. Ide teda o prevádzku vzduchotechnicky bez ohrievača, funkčný je len rekuperátor v čase nízkej tarify a iba vtedy, ak sa nedosahuje požadovaná kvalita vzduchu 800 ppm. Kvalita vzduchu sa pritom pohybuje v rozpätí od 600 do 1 200 ppm, čo predstavuje triedu kvality vzduchu v 2. a 3. kategórii podľa STN EN 15251. Podľa záznamov z činnosti vzduchotechniky kvalita neklesla do 4. triedy, ktorá sa považuje za kvalitu mimo parametrov a mohla by sa tolerovať iba obmedzenú časť roka. Kvalita vzduchu je podľa záznamov samotného vzduchotechnického zariadenia akceptovateľná a energeticky nenáročná. Subjektívne hodnotenia žiakov a učiteliek však udávali 25-percentnú nespokojnosť s vetracím systémom. Subjekty pociťovali miernu nepohodu spôsobenú studeným vzduchom padajúcim na hlavy žiakov, ktorí hovorili o pocite vírenia vzduchu a niekedy aj previevaní (vánku) vo vlasoch. Na obr. 3 je znázornená koncentrácia oxidu uhličitého počas vyučovania v troch triedach ZŠ.



#### Vyhodnotenie spotreby energie podľa energetických nosičov

Dokladovanie údajov o spotrebe energie sa zakladá na údajoch nameraných počas prevádzky. Uvádzané spotreby energie z rozličných miest sú evidované na meračoch trhových dodávateľov energie:

- spotreba zemného plynu v m<sup>3</sup> alebo v kWh;
- spotreba elektrickej energie v kWh.

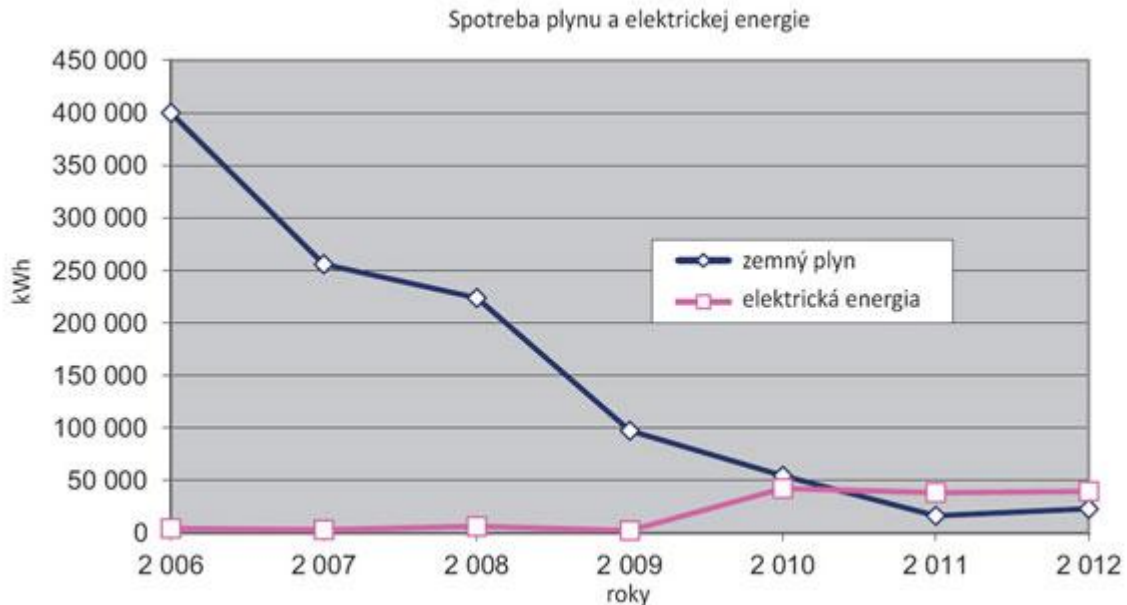
V rámci analýzy spotreby energie sa porovnávali jednotlivé roky a stav budovy v týchto rokoch. Hlavným cieľom bolo zistiť, či sa porovnávali porovnateľné údaje. Vzhľadom na meniacu sa situáciu v systémoch TZB sa tento tento stav v minulosti vždy nedodrжал. Budova mala totiž ešte v prevádzke staré atmosférické kotly až do roku 2006 a nové plynové kondenzačné kotly sa začali používať v roku 2007. Táto zmena zdroja tepla vôbec nesúvisela s pilotným projektom obnovy ZŠ. Úpravy systémov TZB a stavebných konštrukcií sa realizovali priebežne, a preto si jednoduché porovnanie jednotlivých rokov vyžaduje vysvetlenie, čo sa vlastne porovnáva. Do roku 2006 boli nainštalované staré atmosférické kotly. Možno predpokladať, že ide o typickú situáciu, v ktorej by sa mohlo nachádzať viacero ZŠ na Slovensku. V roku 2007 sa nainštalovali nové kotly bez súvislosti s projektom obnovy ZŠ, a to v rámci pilotného projektu MVRR SR. Zvýšila sa účinnosť zdroja tepla a zmenila sa spotreba energie: jednak plynu, a jednak celková spotreba energie. Ďalším faktorom je fenomén okien. Okná sa vymenili ešte pred celkovou obnovou ZŠ, teda pred začatím prác na pilotnom projekte. Počas riešenia pilotného projektu sa konštatovalo, že existujúci stav okien vyhovuje požiadavkám STN 73 0540: 2002 a bolo by už neekonomické ich znova vymieňať za nové a lepšie. Teda v histórii spotreby energie za roky 2008 až 2009 sa už odzrkadlila výmena okien, hoci budova ešte nebola komplexne obnovená. Tento problém sa najviac prejavuje pri vyjadrení percentuálneho šetrenia energiou pre jednoduché manažérske a vyhodnocovacie údaje. Východisko z tejto nejednoznačnej porovnávej situácie by mohla predstavovať nasledovná úvaha. Technický stav budovy ZŠ sa menil a podrobný opis jednotlivých zmien stavebných konštrukcií a TZB a ich vplyv na prevádzkové hodnoty spotreby sa nedá jednoznačne exaktne vyjadriť. To, čo je však jednoznačné, sú spotreby energie, ktoré sa objavujú na fakturačných meradlách trhových dodávateľov energie. Preto je najvhodnejšie dokumentovať energetické hodnotenie podľa údajov o spotrebe elektrickej energie a plynu v jednotlivých rokoch prevádzky po kolaudácii ZŠ, a to od roku 2006 (tab. 2).

Tab. 2 Spotreba energie ZŠ Lietavská Lúčka (celoročná spotreba)  $A_0 = 2\,154\text{ m}^2$

Rok	Spotreba plynu		Spotreba elektrickej energie (kWh)	Celková spotreba energie (kWh)
	(m <sup>3</sup> )	(kWh)		
2006	38 727	399 990	4 122	404 112
2007	24 767	255 805	2 872	258 677
2008	21 657	223 704	6 115	229 819
2009	9 418	97 273	2 161	99 434
2010	5 257	54 297	42 218	96 515
2011	1 570	16 216	38 289	54 505
2012	2 211	22 836	39 456	62 292

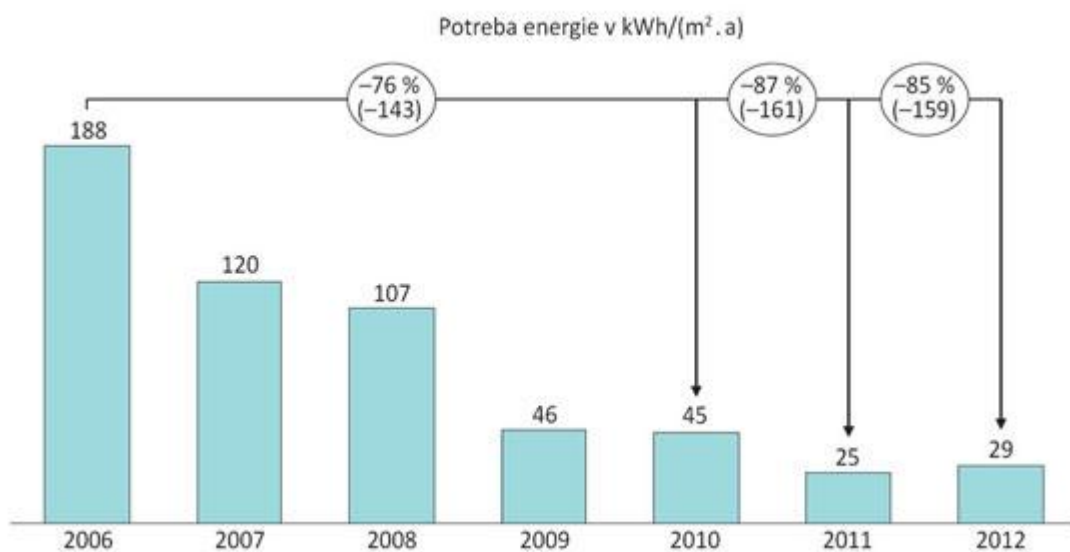
Vyhodnotená a dokumentovaná je prevádzka ZŠ v rokoch 2010, 2011 a 2012. Spotreba zemného plynu klesla z úrovne rokov 2006 a 2007 z hodnôt 38- až 24-tisíc m<sup>3</sup> na úroveň 5- až 1,5-tisíc m<sup>3</sup> v rokoch 2011 a 2012. Zároveň sa zvýšila spotreba elektrickej energie z úrovne rokov 2006 a 2007 z hodnôt 3- až 4-tisíc kWh na úroveň 38- až 42-tisíc kWh. Celková spotreba plynu a elektrickej energie klesla. A klesla veľmi významne. V rokoch 2006 a 2007

bola celková spotreba energie na úrovni 260- až 404-tisíc kWh. V roku 2012 a v rokoch 2010 a 2011 to bolo len 54- až 96-tisíc kWh (obr. 4).



### Potreba energie

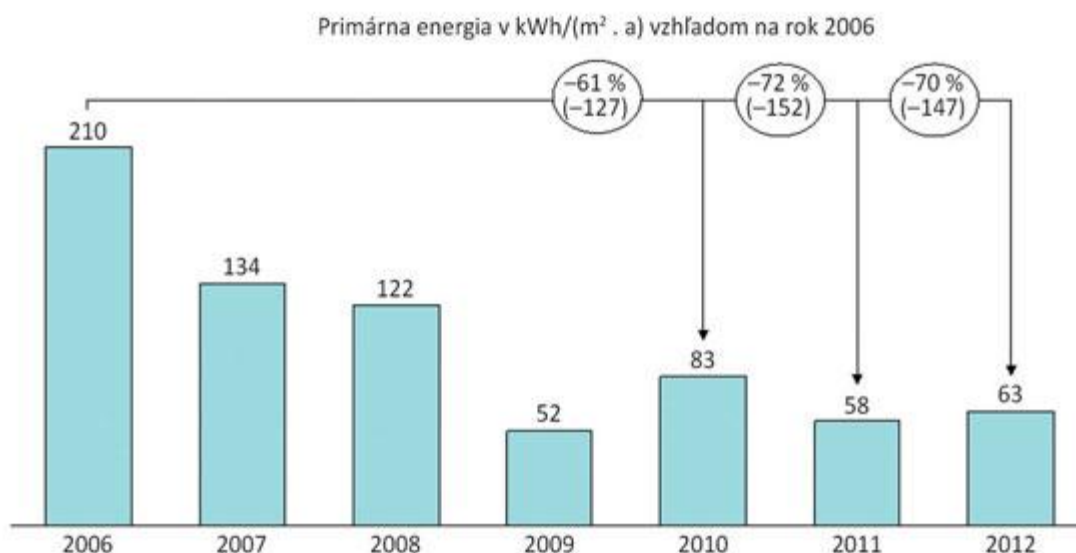
Potreba energie je súčtom potrieb energie jednotlivých miest spotreby. V celkovej potrebe energie je zahrnutá energia potrebná na vykurovanie, prípravu teplej vody, vetranie, osvetlenie a užívanie budovy. V tejto hodnote je teda zahrnutá aj potreba elektrickej energie na prevádzku počítačových učební. Čiže ide o celkovú elektrickú energiu potrebnú na prevádzku budovy. O tejto položke sa pri energetickej certifikácii budov zvyčajne neuvažuje. Pri údajoch nameraných počas prevádzky sa však nedá oddeliť, ak nie sú k dispozícii podružné merače elektrickej energie. Teda sa s ňou počíta. Ukazovateľ potreby energie v kWh/(m<sup>2</sup> . a) z údajov nameraných počas prevádzky ZŠ v Lietavskej Lúčke je na základe neupravených údajov z prevádzky v rokoch 2010 až 2012 v rozsahu od 25,3 až do 44,8 kWh/(m<sup>2</sup> . a) (obr. 5).



## Primárna energia

Úspory vyjadrené prostredníctvom primárnej energie na obr. 6 sú nižšie ako pri použití celkovej potreby energie. Je to spôsobené:

- vyšším primárnym energetickým faktorom pre elektrickú energiu v SR;
- vyšším podielom elektrickej energie na celkovej spotrebe v budovách s modernými systémami TZB (tepelné čerpadlá, vetranie s rekuperáciou a pod.).



Úspory vyjadrené cez primárnu energiu sa pohybujú v rozpätí od 61 do 72 % v porovnaní s rokom 2006.

TEXT: prof. Ing. Ivan Chmúrny, PhD.

OBRÁZKY a FOTO: archív autora

Prof. Ing. Ivan Chmúrny, PhD., pôsobí na Katedre konštrukcií pozemných stavieb Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

Podakovanie: Táto práca bola podporená MDVRR SR úlohou výskumu a vývoja č. 79/550/2010 a MŠ SR projektom VEGA č. 1/0281/12.

### Literatúra

1. Puškár, A. – Hraška, J. – Žilinský, J. – Macháč, K. a kol.: Obnova budov základných škôl. Prípadová štúdia. Bratislava: MVR SR, 2008.
2. Puškár, A. – Chmúrny, I. – Hraška, J. – Konkoľ, R.: Teoreticko-experimentálne vyhodnotenie realizovaných pilotných projektov: Pilotný projekt pre rekonštrukciu školy na nízkoenergetickú budovu a pilotný projekt na výstavbu nízkoenergetického bytového domu. Bratislava: SvF STU, 2011.
3. Chmúrny, I.: Vyhodnotenie prevádzky obnovenej základnej školy. In: Zborník z prednášok z konferencie Tepelná ochrana budov 2013. Bratislava: BBprint, 2013, s. 178 – 181.

Článok bol uverejnený v [časopise Správa budov](#).