
STAVEBNÉ A TECHNOLOGICKÉ ÚPRAVY ZŠ LISKOVÁ



Miesto stavby : Lisková, okres Ružomberok

Investor : Obec Lisková,
Ulica Pod Chočom 113, Lisková

Vypracoval : Ing. Pavol Míša

Stupeň : Technická štúdia

Dátum : 09/2013

1. Úvod

Predmetom tejto štúdie je posúdenie vhodnej opravy existujúceho zdroja tepla pre objekt základnej školy v Liskovej, okres Ružomberok. Zdrojom tepla je plynová kotolňa s tromi plynovými kotlami, ktorá vykazuje značnú mieru poruchovosti.

2. Existujúci stav

2.1. Kotolňa

V súčasnej dobe je dostatok tepelnej energie pre objekt základnej školy dodávaný z vedľajšieho objektu telocvične s plynovou kotolňou. Zdrojom tepla sú tri plynové kotle Viadrus G100, menovitý výkon 120kW. Maximálny výkon kaskády troch kotlov je 360 kW. Pomocou systému regulácie je zabezpečené striedavé zapínanie jednotlivých kotlov podľa potreby požadovaného množstva tepla. Samotná plynová kotolňa je umiestnená v 2.NP, v samostatnej miestnosti.

Obr. 1 – Existujúce plynové kotle



Obr. 2 – Rozdeľovač a zberač



Potrubný rozvod je rozdelený do troch vetví:

- *Vetvy pre vykurovanie budovy ZŠ*
- *Vetvy pre vykurovanie objektu telocvične*
- *Vetvy pre ohrev teplej vody*

Každá z vetví má samostatné obehové čerpadlo. Vetvy sú napojené na rozdeľovač a zberač vykurovacích vetví.

Ohrev teplej vody je zabezpečený v ležatom zásobníkom ohrievači teplej vody objemu 1000 litrov.

2.2. Vykurovací kanál

Samotný objekt základnej školy je vzdialený od objektu telocvične s kotolňou cca 60m. Vykurovacía voda je dopravovaná potrubným rozvodom, ktorý je vedený v neprieleznom kanáli pod úrovňou príľahlého terénu. Steny kanálu tvoria betónové panely.

Potrubný rozvod tvorí oceľové potrubie, ktoré je tepelne izolované vrstvou izolačnej vaty, ktorá je obalená hliníkovou fóliou. V súbehu s potrubím vykurovacej vody je vedené je potrubie teplej vody a cirkulácie teplej vody. Vo vstupnej šachte pri budove telocvične je osadený na rozvode teplej vody a cirkulácie skrat.

Počas osobnej obhliadky bolo zistené, že existujúca tepelná izolácia potrubia je narušená. Z tohto dôvodu sú počas vykurovacej sezóny v rozvode neprimerané tepelné straty. Teplo z vykurovacej vody uniká do príľahlého priestoru kanálu a následne do vrstvy zeminy okolo kanálu. Ďalším problémom je aktuálny stav betónových panelov – prepadnutie časti stropu (viď obr.3).

Obr.3 – Prepádnutie stropu kanálu



Obr.4 – Narušená tepelná izolácia potrubia



Súčasný stav potrubného rozvodu a nepriehľadného kanálu už nevyhovuje súčasným normovým požiadavkám na tepelné izolácie potrubia vykurovacej vody. Vykazuje značnú mieru poruchovosti a prípadnej havárie.

2.3. Budova základnej školy

Samotná budova základnej školy je trojpodlažná. Po výmene výplňových konštrukcií (okien a dverí) a zateplení budovy má nižšiu potrebu tepelnej energie na vykurovanie. V ďalšom priebehu štúdie nebudeme uvažovať s úpravami v samotnej budove ZŠ.

3. Nový stav

3.1. Uvažovaná tepelná bilancia

- *Predpokladaná tepelná strata budovy ZŠ:* 150 kW
- *Predpokladaná tepelná strata budovy telocvične:* 70 kW

Uvedené hodnoty boli pre potreby tejto štúdie odhadnuté na základe osobnej prehliadky. V prípade ďalšieho návrhu bude potrebný dôkladnejší prepočet potreby tepla pre vykurovanie. Možné úpravy v zapojení zdroja tepla môžeme rozdeliť nasledovne:

- *Výmena existujúcich kotlov a zariadenia v kotolni*

-
- *Výmena existujúceho zásobníkového ohrievača teplej vody*
 - *Výmena systému merania a regulácie vykurovacieho systému v kotolni*
 - *Výmena existujúceho vonkajšieho potrubného rozvodu*

3.2. Výmena existujúcich kotlov a zariadenia v kotolni

Výmena kotlov spočíva v demontáži existujúcich kotlov. Pôvodné kotle Viadrus G100 (max. tepelný výkon 120 kW) budú nahradené novými kondenzačnými kotlami (napr. Viessmann Vitodens 200-W, typ WB2C). Nominálny tepelný výkon jedného nového kotla je 75 kW. **Pri zachovaní kaskády troch kotlov je tepelný výkon zdroja tepla 225 kW.** Nové kotle budú zavesené na stene. Odvod spalín od každého kotla bude napojený na spoločný dymovod, ktorý bude vyvedený nad strechu. Bude využitý existujúci otvor v streche.

Zapojenie kotlov do kaskády umožňuje postupné zapínanie jednotlivých kotlov podľa požiadaviek systému. Väčšinu vykurovacej sezóny nie je potrebný maximálny výkon kotolne, pretože vonkajšia teplota nedosahuje minimálne výpočtové hodnoty.

Obr. 5 – Vzorové zapojenie nových kotlov



V rámci demontáže existujúcich kotlov a s nimi súvisiacej technológie je potrebné uvažovať s nahradením týchto častí:

- Demontáž existujúcich kotlových čerpadiel. Pôvodné čerpadlá budú nahradené novými čerpadlami s nižšou spotrebou elektrickej energie.
- Demontáži existujúceho systému doplňovania vody do systému. Pôvodné zariadenie je nefunkčné a je dlhodobo neprípustné, aby bola do systému doplňovaná neupravená voda z verejnej siete.
- Demontáž existujúcich obehových čerpadiel na jednotlivých vetvách vykurovania. Pôvodné čerpadlá budú nahradené novými, ktoré majú nižšiu spotrebu elektrickej energie a sú vybavené frekvenčným meničom otáčok.
- Demontáži existujúcich expanzných nádob a ich nahradení novými nádobami.
- Demontáži nevyhnutného úseku potrubného rozvodu a jeho nahradení novým rozvodom tak, aby bolo vhodne pripojené nové zariadenie.

V rámci projektovej dokumentácie bude výpočtovo posúdený aktuálny stav a navrhnuté prípadné úpravy. Predpokladám, že systém vetrania priestoru kotolne ostane existujúci, pretože sa nezvyšuje tepelný výkon kotolne.

3.3. Výmena existujúceho zásobníkového ohrievača teplej vody

V súčasnej dobe je ohrev teplej vody zabezpečený v ležatom zásobníkovom ohrievači teplej vody objemu 1000 litrov. Zásobník je osadený v kotolni. Telo zásobníka je izolované tepelnou izoláciou z vaty a hliníkovej fólie. Izolácia zásobníka je nevyhovuje súčasným požiadavkám. Vzhľadom k veku zariadenia je možné predpokladať istú poruchovosť a vysoké tepelné straty.

Existujúci zásobník bude nahradený novým zásobníkovým ohrievačom. Bude osadený v kotolni, v blízkosti nových kotlov, aby boli minimalizované možné problémy s napojením na existujúci rozvod studenej a teplej vody a cirkulácie teplej vody. Nový zásobník bude v stojatom prevedení. Objem bude zachovaný, prípadne môže byť upravený podľa potreby ZŠ.

Vzhľadom k rozsahu sústavy je do rozvodu zapojené cirkulačné čerpadlo teplej vody. Je osadené v kotolni, v blízkosti zásobníka TV. Doporučujem, aby bol optimalizovaný chod čerpadla tak, aby zariadenie nebolo v prevádzke nepretržite, ale istý časový interval počas dňa. Týmto opatrením sa znížia prevádzkové náklady.

3.4. Výmena systému merania a regulácie vykurovacieho systému v kotolni

Súčasný systém merania a regulácie je nevyhovujúci. Centrálny regulátor je osadený v kotolni. Pretože ide o plynovú kotolňu, je potrebné systém doplniť o fungujúcu ochranu proti havarijným stavom – zaplaveniu kotolne, príliš vysokému alebo príliš nízkemu tlaku v systéme, úniku plynu. Pôvodný systém navrhujem nahradiť novým systémom, ktorý je plne kompatibilný s novými kotlami a ostatným zariadením v kotolni.

Nový systém bude zabezpečovať ekvitermickú reguláciu (reguláciu teploty vykurovacej vody na základe vonkajšej teploty). Systém bude plne automatický.

3.5. Výmena existujúceho vonkajšieho potrubného rozvodu

Vzhľadom k aktuálnemu stavu – viď časť 2.2. navrhujem výmenu existujúceho vonkajšieho rozvodu vykurovacej vody. Existujúci rozvod je vedený v nepriehľadnom kanáli, v ktorom pri súčasnom stave technológie dochádza k neprimeraným tepelným stratám a tým aj k navýšeniu prevádzkových nákladov na vykurovanie.

Nové riešenie spočíva v nahradení existujúceho rozvodu novým predizolovaným potrubím, ktoré bude vedené bezkanálovou technológiou. Predizolované potrubie tvorí hlavné oceľové potrubie príslušnej dimenzie, ktoré je z výroby obalená tepelnoizolačnou vrstvou z PUR peny príslušnej hrúbky. Vrchnú ochrannú vrstvu tvorí plášť z PE, ktorý chráni vrstvu tepelnej izolácie pred mechanickým poškodením.

Predizolované potrubie bude vedené bezkanálovou technológiou v existujúcej trase z kotolne do objektu ZŠ. Súčasný strop kanálu bude vyburaný, existujúce potrubie demontované. Nové predizolované potrubie bude uložené na vrstve piesku a následne zasypané po vrchný okraj ďalšou vrstvou piesku, ktorá bude zhutnená. Vrchná vrstva bude

dosypaná výkopkom. V súbehu s vedením môže byť vedený komunikačný kábel, prípadne kábel na lokalizovanie prípadných porúch potrubia.

Obr. 6 – Detail predizolovaného potrubia



Obr. 7 – Vedenie predizolovaného potrubia



V budove ZŠ bude nový vonkajší rozvod napojený na existujúci rozvod vykurovacej vody. Novým vedením sa minimalizujú tepelné straty vonkajšieho rozvodu vykurovacej vody a aj problémy s prípadným porušením stropu nepriehľadného kanálu.

4. Prevádzkové náklady

Parametre existujúceho kotla:

- Menovitý tepelný výkon existujúceho kotla Viadrus G100:	120 kW
- Predpokladaná spotreba plynu pre jeden kotol:	14,2 m ³ /h
- Predpokladaná účinnosť existujúceho kotla Viadrus G100:	85%
- Počet kotlov:	3 ks
- Počet dní vo vykurovacom období:	253 dni
- Priemerná vonkajšia teplota počas vykurovacieho obdobia:	2,4°C
- Uvažovaná teplota v budove ZŠ:	20°C

Parametre nového kotla:

- Menovitý výkon nového kotla:	75 kW
- Predpokladaná spotreba plynu pre nový kotol:	7,94 m ³ /h
- Predpokladaná účinnosť nového kotla:	98%
- Počet kotlov:	3 ks

Úspora v maximálnej hodinovej spotrebe zemného plynu:

$$\frac{(3 \cdot 14,2 - 3 \cdot 7,94)}{3 \cdot 14,2} = 0,441 = 44,1\%$$

Navýšenie účinnosti nových kotlov oproti existujúcim kotlom:

$$\frac{(0,98 - 0,85)}{0,85} = 0,153 = \text{navýšenie o } 15,3\%$$

Z uvedených hodnôt môžeme predpokladať, že nové zariadenie kotolne bude pracovať s vyššou účinnosťou maximálne o 15,3% ako existujúce a hodinová spotreba plynu klesne maximálne o 44,1% oproti existujúcej.

Úspora prevádzkových nákladov po výmene vonkajšieho rozvodu:

- Tepelná vodivosť izolácie predizolovaného potrubia: $\lambda_{\text{predizol}} = 0,027 \text{ W/(m.K)}$
- Uvažovaná dĺžka vonkajšieho rozvodu: $l = 60\text{m}$
- Teplota prívodu vykurovacej vody z kotolne: $T_{\text{prívod}} = 80^{\circ}\text{C}$
- Teplota vratnej vykurovacej vody do kotolne: $T_{\text{vrat}} = 60^{\circ}\text{C}$
- Teplota v nepriepustnom kanáli: $t_{\text{kanal}} = 20^{\circ}\text{C}$
- Teplota okolia (zeminy): $t_{\text{zem}} = 10^{\circ}\text{C}$
- Predp. tepelná vodivosť existujúcej izolácie potrubia: $\lambda_{\text{vata}} = 0,07 \text{ W/(m.K)}$
(existujúca izolácia potrubia je vo viacerých miestach narušená)

Vplyvom nedostatočnej tepelnej izolácie existujúceho potrubia a aktuálneho stavu stien nepriepustného kanála sú tepelné straty vonkajšieho rozvodu neprimerané. Maximálnu teoretickú úsporu tepelnej energie vplyvom použitia nového predizolovaného potrubia môžeme vyčíslit' nasledovne:

$$\frac{0,07 - 0,027}{0,07} = 0,614 = \text{teoretická úspora je } 61,4\%$$

Dĺžka vonkajšieho rozvodu vykurovacej vody ostane pôvodná. Predpokladám, že teplotný spád vykurovacej vody bude možné znížiť, pretože tepelné straty vo vonkajšom vedení vykurovacej vody budú nižšie. Uvažujeme, že tepelné straty vonkajšieho rozvodu v súčasnom stave tvoria cca 25% celkovej spotreby tepla.

$$(0,25 \cdot 307406) = 76851,5 \text{ kWh/rok}$$

Odhad prevádzkových nákladov na zemný plyn po navrhovaných úpravách:

V súčasnej dobe sa v prevádzkových nákladoch na vykurovanie a ohrev teplej vody zohľadňuje aktuálny stav technológie. Predpokladaná spotreba tepla bola určená na základe faktúry SPP za plyn za rok 2012 pre budovu ZŠ. V nasledujúcich prepočtoch budem uvažovať s cenami vrátane DPH.

- *Náklady na dodané množstvo plynu:* 12296,24,- €
- *Náklady spojené s dodávkou plynu:* 3237,89,-€
- *Celkové náklady na zemný plyn bez DPH:* 15534,13,-€
- *DPH (20%):* 3106,83,-€
- ***Celkové prevádzkové náklady na zemný plyn s DPH:* 18640,96,-€**
- ***Dodané množstvo energie z plynu:* 307406 kWh/rok**

Jednotkovú cenu 1 kWh tepla z dodaného množstva zemného plynu môžeme vyčísliť nasledovne:

$$\frac{12296,24}{307406} = 0,04 \text{ ,-- € / kWh}$$

- *Teoretická úspora vplyvom použitia nových kotlov*
 $18640,96 \cdot (0,441 + 0,153) = 11072,73 \text{ ,--€ / rok}$
- *Teoretická úspora nákladov vo vonkajšom rozvode*
 $(0,25 \cdot 307406) \cdot 0,614 \cdot 0,04 = 1887,47 \text{ ,--€ / rok}$

Celková úspora prevádzkových nákladov vplyvom navrhovaných opatrení = 12960,20 ,--€.

5. Investičné náklady a návratnosť

Vzhľadom k tomu, že ide o technickú štúdiu, jednotlivé ceny sú približné. Presné vyčíslenie nákladov bude možné na základe realizačnej projektovej dokumentácie s výkazom výmer a cenovou ponukou realizačnej firmy. Práce by mali obsahovať:

- *Demontáž existujúceho zariadenia*
- *Výkopové práce pre výmenu vonkajšieho rozvodu vykurovacej vody*
- *Nové zariadenie v kotolni (kotle, zásobník teplej vody, expanzné nádoby, úpravňa vody, systém regulácie, armatúry, ...)*
- *Nové obehové čerpadlá do jednotlivých vykurovacích vetví*
- *Nové potrubie v kotolni, vrátane tepelnej izolácie*
- *Nové predizolované potrubie pre vonkajší rozvod medzi kotolňou a budovou ZŠ*
- *Stavebné práce spojené s inštaláciou nového zariadenia*
- *Montáž*
- *Iné (tlakové skúšky, dokladová časť,...)*

Orientačná cena nového zariadenia v kotolni:	40 000 ,-- €
Orientačná cena nového potrubia pre vonkajší rozvod:	15 000 ,-- €
Demontáž existujúceho zariadenia:	1 500 ,-- €
Výkopové práce – odhad:	5 000 ,-- €
<u>Montážne práce a režijné náklady - odhad:</u>	<u>15 000 ,-- €</u>
CELKOM BEZ DPH:	76 500 ,-- €
DPH (20%):	20 000 ,--€
<u>CELKOM S DPH:</u>	<u>96 500 ,-- €</u>

$$\text{Návratnosť} = \frac{\text{Cena dodávky}}{\text{Úspora prevádzkových nákladov}} = \frac{96500}{12960,20} = 7,4 \text{ roka}$$

Vo výpočte návratnosti investície nebolo uvažované s možným nárastom ceny pre 1m³ zemného plynu. Ďalšie úspory prevádzkových nákladov prinesie inštalácia nových obehových čerpadiel s elektronickou reguláciou otáčok. Môžeme predpokladať, že úspora elektrickej energie bude cca 30 - 35%.

Po zrelej úvahe môžeme predpokladať, že reálna návratnosť investície do nového zariadenia v kotolni a nového vonkajšieho rozvodu vykurovacej vody je potrebná. Vzhľadom k aktuálnemu stavu neprielegného kanála medzi kotolňu a budovou ZŠ aj nevyhnutná. Reálna návratnosť pri správnom nastavení systému a optimálnou používaní (cez prázdniny systém v útlme) sa podľa môjho názoru pohybuje na úrovni 5,5 až 6,5 roka.

6. Iné:

Pri osobnej prehliadke miesta bola posúdená aj možnosť návrhu solárnych panelov pre ohrev teplej vody, prípadne pre predohrev vykurovacej vody. Návrh zariadenia by spočíval v rozmiestnení solárnych panelov na streche objektu, umiestnení akumulčných nádob, armatúr, čerpadiel a iného príslušenstva a optimálnom návrhu rozvodu potrubia. Pri objektoch škôl je použitie solárnych panelov pre ohrev vody problematické. Najvyšší solárny zisk je prostredníctvom panelov dosahovaný v letných mesiacoch, v ktorých sú letné prázdniny (júl, august). Ďalším bodom je aj odber teplej vody, ktorý je v školách najmä v dopoludňajších hodinách, kedy slnečná energia ešte nedosahuje maximálne hodnoty. Preto sa zdá využitie neefektívne vzhľadom na výšku prípadnej investície.

Je na posúdení možná investícia do fotovoltaiických článkov na výrobu elektrickej energie zo solárnej energie. Vyrobená elektrická energia by sa mohla využívať napríklad na chod obehových čerpadiel, prípadne iného technologického zariadenia. Aj v čase letných mesiacov pri obmedzenej prevádzke školy by sa elektrická energia využila optimálne. Prípadne, záleží od návrhu a dohode s prevádzkovateľom verejnej siete, by sa v letných mesiacoch mohla distribuovať do verejnej siete.