

Modernizácia tepelného hospodárstva v Slovenskej Grafii, a. s.

V oblasti priemyselnej výroby sa stále skrýva veľký potenciál na dosiahnutie energetických úspor.

Ing. Miroslav Havrlent

Autor je konateľom spoločnosti Racen, spol. s r. o., ktorá navrhla modernizáciu tepelného hospodárstva v Slovenskej Grafii, a. s., a získala za ňu Čestné uznanie SSTP za najlepší realizovaný projekt v roku 2015

Spoločnosť Slovenská Grafia, a. s., líder slovenského polygrafického priemyslu, sa v roku 2015 rozhodla investovať do úspor energie formou maximálneho využitia odpadového tepla z výrobného procesu.

Pohľad do histórie a hľadanie riešenia

Vo výrobnom areáli Slovenskej Grafie, a. s., v Bratislave-Krasňanoch boli pôvodne inštalované tlačiarenské stroje s hĺbkotlačovou technológiou (1971), ktoré potrebovali na svoju prevádzku strednotlakú paru (obr. 1). Z toho dôvodu bola vybudovaná parná kotolňa s celkovým inštalovaným výkonom 30 ton pary za hodinu (približne 22 MW) vrátane kapacitných rezerv na ďalší rozvoj a dodávku tepla mimo areálu Slovenskej Grafie.

V rokoch 2011 až 2012 sa uskutočnila výmena pôvodných hĺbkotlačových tlačiarenských strojov, inštalovali sa dva nové veľkokapacitné rotačné ofsetové stroje, ktoré namiesto technologickej pary (bola potrebná na rekuperáciu toluénu) využívajú zemný plyn ako zdroj tepelnej energie na schnutie ofsetovej tlačiarenskej farby. Vtedy došlo k prvému významnému zníženiu potreby dodávky pary z centrálnej areálovej kotolne.

V roku 2012 sa celkom sa zrušila hĺbkotlač, požiadavka na dodávku pary sa tak obmedzila už iba na vlhčenie a dodávku tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody. Prevádzka centrálnej parnej kotolne sa stala veľmi neefektívnou.

V nadväznosti na neefektívne fungovanie kotolne nastalo obdobie hľadania vhod-



Obr. 1 Pôvodné tlačiarenské stroje

ného riešenia s cieľom zvýšiť efektívnosť prevádzky tepelného hospodárstva. Z viacerých variantov riešenia (technických a finančných) sa investor logicky rozhodol pre využitie odpadového tepla z výrobných zariadení, spojené so zmenou teplotného média.

Navrhnuté riešenie

Návrh technického riešenia vychádzal z tohto základného zadania:

- spracovať podrobnú bilanciáciu potreby tepla vo výrobnom areáli,
- zmeniť teplotné médium z pary na teplú vodu,

Tab. 1 Prehľad potreby tepla v areáli Slovenskej Grafie v MWh

Mesiac	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Spolu
Vykurovanie	651,2	510,0	405,0	203,3	0	0	0	0	0	221,5	412,3	597,1	3 000,5
Príprava TV	12,5	12,0	13,0	12,5	13,0	12,5	12,0	12,5	12,5	13,0	12,5	12,0	150,0
Spolu	663,7	522,0	418,0	215,8	13,0	12,5	12,0	12,5	12,5	234,5	424,8	609,1	3 150,5

- optimalizovať tepelný výkon navrhovaných zdrojov tepla,
- inštalovať zdroje tepla priamo vo výrobných priestoroch (rekuperátory na tlačiarenských strojoch),
- inštalovať špičkový, resp. záložný plynový kotol v jednej z odovzdávacích staníc tepla,
- prepojiť viaceré zdroje tepla rozmiestnené vo výrobnom areáli do jedného funkčného celku,
- zabezpečiť automatizáciu prevádzky zásobovania teplom.

Bilancia potreby tepla

Podľa dostupných podkladov (energetický audit z roku 2013 doplnený o spotreby energií za rok 2014, informácie o časovom priebehu prevádzky výrobných zariadení...) bola spracovaná aktualizácia bilancie potreby tepla vo výrobnom areáli – podrobne štruktúrovaná z hľadiska času a druhu spotreby. Celková ročná potreba tepla v areáli Slovenskej Grafie vyšla približne 3 150,5 MWh (11 350 GJ), z toho 3 000,5 MWh na vykurovanie a 150,0 MWh na prípravu teplej vody (tab. 1). Následne sa viacerými spôsobmi stanovili hodnoty maximálneho potrebného tepelného príkonu (1 400 až 1 700 kW), na základe čoho sa zvolila optimálna hodnota tepelného výkonu inštalovaných zariadení.

Optimálny návrh zdrojov tepla

Pri návrhu bolo treba zohľadniť tieto dôležité skutočnosti:

- výroba v Slovenskej Grafii je nepretržitá (tri zmeny denne, výroba sa počas roka prerušuje maximálne na dva dni),
- časový fond prevádzky výrobných zariadení je vysoký (viac ako 6 500 hod/rok); pri plánovaných odstavkách ofsetových strojov (údržba, servis, prestavenie výroby) býva mimo prevádzky iba jeden stroj,
- keďže rekuperátory nebudú riadené podľa potreby tepla, ale podľa prevádzky výrobných zariadení, považujú sa za nestabilné zdroje tepla a v návrhu sa tak nepočíta s ich maximálnym tepelným výkonom,
- plynový kotol sa bude využívať iba ako špičkový, resp. záložný zdroj tepla.

Na pokrytie potreby tepla sa navrhla takáto výkonová skladba zdrojov tepla:

- 3x rekuperátor tepla s tepelným výkonom 350 kW, 1x rekuperátor tepla s tepelným výkonom 280 kW, spolu 1 300 kW (teoreticky až 1 900 kW),
- 1x plynový nízkoteplotný kotol s tepelným výkonom 440 kW.



Obr. 2 Inštalácia rekuperátora tepla

Na základe toho sa počíta s celkovým maximálnym tepelným výkonom zdrojov tepla 1 770 kW.

Inštalované rekuperátory tepla

Inštalácia rekuperátorov tepla na ofsetové tlačiarenské stroje umožnila zhodnocovať predtým nevyužitú teplo obsiahnutú v spalinách, ktorých teplota dosahuje pri plnej prevádzke až 380 °C (obr. 2 a 5).

Inštalovali sa 4 ks rekuperátorov tepla od spoločnosti HTT energy systems GmbH (Nemecko):

- ER-Box 6000 (3 ks), tepelný výkon maximálny/priemerný/minimálny: 500/350/140 kW
- ER-Box 4000 (1 ks), tepelný výkon maximálny/priemerný/minimálny: 400/280/110 kW.

Dva rekuperátory sa osadili priamo na tlačiarenské stroje v novej ofsetovej hale, ďalšie dva do technických priestorov vedľa starších tlačiarenských strojov.

V rekuperátoroch dochádza výpočtovo k ochladzovaniu spalín z 380 na 120 °C, teplo sa odovzdáva vykurovacej vode s výpočtovým teplotným spádom 90/70 °C. Prevádzka rekuperátorov sa riadi automaticky – podľa výstupnej teploty vykurovacej vody sa riadi prietokové množstvo spalín cez rekuperátor.

Inštalovaný plynový kotol

Na vykryvanie odberových špičiek, resp. ako záložný zdroj tepla (pri nedostatku dodávky tepla z rekuperátorov), sa inštaloval nízkoteplotný kotol Viessmann Vitoplex s horákom Weishaupt WG40 a maximálnym tepelným výkonom 440 kW. Kotol je umiestnený v priestore bývalej odovzdávacej stanice VS-A. V súvislosti s tým sa vybudoval aj odvod spalín a priestor sa upravil na potreby plynovej kotolne III. kategórie v zmysle STN 07 0703.

Potrubné prepojenia

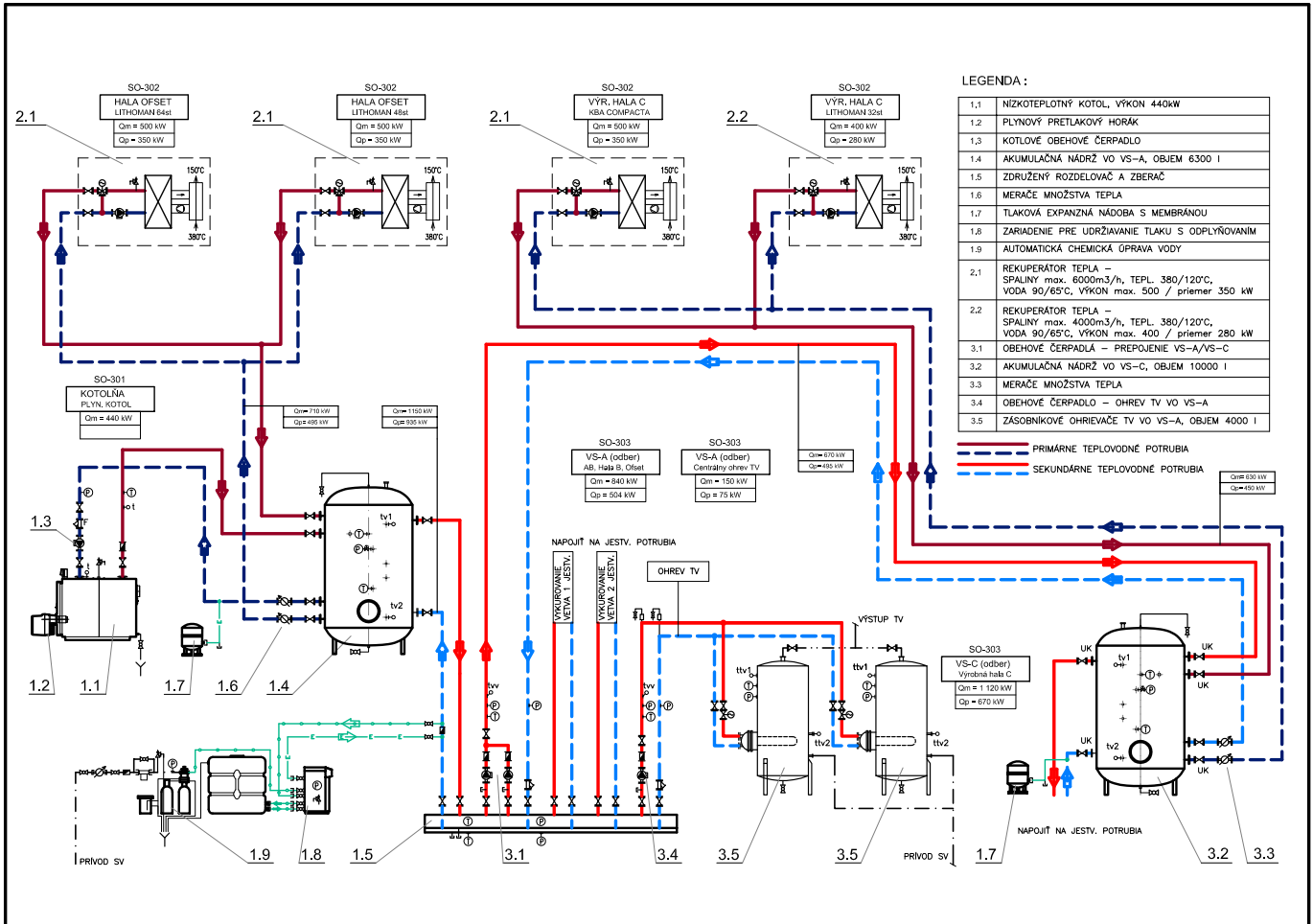
Rozhodujúcim pri prevádzke tepelného hospodárstva Slovenskej Grafie sa stal priestor bývalej odovzdávacej stanice tepla VS-A, podružnou potom bývalá odovzdávacia stanica VS-C.

Do odovzdávacej stanice VS-A sa privádza teplo z dvoch rekuperátorov inštalovaných na tlačiarenských strojoch v novej ofsetovej hale, osadený je tu plynový kotol na krytie odberových špičiek, zariadenie na udržiavanie tlaku, úpravňa vody, centrálny rozdeľovač a zberač vykurovacej vody.

Do druhej odovzdávacej stanice VS-C sa privádza teplo z dvojice rekuperátorov tepla osadených v blízkosti starších tlačiarenských strojov v pôvodnej výrobní hale. Dôležitým prvkom tepelného hospodárstva

Tab. 2 Predpokladaný spôsob krytia potreby tepla

Mesiac	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Spolu
Rekuperátory	477,7	474,2	418,0	215,8	13,0	12,5	12,0	12,5	12,5	234,5	424,8	508,2	2 815,7
Plynový kotol	186,0	47,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101,0	334,8
Spolu	663,7	522,0	418,0	215,8	13,0	12,5	12,0	12,5	12,5	234,5	424,8	609,1	3 150,5



Obr. 3 Celková schéma zapojenia zdrojov tepla

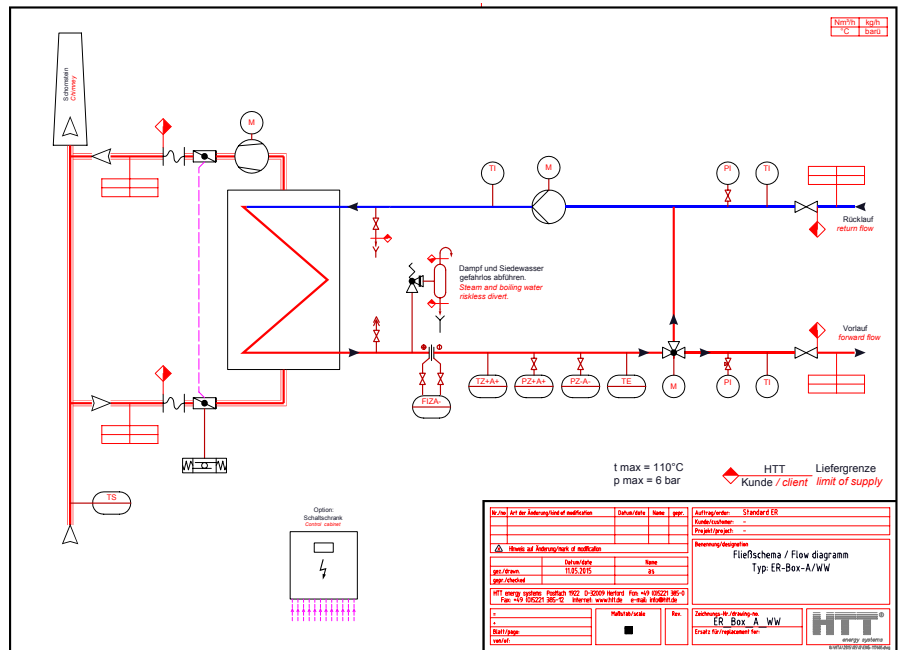
sú dve veľké akumulčné nádrže (objem 6,3 a 10,0 m³) osadené v každej odovzdávacej stanici tepla, ktoré sú určené na vykrývanie nerovnomernosti v dodávke tepla z rekupeátorov. Odovzdávacie stanice tepla, vzdialené viac ako 200 m od seba, sa navzájom prepjli teplovodným potrubným vedením. Sekundárne odberné vetvy v oboch VS zostali zachované (vykurovanie, vzduchotechnika, príprava teplej vody).

Z pohľadu regulácie prevádzky tepelného hospodárstva sa navrhlo riešenie, ktoré umožňuje akumuláciu tepla v oboch akumulčných nádržiach a prepojovacom potrubí a umožňuje distribuovať prebytočné teplo variantne – z VS-A do VS-C alebo opačne. To sa dosiahlo riadením prevádzky obehových čerpadiel v prepojovacom potrubí medzi odovzdávacími stanicami VS-A a VS-C podľa rozdielu teplôt v spodnej časti oboch akumulčných nádrží.

Výsledným riešením vznikol pomerne ne-tradičný tepelný zdroj, ktorého jednotlivé zariadenia sú rozmiestnené vo viacerých priestoroch (odovzdávacie stanice, výrobné haly, technické priestory) potrubne a funkčne prepojených do jedného celku. Celková schéma zapojenia zdrojov tepla je na obr. 3.

Očakávané úspory

Investor (prevádzkovateľ) očakáva od využívania odpadového tepla z výrobných



Obr. 4 Schéma zapojenia rekupeátoru tepla

zariadení ďalšie výrazné zníženie spotreby zemného plynu na zásobovanie teplom (vykurovanie, príprava teplej vody).

K prvej významnej úspore zemného plynu v areáli Slovenskej Grafie došlo už inštalovaním nových technologických zariadení v roku 2012. Celková spotreba zemného plynu klesla vtedy o viac ako 1 000 000 m³/rok, čo oproti predchádzajúcemu obdobiu znamenalo úsporu na úrovni približne 25 %.

Východiskový stav na stanovenie prevádzkových úspor

V roku 2014 bola spotreba zemného plynu (podľa údajov investora) takáto:

- kotelňa (vykurovanie, príprava TV, vlhčenie): približne 608 000 m³/rok,
- technológia (priama spotreba zemného plynu v technologických zariadeniach): približne 2 609 000 m³/rok.

Ako sme už uviedli, na základe údajov



Obr. 5 Rekuperátor na tlačiarenskom stroji

z energetického auditu je celková potreba tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody v areáli približne 3 150 MWh/rok. Keďže na pokrytie uvedeného množstva tepla sa v roku 2014 spotrebovalo zhruba 600 000 m³ zemného plynu, celková účinnosť prevádzky starej parnej kotolne dosahovala iba 65 % (v porovnaní s energiou dodanou v zemnom plyne).

Množstvo tepla získané z rekuperátorov

Predpokladaný spôsob krytia potreby tepla je uvedený v tab. 2. Z týchto údajov vyplýva, že:

- využiteľné množstvo tepla získané z rekuperátorov bude približne 2 815,7 MWh/rok, tzn. asi 89 % celkovej ročnej potreby tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody (teoreticky možno z rekuperátorov získať približne až 6 100 MWh/rok, no hlavne v letnom období nie sú vytvorené podmienky na jeho využitie),
- plynový kotol dodá špičkové množstvo tepla asi 334,8 MWh/rok, tzn. približne

11 % celkovej ročnej potreby tepla, čo predstavuje spotrebu plynu na úrovni asi 38 000 m³/rok.

Graf krytia potreby tepla je na obr. 6.

Úspory očakávané po inštalovaní rekuperátorov tepla

Inštalovaním rekuperátorov tepla sa nezmení spotreba zemného plynu pri prevádzke technológií – naďalej bude závisieť iba od spôsobu využívania výrobných zariadení. Dôjde však k výraznej úspore pôvodnej spotreby zemného plynu v kotolni, ktorú môžeme porovnať so spotrebou plynu v novom kotle.

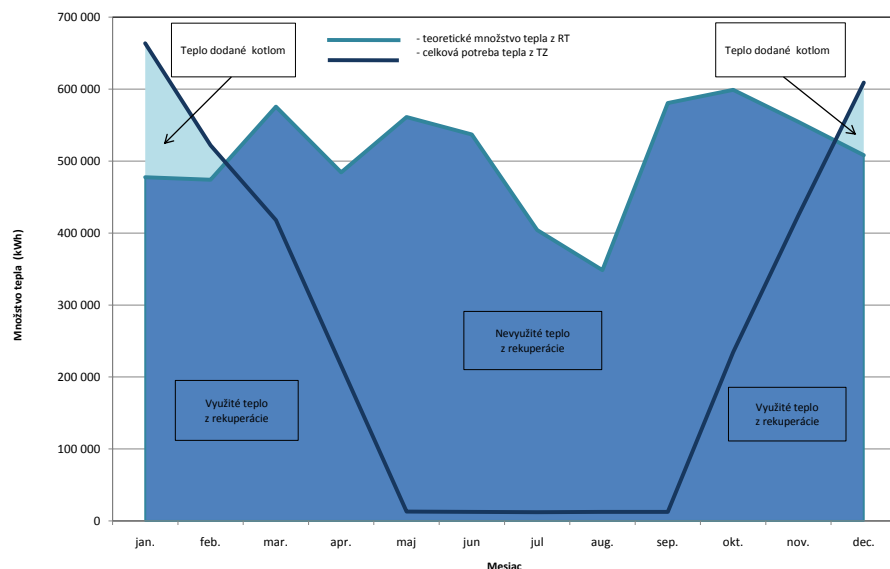
Za porovnávaciu rovinu si zvolíme skutočnú spotrebu zemného plynu v kotolni za rok 2014 v objeme 608 000 m³. Po inštalácii rekuperátorov tepla je predpokladaná spotreba zemného plynu v kotle 38 000 m³/rok (334,78 MWh), tzn. očakávaná úspora je až 570 000 m³/rok (5 021,7 MWh/rok), čo z pohľadu ochrany životného prostredia predstavuje zároveň významné zníženie emisií CO₂ – približne o 1 100 t/rok.

Z pohľadu finančných nákladov prevádzkovateľa pôjde o úsporu asi 166 000 €/rok (pri uvažovanej cene zemného plynu 33,00 €/MWh). Pri celkových investičných nákladoch takmer 480-tisíc € je tak očakávaná návratnosť investície približne 2,9 roka.

Záver

Významné prevádzkové úspory možno dosiahnuť aj napriek tomu, že reálne sa bude využívať necelá polovica objemu tepla, ktoré možno získať z rekuperátorov počas roka (celkom až vyše 6 000 MWh/rok). Tak ako je v našich podmienkach obvyklé, v letnom období je množstvo využiteľného tepla veľmi nízke (iba príprava teplej vody v areáli). Do budúcnosti preto zostáva otvorená otázka zvýšenia využitia letného tepla, napríklad na absorpčné chladenie.

Foto a obrázky: Racen, spol. s r. o.



Obr. 6 Graf krytia potreby tepla