

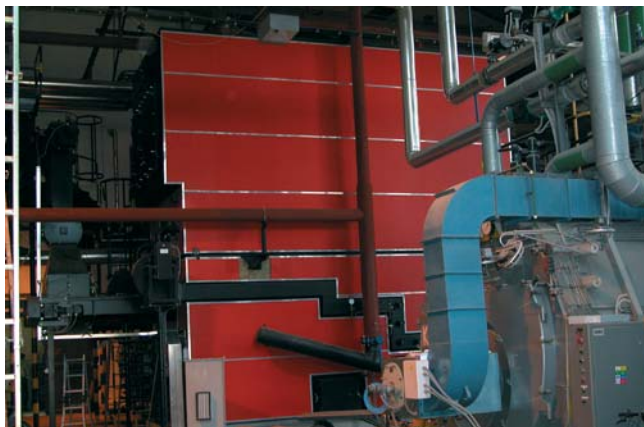
Využitie modernej meracej a regulačnej techniky v riadení štiepkového kotla

Mesto Nová Dubnica má približne 13 000 obyvateľov. Rovnako, ako vo väčších mestských aglomeráciách, aj tu sa musel dodávateľ tepla zaoberať problematikou výroby tepla na ekonomicky udržateľnej úrovni. Napokon sa rozhodol pre výmenu palivovej základne centrálneho zdroja tepla.

Spoločnosť Datatherm, spol. s r. o., bola generálny dodávateľ technológie spaľovania štiepkov a prvkov merania a regulácie a spoločnosť URAP-AUTOMATIZÁCIA, s. r. o., zabezpečila dodávku riadiaceho a SCADA systému. Tieto dve firmy v spolupráci s výrobcom navrhli vhodný algoritmus riadenia.

Technológia spaľovania štiepkov

Zmena palivovej základne sa skladala z výmeny dvoch väčších plynových kotlov za dva kotly spaľujúce drevené štiepky s nižším výkonom 7 MW. Dva menšie plynové kotly zostali, pričom prioritne plnia úlohu záložných zdrojov v prípade extrémne nízkych teplôt na krytie výkonových špičiek. Navrhnutá koncepcia počíta s tým, že dodávky tepla sa budú realizovať predovšetkým prostredníctvom štiepkových kotlov.



V pozadí drevoštiepkový kotol, v popredí plynový kotol ako záloha výroby tepla

Technológia spaľovania štiepkov v teplárni sa v princípe skladá z dvoch hlavných častí: z vlastného kotla, kde sa štiepky spaľujú, a zo systému dopravníkov, ktoré dopravujú štiepky do kotla a odoberajú z neho nespálené zvyšky (popol). Štiepky sa dovážajú v nákladných autách do spaľovne, kde sa prvotne uskladňujú v silách. Na transport štiepok do kotla sa využíva niekoľko závitkových dopravníkov. Presun štiepok zo sila na závitkový dopravník zabezpečuje hydraulická podlaha sila, ktorá štiepky nahŕňa a tie prepadávajú na dopravník. Výkon kotla sa reguluje množstvom prichádzajúceho paliva (štiepok). Na to slúžia frekvenčné meniče regulujúce otáčky závitkových podávačov. Vo vnútornom priestore kotla sa nachádza stupňovitý viacúrovňový terasovitý rošt, na ktorom sa štiepky postupne posúvajú z najvyššej úrovne až na spodok, kde prepadávajú na odvádzajúci závitkový dopravník vo forme nespáleného popola. Popol sa uskladňuje v zásobníku, odkiaľ sa odváža na skládku.

Spaľovací proces sa nezaobíde bez vzduchu. O prívod vzduchu do kotlov sa starajú primárne ventilátory umiestnené pod roštom. Ich výkon sa takisto reguluje frekvenčnými meničmi na základe želaného výkonu kotla. Sekundárne ventilátory sa nachádzajú



Stupňovitý pohyblivý rošt, na ktorom prebieha spaľovanie drevoštiepkov v kotle

nad ohniskom a slúžia na dodatočné zásobovanie vzduchom kvôli dokonalejšiemu spaľovaciemu procesu (spaľovanie CO).

Spaliny z kotla prechádzajú odlučovačmi, v ktorých sa z dymu oddeľujú tuhé častice (sadze). Zvyšný dym smeruje do komína. Ťah dymu smerom ku komínu zabezpečuje spalínový ventilátor.

V hornej časti kotla je rúrkovitý výmenník, kde dochádza k ohrevu vody ako teplotného média. Do kotla sa privádza ochladená voda z mesta, kde sa opätovne ohrieva a slúži na vykurovanie komunálnej sféry v Novej Dubnici, ako aj na prípravu teplej úžitkovej vody.

Najmodernejšia automatizačná technika v akcii

Z hľadiska automatizačnej techniky na všetkých úrovniach nedošlo z hľadiska použitej koncepcie k žiadnej zmene, iba sa zaviedli nové typy a rady jednotlivých komponentov vrátane riadiaceho systému BR2005 od spoločnosti Bernecker&Rainer. Zmenila sa takisto výkonová elektronika, čo bol však priamy dôsledok inštalácie novej technológie. Základnou úlohou automatizačných systémov v teplárni je riadiť výkon kotla tak, aby teplota výstupnej ohrievanej vody dosiahla požadovanú teplotu a spaľovanie v kotle prebiehalo optimálne, čiže aby zostalo čo najmenej nespálených zvyškov. Výrobca technológie vydal odporúčania, akým spôsobom túto technológiu riadiť. Spoločnosť URAP-AUTOMATIZÁCIA využila tieto odporúčania a svoje know-how pri návrhu kontinuálneho riadenia kotla. Odporúčania dodávateľa technológie jej teda poslúžili ako návod na vytvorenie vlastného kontinuálneho riadenia kotla. Vďaka tomu nedochádza k prekmitávaniu žiadanej hodnoty a ani k nedokonalému spaľovaniu pri prechodoch medzi výkonovými hladinami. Prívod paliva a vzduchu do kotla je kontinuálny a riadený frekvenčnými meničmi podľa potreby v dostatočne jemných krokoch. Počas vlaňajšej zimy sa v skúšobnej prevádzke podarilo riadiaci algoritmus vyladiť do takej miery, že riadenie prebieha kontinuálne.

Pri návrhu riadenia nebolo potrebné na základe predchádzajúcich skúseností odborníkov spoločnosti URAP zaviesť adaptívne regulátory. Technológia si plne vystačí s PID regulátorom v rôznych konfiguráciách. Využíva sa kaskádová, dopredná aj vlečná regulácia.

Riadiaci systém zabezpečuje prísun paliva do medzizásobníka tým, že na základe signálov snímačov naplnenia z prívodných do-

pravnikov paliva zapína, resp. vypína dopravníky tak, aby sa pali-vo priebežne doplňalo do predzásobníka, ktorý plní funkciu zdro-ja paliva pre oba štiepkové kotly. Každý z kotlov má k dispozícii ešte vlastný medziasobník na osobitnú kumuláciu paliva. Každý z týchto spomenutých zásobníkov je vybavený snímačmi hladiny naplnenia. Doprava do kotla je riadená frekvenčnými meničmi. Riadenie prívodu paliva priamo do kotla je v réžii PID reguláto-ra, ktorého žiadaná hodnota je teplota výstupnej ohrievanej vody. Prívod vzduchu zabezpečujú primárne (3 kW) a sekundárne (5 kW) ventiláty. Ich otáčky ovládajú frekvenčné meniče. Z rôz-nych typov regulácie sa využíva kaskádová regulácia. Žiadanou hodnotou je v nadradenej úrovni regulácie obsah kyslíka v spal-inách. Odoberanie spalín a popola sa uskutočňuje prostred-níctvom sústavy dopravníkov, ktoré sa uvádzajú do pohybu v sta-novených cykloch a časových intervaloch. Uvažuje sa aj nad flexibilnejším spôsobom odoberania spalín pomocou signalizácie naplnenia.

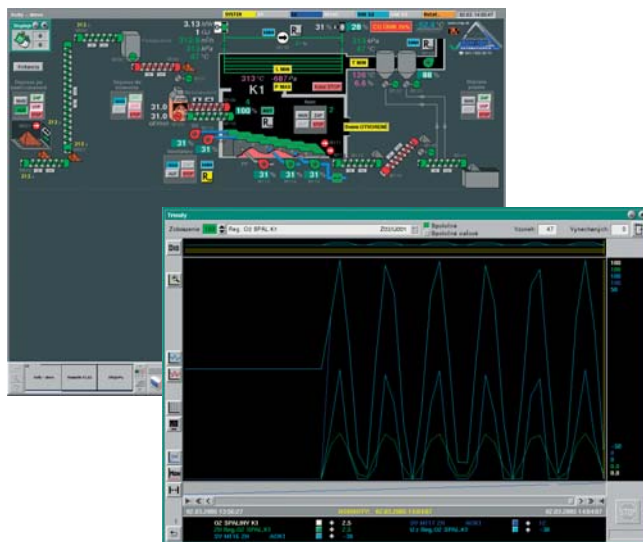
Riadiaci systém BR2005 je umiestnený v rozvádzači. V hlavnom ráme je pätnásť pozícií s V/V modulmi. Oba kotly sú riadené jedným procesorom. Komunikácia procesnej úrovne zastúpenej programovateľnými automatmi B&R s operátorom prebieha prostredníctvom priemyselného ethernetu. Úroveň operátora je zlo-žená z dvoch plnohodnotných redundantných pracovísk, ktoré sú vybudované na operačnom systéme QNX 4. Operátori pracujú v prostredí SCADA systému Proteus od spoločnosti URAP-AUTOMATIZÁCIA.



Rozvádzač s riadiacim systémom drevoštiepkového kotla – systém BR2005 s lokálnym expandom vstupov/výstupov

Funkcie SCADA systému možno rozdeliť do štyroch subsysté-mov. Prvý subsystém je vizualizácia, ktorý zobrazuje použitú technológiu so všetkými inštalovanými celkami (závitovkové do-pravníky, okruh vody atď.). Znázornené sú aj hodnoty analógo-vých veličín (tlak, teplota, prietok). Snímané veličiny sa dajú zo-brazit aj vo forme jednokrivkových grafov. Alarmový subsystém sa skladá z dvoch častí – aktuálnych a historických alarmov. Aktuálne alarmy zvukovo aj svetelne signalizujú všetky stavy mi-mo vymedzených hraníc. Takéto situácie sa zachytávajú do histo-rického alarmového súboru, pričom sa doň zaznamenávajú aj zá-sahy operátora.

K dispozícii je aj subsystém historických trendov. Všetky zazna-menávané veličiny (tlak, teplota, obsah kyslíka v spalínach) sa za-pisujú na pevný disk, pričom ich možno prezerat v grafickej for-me (max. desať priebehov veličín v jednom grafe). Obsluha má k dispozícii užitočné funkcie listovania, lupy, prezerania amplitú-dovej či časovej osi. Posledný je podsystém bilancíí, v ktorom sa vytvárajú bilancie činnosti kotla po hodinách, dňoch, mesiacoch, rokoch a zmenách. Okrem toho sa každú hodinu bilancujú aj dôle-žité prevádzkové veličiny. Bilancia kotla opisuje množstvo vy-robeneho tepla vo zvolenom časovom pásme.



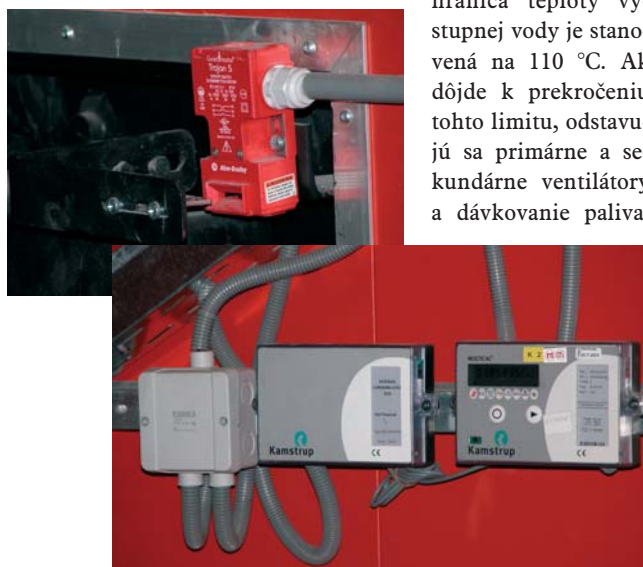
SCADA Proteus – vizualizácia a operátorské ovládanie technológie spaľovania drevoštiepky, na dolnom obrázku sú grafické priebehy historického záznamu meraných veličín s bohatými funkciami analýzy dát

Operátor má v SCADA systéme povolené meniť žiadané hodnoty teploty výstupnej ohrievanej vody z kotla, pri prepnutí do manu-álneho režimu zapínať a vypínať závitovkové dopravníky, určovať frekvenciu podávania paliva do kotla, množstvo dodávaného vzduchu do kotla, či meniť otáčky spalínového ventilátora. Má možnosť ručne ovládať takmer každý z akčných členov. V prípade zlyhania riadiaceho systému, resp. jeho náhleho odstavenia pre-chádza technológia do bezpečného stavu, keď všetky povely vy-chádzajúce z riadiaceho systému klesajú na nulovú hodnotu.

Systémy merania a regulácie

Kotol ako taký má niekoľko základných bezpečnostných prvkov. Medzi ne patria koncové spínače na servisných otvoroch kotlov od spoločnosti Allen-Bradley. V prípade otvorenia servisného otvoru počas prevádzky kotla dochádza k okamžitému vypnutiu primárnych aj sekundárnych ventilátorov. V činnosti zostanú iba spalínové ventilátory, čím sa dosiahne, aby plameň nevyšľahol smerom von z kotla cez servisný otvor. Vďaka tomu sa proces ho-renia štiepky automaticky utlmuje.

Ďalším prvkom je bezpečnostný termostat na výstupe vody z ko-tla, ktorý chráni kotol proti prehrievaniu výstupnej vody. Horná hranica teploty vý-stupnej vody je stano-vená na 110 °C. Ak dôjde k prekročeniu tohto limitu, odstavu-jú sa primárne a se-kundárne ventilátory a dávkovanie paliva.



Koncový spínač na servisnom otvorení – dvierkach do kotla, na dolnom obrázku je ultrazvukový merač tepla vyrobeného v kotle

Podobným spôsobom je riešený aj snímač tlaku výstupnej vody z kotla.

Ďalšie bezpečnostné prvky sú umiestnené v dávkovacích palivových závitkových dopravníkoch. Ak by došlo k šíreniu plameňa v závitkových dopravníkoch, snímače indikujú rapídny nárast teploty a riadiaci systém vzápätí zastavuje prívod paliva a dopravníky sa vyprázdňujú. Hermetické oddelenie kotla od dopravného systému zabezpečuje turniket nad zásobníkom paliva. Na výstupe tepla je osadený ultrazvukový merač tepla, ktorý sa využíva na meranie prietoku a okamžitého výkonu. Snímače sú umiestnené na vstupe vody do kotla, resp. aj na výstupe z kotla (meranie teploty), meria sa ďalej teplota spalín v spaľovacom priestore a na výstupe z kotla, ako aj obsah kyslíka v spaliniach.

Snímače teplôt sú Pt100 s prevodníkom s prúdovými výstupmi, na snímanie teploty spalín v kotle sa používajú termočlánok (rovnako s prúdovými výstupmi). Pohyb dopravníkov monitorujú indukčné snímače, ktoré zaznamenávajú ich skutočný chod. Okrem toho sú dopravníky vybavené aj snímačmi preplnenia, ktorých úlohou je dohliadať na to, aby nedošlo k preplneniu dopravníkov posúvajúcimi sa štiepkami.

Nízke pracovné otáčky motorov závitkových podávačov paliva si vynútili inštaláciu chladenia motorov.

Prínosy novej technológie a najmodernejších riadiacích systémov

Vďaka modernej meracej a regulačnej technike možno zložitú technológiu spaľovania drevných štiepkov prevádzkovať ekonomicky, bezpečne, bez zbytočných výpadkov a poruchových stavov.

Z hľadiska riadenia sa podstatne zmenil spôsob regulácie dodávok vody do mesta. Pred rekonštrukciou bola regulácia dodávky tepla diskontinuálna. V súčasnosti je regulácia výroby tepla kontinuál-

na s dvojnásobnou optimalizáciou. Optimalizuje sa výroba tepla a aj jeho dodávka do mesta presne podľa okamžitej potreby obyvateľstva.

Realizáciou opisovaných opatrení výrobca tepla dosiahol stabilizáciu ceny tepla. V súčasnosti, keď prevažná väčšina výrobcov tepla zvyšuje cenu tepla, v Novej Dubnici sa so zvyšovaním ceny tepla neuvažuje.

Záver

V globálnom meradle je na Slovensku výroba energie z obnoviteľných zdrojov stále ešte v plienkach. Napriek tomu, že sa Slovensko svojím vstupom do EÚ zaviazalo do konkrétneho časového horizontu vyrábať 12 % všetkej energie z obnoviteľných zdrojov, venuje sa tejto problematike neadekvátne malá pozornosť. So získaním podporných finančných príspevkov na projekty tohto druhu sú väčšinou spojené zdĺhavé administratívne preťahy a navyše im neprajú ani súčasné daňové zákony. Aplikácia v teplárni v Novej Dubnici je však žiarivým príkladom, že výroba energie z obnoviteľných zdrojov (v tomto prípade zo štiepok) prináša značné finančné úspory a oveľa menej nepriaznivo vplýva aj na okolité životné prostredie.

Na záver by sme sa radi poďakovali Ing. Petrovi Kasajovi, riaditeľovi spoločnosti URAP-AUTOMATIZÁCIA, s. r. o., a Petrovi Sjekelovi, vedúcemu realizačného úseku firmy Datatherm, spol. s. r. o., za ochotu a čas, ktorý nám venovali pri našej návšteve.

Anton Gérer
Branislav Bložon