

Inteligentní řízení peletkového kotle

Tento článek popisuje možnosti inteligentního řízení peletkového kotle, postupy a zejména pak dosažené výsledky. Přestože se jedná o specifickou instalaci, lze závěry zobecnit a využít je tak i u dalších instalací se složitějšími hydronickými poměry.

Situace

Při zvažování o způsobu vytápění rekonstruovaného statku byla zvolena technologie spalování biomasy, konkrétně pak peletkový kotel. Vytápěný objekt je starý zhruba 400 let a z toho plyne skladba stěn – cihla a kámen o síle 80 - 90 cm. Při rekonstrukci se vyměnili okna, avšak zateplení pláště budovy se neprovádělo, jednak kvůli možným problémům s vlhkostí a pak kvůli již tak silným stěnám. Tepelná ztráta objektu je podle výpočtu zhruba 26 kW a vypočtená spotřeba pelet je 10 600 kg/rok. Pro vytápění byl zvolen peletkový kotel KP22 českého výrobce Ponast se jmenovitým výkonem 29 kW. Umístění kotle bylo po delších rozvahách rozhodnuto tak, že se nebude instalovat přímo do obytné budovy, ale do vedlejšího objektu bývalých stájí.

Tato varianta sice přináší nutnost podzemního teplovodu (bylo použito předizolovaného potrubí Rauthermex duo firmy Rehau v délce 45 m), ale dává volnost v umístění zdroje tepla. V tomto případě se podařilo vytvořit kotelnu, kde je hned vedle kotle umístěn sezónní zásobník na pelety s kapacitou 13 t. Kotel KP22 je vybaven automatickým podáváním paliva, automatickým zapalováním a také motorovým čištěním a vynášením popela do zásobníku. Z tohoto pohledu lze konstatovat, že kromě běžné kontroly kotel nevyžaduje v průběhu topné sezony žádnou manipulaci obsluhy. Z hlediska regulace kotel disponuje desetistupňovým řízením výkonu (v rozsahu 8 až 29 kW) a několika provozními režimy.

Kotel je vybaven třicestným termostatickým ventilem pro zajištění teploty na zpátečce min. 60 °C. Pomocí hlavního čerpadla se energie z kotle předává do teplovodu. V obytné budově je čtyřcestný ventil se servopohonem a 2 oběhová čerpadla, samostatně pro přízemí a patro. Dále se z teplovodu pomocí čerpadla nabíjí zásobník TUV, který je primárně nahříván solárními panely a kotlem se dohřívá v době menšího slunečního svitu. Topná soustava není vybavena žádnou akumulací nádrží.

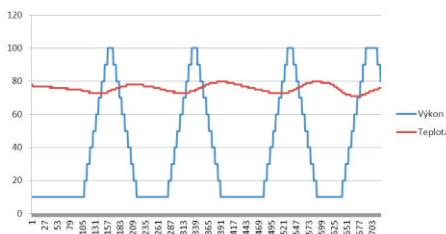
Integrovaná regulace kotle

Regulace kotle prošla od doby instalace (2009) bouřlivým vývojem. První (provizorní) varianta s termostatem v místnosti se

ukázala jako naprosto nevyhovující, neboť doba nutná na rozehrání kotle a přenos tepla pomocí teplovodu byla tak velká, že tato regulace nebyla vůbec komfortní a v konečném důsledku by nebyla vůbec úsporná, neboť kotel by musel často zapalovat - a to jsou okamžiky, při kterých jeho provoz není zdaleka optimální, neboť není dosaženo vysoké teploty hoření paliva.

Další kroky vedly k využití ekvitermní regulace pomocí servopohonu čtyřcestného ventilu. Jelikož v době instalace nebyla tato funkce součástí výbavy kotle, instaloval se řídicí systém firmy Domat IPLC300 s nezbytnými perifériemi. Tato volba se ukázala jako šťastná, a to také díky čtyřbodové ekvitermní křivce, kterou se brzy podařilo nastavit tak, aby bez dalších korekčních zásahů byla teplota v objektu komfortní po celou topnou sezónu.

Brzy ale došlo ke zjištění, že kotel, který si sám řídí výkon, nepracuje v optimálním režimu. V závislosti na požadovaném odběru tepla někdy pracoval stabilně, ale někdy se celá soustava rozkmitala. Do značné míry to lze připisovat dopravnímu zpoždění, které má na svědomí teplovod. To bylo hlavní motivací pro přímé ovládání kotle. Ukázkou chování dobře dokresluje graf, zobrazující v období 4 hodin automaticky regulovaný výkon (za situace konstantního odběru tepla) a výstupní teplotu kotle, vše při venkovní teplotě vzduchu cca 3 °C.



Obr. 1: Kollísání výkonu kotle před optimalizací, osa x představuje vzorky po 20 s, tedy perioda kollísání cca. 90 minut. Výkon je v %, teplota ve °C.

Převzetí regulace

Po dlouhých diskuzích s výrobcem kotle se podařilo realizovat propojení řídicího počítače kotle a IPLC300 firmy Domat přes rozhraní RS485. Na straně kotle se využil servisní a diagnostický port, na kterém je komunikace protokolem Modbus RTU slave. Po

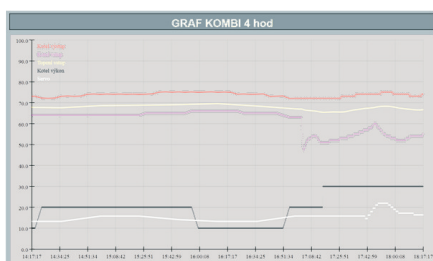
doplnění o nezbytné převodníky fyzické úrovně se oba systémy propojily. Kotel pracuje v základním módu a jeho výkon určuje nadřazený systém, tedy IPLC300. Z pohledu řízení kotle je to ekvivalentní situaci, kdy by před kotlem stála obsluha, která jednou za čas vydá pokyn ke změně výkonu. Všechny ostatní periferie (podavače a čerpadla) si kotel i nadále řídí sám. Tímto krokem se ale otevřela zcela zásadní možnost čtení významných hodnot z kotle (teploty a činnosti motorů a čerpadel) a na druhé straně jeho přímé ovládání.

Základem nového způsobu ovládání je PI regulátor, který se snaží nastavit takový výkon, který je nutný pro dosažení a udržení optimální teploty kotle. Tato teplota navíc není fixní, ale je závislá na požadované teplotě topné vody, vzniklé z ekvitermní křivky. Tím je dosaženo toho, že v přechodném období není kotel provozován ve vysokých teplotách a jsou menší ztráty v potrubí, a naopak v době velkých mrazů je požadavek na teplotu vyšší, aby se pokryla tepelná ztráta objektu. Druhým opatřením je regulace omezování maximálního výkonu, opět v závislosti na ekvitermní teplotě. Zejména po ukončení útlumu má regulace tendenci co nejrychleji dosáhnout požadované teploty, ale díky setrvačnosti celého systému by v přechodném období snadno došlo k přehřátí. Proto se dynamicky omezuje maximální povolený výkon.

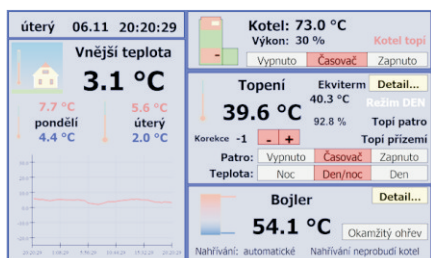
Finální realizace je ještě rozsáhlejší, ale její popis by překročil zamýšlený rozsah tohoto článku. Je třeba zdůraznit, že ač se možná zdají regulační procesy složité, vše se dá provozovat ve zcela automatickém režimu. Jediné manuální ovládání se omezuje na volbu, zda topit trvale či podle časového plánu, a to jsou do značné míry subjektivní vstupy, které nelze determinovat na základě změřených teplot. Celé řešení využívá webové rozhraní regulátoru IPLC300, takže jeho ovládání a nastavení, případně analýza chování, jsou velmi komfortní. Současně se tak splnil požadavek investora, aby se o chování a eventálních poruchách kotle dozvěděl dříve, než bude v domě zima. Upřímně řečeno – když si kotel dokáže sám přikládat i uklízet popel, proč by se měl někdo v zimě oblékat a chodit se dívat, zda je vše v pořádku.

Hlavním přínosem řešení je lepší řízení kotle, kdy se nejen snižuje spotřeba paliva volbou optimálního výkonu a zamezením teplotního cyklování, ale také se šetří kotel, protože mu lépe vyhovuje, když pracuje v ustáleném stavu. Je to jako se spotřebou a opotřebením nákladního vozidla, kde je jedním z ukazatelů úsporného chování řidiče využívání tempomatu a malý podíl brzdění. Díky snímání činnosti podavačů paliva lze s jistotou nepřesností měřit hodinovou i denní spotřebu paliva a tak lze predikovat, že úspora paliva, vzniklá tímto způsobem řízení, bude minimálně na úrovni 10%.

Druhá ukázka regulace je opět v rozsahu 4 hodin, graf je součástí webového rozhraní IPLC300 (teplota vzduchu opět asi 3 °C). Na grafu jsou patrné výkyvy v odběru tepla dané postupným spínáním čerpadla pro TUV a oběhového čerpadla, přesto regulace udržuje vyrovnanou výstupní teplotu a nevyužívá velké výkony.



Obr. 2: Průběh teplot a výkonu po optimalizaci (snímek z webového rozhraní)



Obr. 3: Jedna ze stránek webové vizualizace

Závěr

Přímé ovládání kotle se ukázalo jako velmi užitečné, a to jak z důvodu optimalizace chodu kotle, tak z hlediska dohledu nad kotlem. Například se podařilo snadno detekovat, když došlo k zaseknutí oběhového čerpadla a kotel se odstavil z důvodu přehřátí. I to se během provozu může stát a je dobré, když se nestandardní situace může nějak vizualizovat. Také volba podstanice IPLC300 se ukázala jako šťastná, neboť umožňuje průběžně doplňovat potřebnou funkčnost, která se dnes ještě omezuje „jen“ na řízení topení a TUV, ale v plánu je systém rozšířit o regulaci solárního systému, řízení nočního provozu domu, hlídání činnosti vodárny apod. Díky webovému rozhraní se funkce realizují tak, že při užívání není třeba studovat žádné návody, ale řešení se uzpůsobí přímo na základě potřeb uživatelů.

Ing. Pavel Dvořák

Ing. Jan Vidim