

Bc. Stanislav NĚMEC
Regulus, spol. s r.o.

Praktické poznatky z provozu velkých solárních soustav a jejich monitoringů

Practical Knowledge from Operation of Large Solar Systems and Their Monitoring

Recenzent
doc. Ing. Tomáš Matuška, Ph.D.

Článek se zabývá praktickými poznatky a problémy při instalaci a provozu velkých solárních soustav, jejich monitoringů a vyhodnocování naměřených dat. Detailněji rozebírá důležité funkce solárních regulací, vymezení jejich použití a možnost jejich aplikace pro velké solární soustavy.

Klíčová slova: solární soustavy, regulace, monitoring

The author deals with practical knowledge and problems during the installation and operation of large solar systems, their monitoring and the assessment of recorded data, in his article. He describes in detail important functions of solar control, determination of their use and possibility of their application for large solar systems.

Key words: solar systems, control, monitoring

ÚVOD

Během několika minulých let u nás došlo k velkému nárůstu instalací velkoplošných solárních soustav, zejména pro bytové domy. V rámci programu Zelená úsporám sice většina objektů logicky přistoupila nejprve k zateplení, které obvykle přinese největší úspory na provozu objektu, avšak bylo i velké množství bytových domů, kde zároveň obyvatelé investovali i do rekonstrukce vytápění či přípravy teplé vody. Objekty, které pouze zateplily, a byla jim vyplacena dotace, nyní opět disponují finančními rezervami a začínají hledat další prostor pro úspory v provozu objektu. Další velkou položkou ve výdajích na provoz objektu jsou hned po nákladech na vytápění většinou náklady na přípravu teplé vody. Díky tomu v oblasti velkých solárních soustav vývoj bez výraznějších zpomalení pokračuje v nastoleném trendu.

Bohužel, pouze zlomek nainstalovaných velkoplošných solárních soustav je osazen detailnějším monitoringem a záznamem dat. Detailnější sledování chování jednotlivých systémů a jejich vyhodnocování podle našich zkušeností může vytvořit prostor pro další nezanedbatelné úspory v objektu. Pohybují se průměrně v rozmezí 2 až 5 % z ročních solárních zisků a jsou i případy, kdy úspora dodatečnou optimalizací narostla o více než 10 %. Často nemusí jít o podstatné změny nebo zásahy, mnohdy stačí pouze posunout čidlo o několik centimetrů, změnit spínací či vypínací teplotu o několik °C a systém může přinést další trvalé úspory. Je jasné, že vzhledem k vyšším pořizovacím nákladům systému s monitoringem a relativně velkému konkurenčnímu prostředí v tomto odvětví, není možné ani do budoucna počítat s přílišným nasazováním těchto zařízení, někdy ovšem ke škodě věci samotné – mnohé systémy tak nikdy nevyužijí plně svého potenciálu.

Vzhledem k množství systémů, které jsme již měli možnost instalovat a monitorovat, uvádíme několik postřehů, vyplývajících z dlouhodobějších sledování těchto systémů. Článek si neklade za cíl zahltit čtenáře grafy, tabulkami či schémata, ale pouze jednoduše a srozumitelně popsat několik problémů spojených s velkoplošnými solárními soustavami, jejich návrhem, provozem a monitoringem.

MONITORING SOLÁRNÍCH SOUSTAV

Od monitoringu samotného není možné očekávat, že automaticky zoptimalizuje systém do jeho ideálních provozních podmínek. Téměř každá solární soustava je svým způsobem unikátní, těžko by se dal najít „levný strojek“ s tak dobrou umělou inteligencí, aby vyhodnotil množství dat na

sobě v různých situacích jinak závislých. Toto zařízení však může jednoduše nahradit inteligence přirozená – člověk se základní znalostí problematiky, který po vyhodnocení dat zadá příslušné změny do regulátoru. Jako ve všem, i zde platí, že řetěz bude tak silný, jako je jeho nejslabší článek – může být přesný, podrobný a přehledný monitoring, zaškolená obsluha. Pokud je ale na systému osazen regulátor pouze se základní diferenciální funkcí, zásah a zlepšení nebude možné, v lepším případě bude možné částečně, pokud bude vyhodnocena chyba právě v nastavení spínací a vypínací difference. Monitoring lze rozumně využít pouze tam, kde bude alespoň v prvním roce provozu docházet k pravidelnému vyhodnocování naměřených dat a kde bude nasazen takový regulátor, který umožní pružnější chování soustavy například tím, že disponuje alespoň minimální rezervou volněji programovatelných výstupů.

VZDÁLENÝ PŘÍSTUP

Internet, vzdálený přístup, tablet, jedním dotykem... to jsou lákadla, kterými spousta firem doslova mámi zájemce o instalaci solární soustavy. Slova jsou to moderní a líbivá, jejich vlivu potenciální zákazník těžko odolává. Je však třeba připomenout několik problémů, které je nutné pro dobře fungující vzdálený monitoring překonat. Tím prvním problémem je samotné připojení monitorujícího zařízení k internetu – většina cenově dostupných monitorujících zařízení vyžaduje pro volnou komunikaci se světem pevnou (veřejnou) IP adresu. Ta je však většinou poskytovatelů připojení k internetu nabízena pouze za paušální platbu – měsíční poplatek se běžně pohybuje v řádech stokorun, cena připojení je tak obvykle dvakrát vyšší než za obvyklé připojení s volně přidělovanou IP adresou.

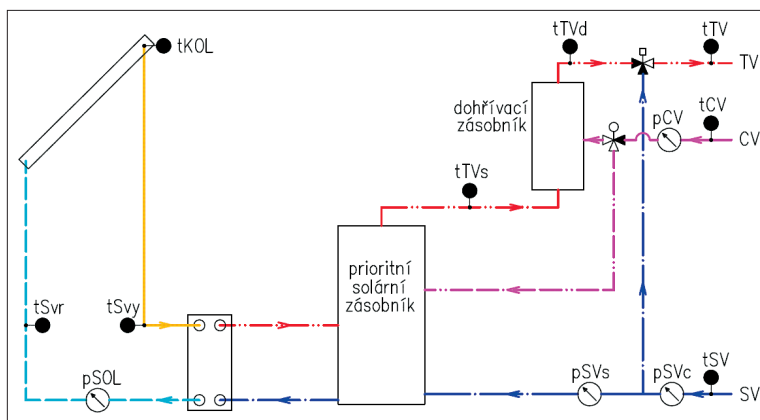
Druhý problém může nastat v zabezpečení připojení regulátoru. Situaci lze přirovnat ke klíči a zámku od kotelny. Lze nastavit vysokou úroveň zabezpečení přístupu, připojení a datové komunikace – zámeček, ale pokud zůstanou nezměněna tovární přístupová hesla (klíč) uvedená obvykle na internetu ve volně přístupném a šířeném návodu zařízení, je to jako bychom klíče od kotelny pověsili na ulici vedle dveří kotelny.

Zatřetí, vzdálené ovládání může znamenat rizika, zejména pokud se jedná o testování různých konfigurací, manuální spínání jednotlivých výstupů, apod. Žádné připojení není stoprocentně stabilní, pokud dojde k jeho přerušení během rizikovějšího zásahu, můžeme systém dostat do situace jako letadélko na dálkové ovládání, jehož vysíláčka přestane fungovat – třeba je nasměřováno dobře a nějak přistaně, nebo půjde do vývrtky, ale možná má základního autopilota, který ho po přerušení spojení nějak navede na zem. S tím by k tomu měly přistoupit i firmy a uživatelé, využívající

monitoring a vzdálený přístup. Funkce ovlivňující zásadním způsobem chování a bezpečnost systému lze zpřístupnit pouze administrátorovi, nebo je rovnou ze vzdáleného přístupu vyloučit. Před každou změnou konfigurace přes vzdálený přístup je vhodné se zamyslet nad tím, co se stane, pokud změna selže. Pokud existuje riziko, lze obvykle najít bezpečnější řešení – domluvit se s uživatelem, aby byl v tu dobu na místě k případné korekci, nebo ty nejzávažnější změny, které mohou způsobit kolaps systému realizovat přímo na místě instalace. Výhodná jsou softwarová řešení, která při selhání regulátoru či komunikace provedou restart do továrního nastavení. To může být během delší doby provozu soustavy již poměrně odlišné od aktuálního, ale je většinou funkční natolik, že zajistí přechodný provoz systému do doby, kdy obsluha provede patřičnou nápravu. Monitoring a vzdálený přístup do ovládání systému je nutné zabezpečit stejně jako domácí počítač, hierarchie jednotlivých přístupů (úctů) by měla být striktně dodržena: administrátor – servis – uživatel – host a veškeré vzdálené zásahy by měly být zajištěny z hlediska možného selhání obsluhy či připojení, buď jejich omezením, nebo softwarovou ochranou.

REGULÁTOR SYSTÉMU

Je smutnou pravdou, že na regulaci se myslí vždy až naposled. Většinou je tedy nutné regulátor „vtlačit“ a natvarovat do již navrženého hydraulického zapojení. Mnohdy je tak poptávána regulace typické soustavy s natolik netypickým schématem zapojení, že je nutné soustavu osadit volně programovatelným regulátorem s celkovou cenou i několikanásobně vyšší, než jsou ceny standardních regulací. Volba vhodného regulátoru je jednou z podmínek smysluplného provozu monitoringu, aby bylo možné docílit účinné zpětné vazby a provést korekci nastavení či funkcí soustavy. Regulátor určuje manipulační prostor pro jednotlivé korekční úkony a volbou nevhodného nebo i méně „otevřeného“ regulátoru můžeme znesnadnit nebo úplně omezit budoucí korekční zásahy a optimalizaci systému. Velkým přínosem k těmto úkonům jsou regulátory, které mají několik výstupů volně programovatelných, tzn. s možností nastavení základních spínacích a vypínacích podmínek sepnutí těchto výstupů. Plně vyhoví funkce termostatu, teplotní diference a případně časovače. Volnou kombinací těchto tří triviálních základních regulačních funkcí na výstupu regulátoru lze obvykle dosáhnout jakékoliv požadované úpravy systému, např. vypnutí dohřevu v závislosti na provozu nebo teplotě v solární soustavě, snížení teploty dohřevu při provozu solární soustavy, dodatečné sepnutí cirkulace pro dochlazení akumulace tepla, či předání tepla, atp. To jsou funkce, které obvykle regulátor ve svém standardu nemá a pokud by neměl volně programovatelný výstup, soustavě by nebylo možné bez montáže dalších regulačních prvků pomoci. Ve většině případů také regulátor zajišťuje samotný monitoring. Do běžných standardů a cenových hladin se již dostávají regulátory s přímým připojením na internet, SD kartou pro ukládání dat, vestavěným webserverem s definovaným grafickým provozním schématem na konkrétní schéma zapojení s online přehledem teplot, průtoků a výkonů. Součástí bývají i jednoduché tablety umožňující uživateli, okamžitý přístup k informacím o stavech systému s možností rychlého zásahu, samozřejmě se všemi důsledky, které z toho plynou, jak již bylo popsáno výše. Návržnost vyšší investice do inteligentnějšího regulátoru může být v případě zpětné vazby výsledků monitoringu velmi krátká, rozdíl v ceně základního a volněji programovatelného regulátoru je řádově 10 000 Kč, což bývá asi 0,5 % celkové investice. Ovlivnění ročních úspor optimalizací se může průměrně pohybovat kolem 5 %, takže u větších solárních soustav s ročním ziskem kolem 50 000 kWh může být dosaženo úspory přibližně 2500 kWh – tedy při ceně cca 2 Kč/kWh asi 5000 Kč – návratnost 2 roky. I při úspoře optimalizací 1 % bude návratnost této investice kratší nebo přibližně rovna návratnosti samotné solární soustavy.



Obr. 1 Schéma solární soustavy pro bytový dům s body měření

UŽITNÁ HODNOTA DAT

Je-li rozhodnuto o instalaci monitoringu, je nutné také stanovit co měřit. Zvážit by se měly hlavně účely monitoringu, kterých může být hned několik. Kromě základního účelu, jako již zmíněný uživatelský přehled a možnost optimalizace, to může být například propagace, která cíleně směřuje na konkrétní okruh potenciálních zákazníků. Ve většině případů není nutné osadit každou trubku či větev měřením teploty či průtokem. Naopak, strážlivější přístup k počtu čidel a průtokoměrů vede k přehlednosti monitoringu, potřebná velikost datového úložiště naměřených dat je nižší a levnější, a nakonec je samozřejmě nižší i cena samotného monitoringu. V propagačním monitoringu toto platí dvojnásob. Množství teplot, výkonů, energií a jejich vzájemné provázanosti stejně nelze v několika větvích zákazníkovi vysvětlit. Základní uzly měření, které obvykle splňují požadavek kvalitního monitoringu solární soustavy jsou zobrazeny na obrázku 1.

Solární soustava

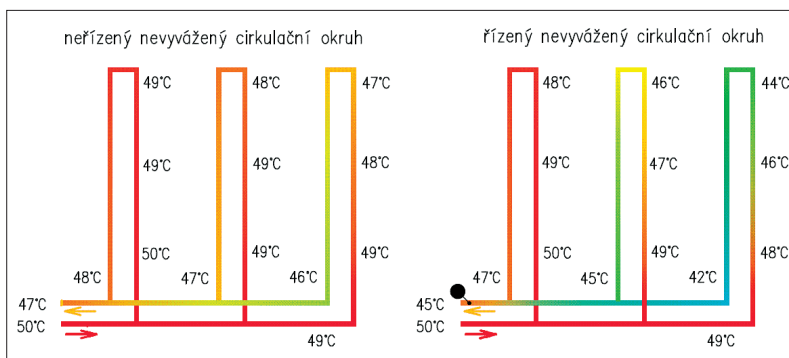
Z hlediska solárního okruhu lze běžně vystačit se třemi čidly a jedním průtokoměrem. Z nich lze stanovit výkon a energii dodávanou solární soustavou a dále vyhodnotit tepelnou ztrátu kolektorového okruhu. Připojením čidla měřícího aktuální výkon slunečního svitu lze odhadnout i okamžitou účinnost solární soustavy, i když podle našich zkušeností je zobrazení tohoto stavu zejména ve volně přístupné části monitoringu zavádějící. Čidlo osvětlení měří aktuální hodnotu, ale výkon solární soustavy se měří se zpožděním – než se dopraví kapalina z kolektoru do měřicích bodů na vstupu a výstupu spotřebiče, navíc je potřeba kalkulovat s tepelnou kapacitou kolektorů a potrubí. Tento odhad účinnosti je možný pouze v ustálených podmínkách. Proto se čidlo osvětlení používá prakticky pouze jako indikátor aktuálního výkonu slunečního záření na plochu kolektorů, ve výstupu monitoringu pro propagační účely je navíc nutné číselnou hodnotu převést do jednoduché informace jasno, polojasno, oblačno, mnohdy i prostřednictvím jednoduchých grafických výstupů (slunce, mrak). Velmi zajímavou hodnotou, zejména pro dodavatelské firmy a empirické účely je hodnota tepelných ztrát solární soustavy. Z obr. 1 vyplývá, že je stanovena pouze polovina tepelné ztráty – na přívodní (teplém) potrubí z kolektoru (rozdíl mezi čidlem tKOL a čidlem tSvy). O jednu polovinu se jedná pouze domněle. Je třeba brát v úvahu teplotní spád solárního okruhu. Pro úplné zjednodušení je možné si stanovit, že se měřením stanoví cca 60 % tepelných ztrát, zbylých 40 % ztrát je z vratného chladnějšího potrubí. Pro soustavy low – flow bude tento podíl jistě vyšší, např. 70 % ku 30 %. Teplotní rozdíl low – flow soustav bývá běžně 30 až 40 K, a proto rozdíl mezi tepelnými ztrátami obou potrubí tedy bude vyšší. Z těchto informací lze poměrně přesně zjistit stav, zhodnotit provoz solární soustavy, takže u většiny jednodušších nebo menších solárních aplikací toto měření zcela postačuje. Pro propagační účely jsou tyto hodnoty velmi dobře pochopitelné i pro nepoučenou osobu. Je nutné si uvědomit, že jsou ukazovány pouze „vyš-

ší“ zisky systému přípravy TV ze solární soustavy, ale nejsou zohledněny další ztráty solární akumulace, rozvodů, výměníků, apod. Samozřejmě existují soustavy, ve kterých je vhodnější měřit a uvádět spíše spotřebu energií dohřívacího zdroje – v případech, kde je malá účinnost dohřívacího zdroje, je úspora energie významně vyšší než solární zisk (palivo se zbytečně nepromrhá v neúčinném zdroji). Podle našich zkušeností se jedná zejména o starší velké plynové kotelny, kde je i pro relativně malý potřebný výkon do TV spínán kotel o několiknásobně vyšším výkonu. U těchto soustav může být úspora v letním provozu i dvojnásobně vyšší než samotný solární zisk a je samozřejmě škoda to v prezentaci monitoringu nevyužít a přitom navíc nelhat, neboť se opravdu jedná o „úsporu provozem solární soustavy“.

Příprava teplé vody

Měření a monitoring samotné přípravy teplé vody je instalován méně často, zejména kvůli podstatnému navýšení celkové ceny monitoringu. Vzhledem k nutnosti smíchování výstupu teplé vody kvůli vysoké teplotě solární akumulace, je nutné použít minimálně 2 průtokoměry. Oproti solárnímu okruhu s průtokem relativně rovnoměrným, musí být průtokoměry na okruhu vody s větším měřicím rozsahem, kvůli častým a skokovým změnám průtoku odběrů TV, přitom přesnost měření musí být zachována v celém jejich rozsahu. Musí dokázat zachytit malý odběr teplé vody (mytí rukou) i měřit velké večerní odběrové špičky o velikosti několika m³/h, aniž by do rozvodu přinášel podstatnou dodatečnou tlakovou ztrátu. Problém nastává i v samotném měření, resp. interval zaznamenávaných dat. Běžně používaný interval kolem 10 s už může v tomto případě přinášet chyby – odběr TV může být jistě kratší než 10 s. Vyšší interval ovšem znamená podstatné zvýšení nároků na úložnou velikost měřených dat a samozřejmě i nároky výpočetní jednotky na jejich zpracování (online vykreslení grafů, počítání měsíčních bilancí, apod.). Běžný denní záznam větší soustavy solární přípravy teplé vody zabere při intervalu záznamů 10 s i několik MB. Pokud se ale přistoupí i na měření přípravy teplé vody, vzniká další, mnohdy podstatný prostor pro další optimalizaci a navýšení úspor v systému přípravy TV. Je možné vysledovat denní a měsíční charakteristiku odběru TV a adekvátně časově i teplotně „naladit“ dohřev, čímž lze zvýšit využitelnost solární soustavy, aniž by byl narušen komfort v distribuci teplé vody. Aby mohl být měřen podíl jednotlivých zdrojů na přípravě teplé vody, je nutné měřit teplotu TV vždy před a za jednotlivým stupněm ohřevu, průtok zůstává stejný, odlišný průtok je až za smíchovacím ventilem a ten je zachycen samostatným průtokoměrem. Na obrázku 1 se jedná o průtokoměr SVC, SVs měří průtok vody přes zdroj. Dále jsou využity teploty t_{SV} a t_{TV} pro stanovení celkové potřeby energie na přípravu teplé vody, t_{SV} a t_{TVs} pro stanovení energie dodané do teplé vody v solárním ohřevu, t_{TVs} a t_{TVd} pro stanovení energie dodané dohřevem. Tuto stanovenou hodnotu lze porovnávat s měřením spotřeby paliva či energie na dohřev a stanovovat okamžitou účinnost ohřívacího zdroje, pokud je možné hodnoty spravedlivě porovnávat v jednom daném okamžiku, jinak je doporučeno používat spíše integrální hodnoty za určité období.

Velice důležitou hodnotou z hlediska bilancování systému je účinnost rozvodů, resp. tepelné ztráty rozvodů a cirkulace. U velkých bytových domů mohou tyto ztráty tvořit zásadní podíl v celkové potřebě energie na přípravu teplé vody. Výjimkou nejsou ani bytové domy bohužel i relativně nové, ve kterých je energie na hrazení tepelných ztrát rozvodů stejně velká jako potřeba energie na samotnou přípravu teplé vody. Prostor ke snížení tepelné ztráty je nezanedbatelný, je však třeba zohlednit několik problematických bodů. Samotné snížení tepelné ztráty lze kromě dodatečného zaizolování řešit například inteligentním řízením spínání oběhového čerpadla cirkulace. Není to však snadné. Je nutné vzít v úvahu alespoň základní hygienická hlediska systému přípravy TV, zejména možnost

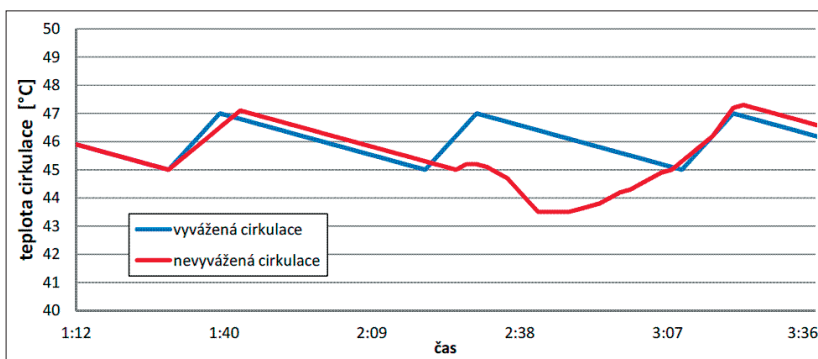


Obr. 2 Teploty v řízených a neřízených nevyvážených stoupačkách

množení bakterií druhu Legionella, které mají při teplotách kolem 35 až 45 °C ideální podmínky. Pokud tedy uživatel snižuje teplotu cirkulace, měl by řešit její nejlépe každodenní cyklické přehřívání, aby zamezil usazování a množení bakterií a v objektech citlivých na hygienu (nemocnice, domovy důchodců) vůbec nepoužívat nízké teploty TV a cirkulace. Další potíže, které většinou nastanou, pokud se u systému s trvalým provozem cirkulace začne náhle cirkulace řídit, jsou s vyvážením jednotlivých stoupaček cirkulačního potrubí. Bohužel jen asi desetina bytových domů z těch, které byly osazeny naším solárním systémem a které jsme měli možnost řešit, měla stoupačky cirkulace hydraulicky vyvážené. Při trvalém provozu cirkulace se tato chyba mnohdy ani neprojeví, teplá voda obvykle „nějak“ dojde i do těch nejvzdálenějších stoupaček – sice za delší dobu a o něco chladnější, ale obyvatelé si na tento stav zvyknou a domnívají se, že takto funguje distribuce teplé vody v celém objektu.

Jakmile se však začne cirkulace řídit, což může fyzicky znamenat například 5 minut provozu a 10 minut zastavení, cirkulující teplá voda do těchto koncových odběrů bytového domu vůbec nedoteče, respektive cirkulace funguje podle obr. 2. Skutečné měřené hodnoty teploty cirkulace jsou pak uvedeny na obr. 3. Velmi teplá vracející se voda z bližších stoupaček ohřeje čidlo cirkulace na dostatečnou teplotu a cirkulace vypíná, aniž by byla zajištěna dostatečná teplota na všech výstupech teplé vody v bytovém domě.

Stav se takto cyklicky opakuje (2x až 3x podle počtu stoupaček), až se systém dostane do zlomu, kdy převáží objem a nízká teplota vracející se vody z chladných (málo protékaných) stoupaček nad vyšší teplotou lépe protékaných stoupaček, teplota cirkulace poklesne a ani při delším provozu není možné dosáhnout její požadované teploty. Cirkulace tak postupně ohřívá jednotlivé „zanedbávané“ stoupačky, z nichž se postupně začne vracet teplejší voda a cirkulace se opět vypíná. Nejvzdálenější stoupačky ale obvykle nedosáhnou požadovaných teplot vůbec. Určitým řešením v tomto případě může být stanovení minimální doby běhu cirkulace, respektive zvýšení hystereze teploty sepnutí a vypnutí. Úspory snížením ztrát rozvodů tím však výrazně poklesnou. Před jakýmkoliv pokusem o řízení cirkulace, je tedy nutné zajistit vyvážení jejich jednotlivých větví. Pokud



Obr. 3 Zjednodušený graf teploty cirkulace v nevyvážené a vyvážené soustavě

k němu nedojde, na řízení cirkulace po marném pokusu a stížnostech obyvatel, je nutné buď rezignovat, nebo zajistit vyvážení cirkulace dodatečně, což se také děje ve většině případů. Řízením cirkulace na minimální bezpečné teploty, někdy i jejím trvalým vypnutím na 1–3 hodiny v noci (což je proti metodickému doporučení SZÚ k jakosti teplé vody, vydané k vyhlášce MZ č.252/2004 Sb.) a jejím vyvážením, lze dosáhnout i výrazných úspor v přípravě TV, ne zřídka to bývají úspory v řádech i desítek procent oproti stávajícímu stavu.

Dohřev

Měření a monitoring dohřívacího zdroje je u solárních soustav pro přípravu TV spíše výjimečná záležitost. Dohřev je ve většině případů ponechán stávající, obvykle je již osazen měřením za účelem fakturace energie. Toto měření však většinou není kompatibilní s nově instalovaným měřením a zdvojení tohoto měření není ekonomicky přínosné – měření spotřeby zdroje nepřináší informace, podle kterých by bylo možné korigovat provoz solární soustavy nebo přípravu TV. U stávajícího zdroje lze vysledovat jeho účinnost, kterou lze odvodit z porovnání stávajícího měření spotřeby energie zdroje a nově instalovaného měření energie, kterou zdroj do přípravy teplé vody dodal. Řešení nízké účinnosti zdroje obvykle znamená nejprve snahu o zlepšení regulace výkonu, případně následuje návrh na jeho výměnu za účinnější.

SPECIÁLNÍ FUNKCE REGULÁTORŮ

Velké solární soustavy se z hlediska provozu od běžných malých odlišují. S těmito odlišnostmi je nutné počítat při návrhu soustavy, téměř všechny je totiž lze řešit vhodným zapojením a volbou vhodné regulace či komponent. Tyto soustavy přinášejí úspory v řádech desítek či spíše stovek tisíc korun za rok. Jakákoliv malá chyba nebo nedostatek, který zapříčiní snížení zisku jen o procento, znamená snížení přínosu v řádech tisíců korun.

Řízení průtoku solárním okruhem

Běžně používané funkce řízení průtoku solárním okruhem pro zamezení jeho cyklování, jako například použití polovodičového výstupního relé nelze ve většině případů pro velké solární soustavy využít. Relativně velký průtok v kombinaci s vyšší tlakovou ztrátou okruhu, znamená velké rázy a zátěž pro oběhové čerpadlo, spojené mnohdy s výraznými zvukovými projevy. Většina standardních regulací je navíc vybavena polovodičovými reléovými výstupy pouze s nízkým spínacím výkonem, který nespĺňuje požadavek na výkon oběhového čerpadla pro velké solární soustavy. Jak tedy zajistit kontinuální provoz solárního okruhu, bez několikaminutových zastavení a zbytečného chladnutí kvůli překonání teplotního rozdílu mezi spínací a vypínací diferencí kolektoru? Možností existuje několik. Tou nejjednodušší je využití tzv. funkce deskového výměníku. Průtok tlakově „náročného“ primárního okruhu je možné ponechat stále maximální a regulují se otáčky sekundárního čerpadla v teplé vodě mezi výměníkem a zásobníkem. Přizpůsobuje se tedy odběr energie z výměníku, teplota primárního okruhu se skokově nesnižuje a kolektor tak nemá možnost vychladnout pod vypínací diferencí. Čerpadlo sekundárního okruhu překonává pouze tlakovou ztrátu výměníku a několik metrů potrubí, řízení otáček čerpadla je tedy obvykle možné standardním polovodičovým reléovým výstupem regulátoru. Podle našich zkušeností je však možné použít tento postup i bez řízení otáček sekundárního čerpadla. Toto čerpadlo je možné řídit ON-OFF a minimálně tím udržet, mnohdy dokonce regulovat požadovanou teplotu primárního okruhu, kterou v některých případech zapojení požadujeme. Zabrání se tím rozkmitání teploty v primárním okruhu zejména v solárních soustavách s více spotřebiči, kdy jednotlivé spotřebiče mohou mít výrazně odlišnou teplotu a i při krátkém přepnutí z teplejšího do studenějšího dojde k vychlazení primárního okruhu. Ten již nemá dostatečnou teplotu pro nabíjení teplejšího spotřebiče. Pokud k takové situaci dojde, nechá se primární okruh v provozu bez sepnutých sekundárních čerpadel. Po krátké době bez nutnosti přerušení dojde k navýšení teploty okruhu a lze zahájit ohřev teplejšího spotřebiče. Pokud by v době přepnutí čer-

padlo primárního okruhu zůstalo vypnuté, došlo by k nárůstu teploty v kolektoru také a jistě i rychleji, ale v celé části vratného potrubí by zůstala chladná kapalina o objemu několika desítek litrů ještě ze studeného spotřebiče. Po spuštění okruhu se tato kapalina nestihne v kolektoru ohřát, což vede ke skokovému snížení teploty na výstupu z kolektoru a vypnutí okruhu, v horším případě přepnutí zpět do studenějšího neprioritního spotřebiče a celý cyklus se pak opakuje – teplota v prioritním zásobníku neroste nebo jen velmi pomalu a naopak dochází k ohřevu neprioritního spotřebiče.

Další a navíc energeticky výhodnější možností je instalace takových oběhových čerpadel, jejichž otáčky lze regulovat například spojitým signálem. Doba těchto úsporných oběhových čerpadel však teprve přichází, na trhu se teprve teď začínají v širší míře objevovat regulátory s možností funkčního řízení průtoků solárních okruhů prostřednictvím „chytrých“ čerpadel.

Řízení dohřevu TV s ohledem na provozní stav solární soustavy

Aby byla zajištěna co nejvyšší využitelnost solární soustavy, je vhodné v některých aplikacích přihlídnout v řízení dohřevu TV k aktuálnímu stavu solární soustavy. Snížením teploty dohřevu dochází k monovalentnímu využití solární soustavy a úspory na spotřebě energie bivalentního zdroje tedy mohou být vyšší i přes skutečnost, že solární zisk není navýšen. Pro bytový dům je krátkodobé snížení teploty TV na stále ještě komfortní teplotu 40 až 45 °C možné, zvláště pokud uživatelé jsou obeznámeni, že v té chvíli za ohřev této vody téměř neplatí. Obvykle stačí pouze tento stav obyvatelům vysvětlit a hledisko nulových nákladů většinou zvítězí. V těchto případech nejsou na místě ani obavy z možného výskytu bakterií Legionell. Tato funkce trvá pouze několik hodin či pouze desítek minut, poté je již zajištěna běžná teplota TV, ať již ze solární soustavy, nebo z dohřevu, který regulátor zapíná hned, jakmile je jasné, že solární soustava není schopna požadovanou teplotu teplé vody svým výkonem zajistit.

Řízení cirkulace

Časové a teplotní řízení cirkulace již patří do standardního vybavení solárních regulací. Dobře se osvědčil teplotní formát řízení na komfortní a útlumovou teplotu v několika denních časových intervalech, ve kterém jsou možné i relativně velké úspory na ztrátách cirkulace v době, kdy jsou pouze minimální či nulové odběry TV v objektu, teplota vody v rozvodech se udržuje pouze na pohotovostních teplotách a s nižšími tepelnými ztrátami. Jedná se opět pouze o krátkodobé periody v řádu hodin, které by neměly mít výrazný vliv na hygienickou bezpečnost rozvodů vody v objektu.

Termická ochrana proti bakteriím

Normy u nás nejsou v tomto tak přísné, jako například u našich západních sousedů, pokud je ovšem systém přípravy teplé vody „zatížen“ různými teplotními útlumy, režimy snižováním teplot, apod., může v některých případech vzniknout požadavek na cyklickou termickou dezinfekci systému přípravy TV. Většina regulátorů je touto funkcí vybavena, většina však nedokáže s touto funkcí správně pracovat. Při termické dezinfekci je nutné ohřát celý systém přípravy TV. Řízení termické ochrany by mělo být logické a přizpůsobitelné většině běžných schémat zapojení. Jednoduchý postup, kdy se pouze sepe dohřev na vyšší teploty, obvykle účinnou termickou dezinfekci nezajistí. Správně naprogramovaná funkce začíná již od samotných teplotních čidel a dlouhodobých například týdenních záznamů teplot. Pokud byla solární soustava v provozu a všechna zvolená čidla dosáhla požadovaných teplot, funkce se nevyvolá. Pokud za celý týden nedosáhla některá zvolená čidla bezpečných teplot, zahájí se funkce sepnutím dohřevu na teploty okolo 65 °C. Po dosažení této teploty se začne dohřívací zásobník promíchávat se solární akumulací. Následně by mělo dojít i k sepnutí sekundárních solárních oběhových čerpadel, neboť zejména v zimním období může být v solárních výměnících delší dobu stále stejná voda o teplotě odpovídající teplotě vzduchu v technické místnosti. V případě, že se jedná o výměníkovou stanicí, mohou se tyto teploty pohybovat i okolo 30 °C – tedy v oblasti ideálních podmínek pro tvorbu bakterií legionelly. Na závěr je nutné spustit i cirkulaci. Zde může nastat komplikace

ce v podobě termostatického směšovacího ventilu na výstupu TV, který vyšší teplotu do rozvodu nepustí. Toto lze řešit jeho by-passem s motorickým ventilem, u větších objektů, kde se na směšování TV používají motorické ventily, regulátor teplotu ve stoupačkách automaticky navýší. Po dosažení dostatečné teploty v celém systému přípravy TV by měl systém ještě nějakou dobu na vyšších teplotách setrvat. Samozřejmě je potřeba dodat, že tato funkce, třeba jen v týdenních cyklech, podstatně zvyšuje spotřebu energie na dohřev, která je jistě v mnoha případech vyšší než úspory snižováním teplot dohřevu a cirkulace, kvůli kterým se funkce aktivuje. Je proto na projektantovi stanovit jaký režim je pro danou aplikaci úspornější. V systémech přípravy TV, kde je dohřev trvale nastaven na bezpečnou teplotu, nebývá obvykle funkce termické ochrany využita. Termická dezinfekce TV tak probíhá kontinuálně přímo v dohřevu.

STRATIFIKACE A MONOVALENTNÍ PROVOZ

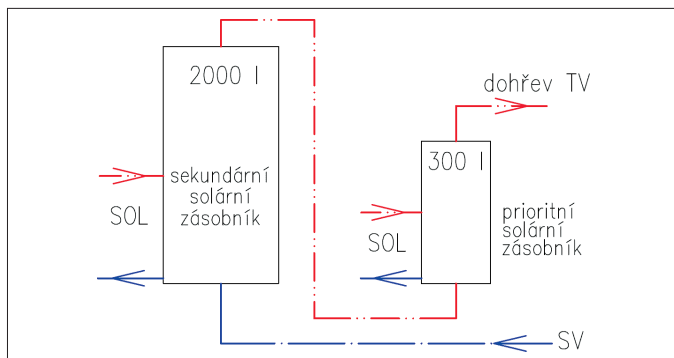
U většiny velkých solárních soustav je požadavek, aby při jejich provozu bylo možné co nejdříve vypnout dohřev (bivalentní zdroj) tím, že je určitá část objemu solárními kolektory rychle ohřátá na požadovanou teplotu (monovalentní provoz). Otázkou je, zda taková strategie vede či nevede ke snížení solárních zisků. Z praxe lze uvést pro srovnání dva příklady monitorovaných soustav. První soustava je zapojena jednoduše do paralelně zapojených zásobníků bez snahy o teplotní stratifikaci rozdělením objemu akumulace na několik sériově zapojených zásobníků, druhá je zapojena do kaskády zásobníků. Při rozběhu solární soustavy trvá první soustavě prakticky celý slunečný den, než dosáhne požadovaných teplot ve všech zásobnících, druhá dosáhne požadované teploty v prioritním zásobníku během druhé hodiny svého provozu a tuto teplotu je schopna postupným vracením se do tohoto zásobníku udržet a přitom je ještě schopna připravit zásobu teplé vody v neprioritních předřazených zásobnících. V prvním případě musí být k dispozici dohřev celý den, v druhém případě soustava pracuje v monovalentním provozu s tím, že její celodenní zisk může být vzhledem k potřebné vyšší teplotě prioritního zásobníku nepatrně nižší.

Využití monovalentního provozu bývá ve většině soustav standardem. Není však vždy jednoduché tohoto docílit a zajistit monovalentní provoz trvaleji. Pro lepší pochopení problému je dobré provést rozdělení na samotný rozběh solární soustavy a na následnou schopnost využití naakumulovaného tepla při večerních špičkových odběrech bez nutnosti sepnutí bivalence.

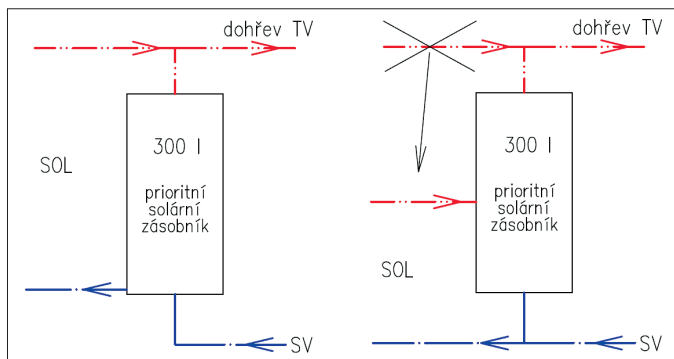
Rozběh soustavy

Existuje několik konceptů hydraulických zapojení, které umožní využití solární soustavy pro monovalentní provoz, většinou je nutné i spolupráce s vhodným regulátorem. Asi nejtypičtějším příkladem je kaskádové zapojení solárních zásobníků, kdy solární soustava rychle ohřeje relativně malý objem prioritního zásobníku, poté postupně přepíná do sekundárních zásobníků, kde solární teplo akumuluje. Jedná se o systém relativně jednoduchý, nároky na regulaci nejsou velké, je požadováno pouze logické přepínání mezi solárními zásobníky, obvykle je nutné i nějakým výše popsaným způsobem zajistit trvalejší provoz solárního okruhu bez cyklování (viz výše uvedené poznámky k řízení průtoku). Ideové řešení je znázorněno na obr. 4.

Efektivnější, avšak regulačně náročnější možností je směřování výstupu ze solárního výměníku přímo do výstupu ze solární akumulace (viz obr. 5). Zde je nutná přesná součinnost se solární regulací, která musí na výstupu ze solárního výměníku vždy zajišťovat minimální požadovanou teplotu TV, nejčastěji řízením otáček sekundárních oběhových čerpadel. Jelikož není solární výměník zapojen k odběru TV striktně paralelně, může docházet k protékání vody přes solární výměník i ve chvíli, kdy není solární soustava v provozu a je tedy obvykle nutné instalovat zónový ventil na sekundární okruh solárního ohřevu. Toto řešení je vzhledem k vyšší náročnosti



Obr. 4 Kaskádové zapojení solárních zásobníků pro využití monovalentního provozu



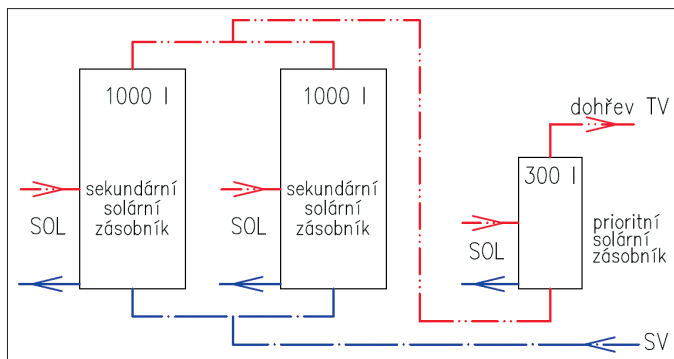
Obr. 5 Zásobník s přímým zapojením TV a SV do solárního výměníku

na regulátor používáno zatím spíše sporadicky, je v něm však možné spatřovat určitý potenciál do budoucna. Druhá varianta naznačená na obr. 5 je prakticky vyloučená, vzhledem k velkým výkyvům teplot přiváděné studené vody do solárního výměníku vlivem odběrů TV, není možné regulačně zajistit konstantní a dostatečnou teplotu výstupu TV z výměníku.

Využití naakumulovaného tepla

Pokud se úspěšně vyřeší rychlý naběh prioritního zásobníku na požadovanou teplotu (monovalentního provozu) solární soustavy, neznamená to, že se podařilo vyřešit také jeho dlouhodobější monovalentní využití i při vybíjení solární akumulace. Velkým problémem bývají špičkové odběry teplé vody ve večerních hodinách, které způsobují nechtěné promíchávání původně stratifikovaných solárních zásobníků s přiváděnou studenou vodou. Zásobníky, i když mají dostatečnou teplotu, aby dohřev nemusel být aktivován, se velmi rychle ochlazují a dohřev je nutné záhy sepnout. Relativně jednoduchým řešením je rozdělení neprioritního akumulčního zásobníku do několika menších (viz obr. 6).

Vysoký přítok studené vody do těchto zásobníků je rovnoměrně rozdělen a dostatečně snížen, aby nedošlo k jejich úplnému promíchání. Velice důležitá je v tomto případě konstrukce samotných zásobníků, zejména vstupu studené vody, jejich dimenze, umístění a vybavení některým typem de-



Obr. 6 Rozdělení neprioritních zásobníků pro zajištění teplotní stratifikace

VYUŽITÍ ENERGIE SLUNCE

Slunce Vám účet za dodanou energii nepošle!

fenzoru (hydraulické brzdy). Jelikož spolu úzce souvisí velikost solárního pole, velikost (počet) akumulačních nádrží a spotřeba TV, lze toto řešení aplikovat téměř univerzálně. Přispívají k tomu mnohdy i relativně nízké prostory pro instalaci solární akumulace, které nutí investory a firmy rozdělit solární akumulační objem do několika menších zásobníků. Většinou tak zůstává zachováno teplotní rozvrstvení, kdy podle výsledků monitoringu i v rámci několika výškových centimetrů může být teplotní rozdíl až 40 °C. Start bivalence je tak možné oddálit, pokud je solární soustava navržena na celé pokrytí potřeby energie na přípravu teplé vody, může zásoba teplé vody o dostatečné teplotě vydržet až do druhého dne. Jak již bylo řečeno výše, udržení teplotní stratifikace při vybíjení akumulace podstatně zlepšuje vhodné umístění vstupů studené vody do zásobníků a jejich osazení různými defenzory, omezující rychlost vstupu SV do zásobníku a přesměrování proudění na horizontální – tangenciální. Příklad vstupů na uvedených ideových schématech (obr. 4,5,6) lze považovat za nejhorší možné řešení, které naštěstí většina sériově vyráběných solárních zásobníků TV nepoužívá.

ZÁVĚR

Velkoplošné solární soustavy jsou specifické aplikace, ke kterým je nutné přistupovat vždy individuálně, zejména ve fázi projektování. Daleko více a efektivněji se zde využívají speciální funkce solárních regulací, které umožňují optimalizovat provoz soustavy. Vzhledem k relativně vysokým ročním solárním ziskům a související úspoře provozních nákladů, která se pohybuje v řádech desítek a několik set tisíc korun, se vždy vyplatí alespoň základní sledování soustavy. Každé procento dodatečných úspor znamená dodatečný zisk v řádech tisíců korun.

To samé platí i opačně, jakákoliv malá chyba nebo opomenutí může znamenat obdobné finanční ztráty. S postupným rozvojem velkoplošných solárních soustav a vývojem solárních regulátorů bude nasazování monitoringů častější. Základní monitoring solární soustavy jsou schopny zajistit už i regulátory v cenové hladině do 10 000 Kč.

Kontakt na autora: stanislav.nemec@regulus.cz

Společnost Panasonic otevřela v Praze nové centrum

Společnost Panasonic otevřela 11. 4. 2013 v Praze nové tréninkové a vzdělávací centrum divize Heating & Cooling Systems. PRAGUE TRAINING CENTRE bude sloužit jako školicí středisko pro partnery Panasonic, věnující se instalaci klimatizační techniky a tepelných čerpadel i jako showroom pro zákazníky. Pražské školicí středisko poskytne zázemí nejen pro školení a technickou podporu partnerů z oblasti klimatizací a vytápění, ale bude sloužit rovněž jako předváděcí centrum dostupných technologií, nabízeného produktového portfolia i prezentaci novinek.

Na ploše 180 m² najdou partneři a zákazníci zástupce klíčových produktových řad klimatizací a tepelných čerpadel i doplňkové vybavení. Plánované akce zahrnují školení a semináře věnované návrhům a práci se specializovaným softwarem, technická školení projektových partnerů, trénink a školení věnované zprovoznění instalovaných jednotek apod. Zkrátka nepřijdou ani koncoví zákazníci, kteří budou mít možnost centrum navštívit po předchozím objednání.

„Zahájením činnosti Prague Training Centre udělal Panasonic další krok ve svém programu zlepšování péče o zákazníky a partnery. Zároveň jde o potvrzení naší stálé expanze v rámci českého trhu a důležitosti, kterou Panasonic Europe přikládá česko-slovenskému trhu.“ říká Kazutoshi Watanabe (Country Manager, Central and South-East Europe; PAPAEU).

(VZ)

Vytápění, větrání, instalace 3/2013

NECHTE SLUNCE USPOŘIT až 50 % NÁKLADŮ NA OHŘEV TEPLÉ VODY



Solární systém na bytovém domě
v Rajhradě



Solární systém pro aquapark
v Ostravě

CESTA K REALIZACI VELKOPLOŠNÉHO SOLÁRNÍHO SYSTÉMU KROK ZA KROKEM

- První kontakt se zákazníkem - seznámení s postupem realizace
- **Dotazník** pro zpracování studie - www.regulus.cz/bd
- **Studie** s vyčíslením bilance systému, návštěva technika (zdarma)
- Objednání **projektové dokumentace**
- Projektová dokumentace včetně statického posouzení uchycení kolektorů
- **Smlouva o dílo**
- **Realizace**



Solární systém na bytovém domě v Praze

Regulus

Úsporné řešení pro vaše topení

| www.regulus.cz | poptavky@regulus.cz | tel.: 241 764 506 |
Dotazník můžete vyplnit on-line na www.regulus.cz/bd