

Ing. Josef Schröttner

Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE
Institut für Nachhaltige Technologien
Pracovní společenství pro obnovitelné zdroje energie
A8200-Gleisdorf, Feldgasse 19
Tel.: +43-3112-5886-23, Fax: +43-3112-5886-18
e-mail: s.schroettner@aee.at, Internet: <http://www.aee.at>

Solární soustavy pro velké spotřebitele

Nasazení standardních termických solárních kolektorů se nabízí všude tam, kde je zapotřebí teplo v nízkoteplotní oblasti. Jsou to domy pro více rodin, domovy důchodců, hotely, atd., jednak pro přípravu teplé vody, tak i pro vytápění místností. Nasazení soustavy termických solárních kolektorů jmenovaným spotřebitelům především pro ohřev vody je výhodné, protože spotřeba teplé vody je v průběhu roku téměř konstantní a v letním pololetí lze očekávat největší nabídku energie ze Slunce.

1. Solární soustavy pro velké spotřebitele

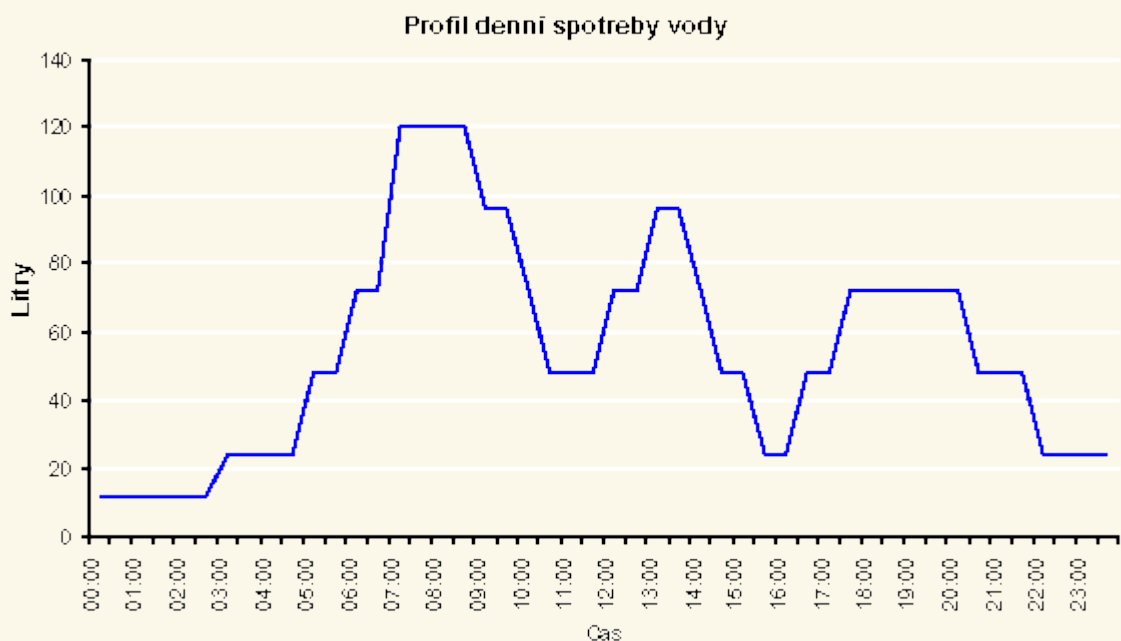
Spotřeba vody je jednou z rozhodujících veličin pro dimenzování solární soustavy a proto je zvláště důležité ji zjistit co možná nejpřesněji. Průměrná spotřeba na osobu a den obnáší v obytných budovách s více rodinami průměrně 30 litrů vody o teplotě 60°C. Tato empirická hodnota byla stanovena četným měřením a kryje se také s údaji z příslušné odborné literatury. Spotřeba teplé vody závisí v podstatě, ale nikoliv výhradně, na počtu osob. Nezanedbatelnou roli hrají životní standard, stáří, povolání, roční období aj. jakož i způsob odečtu spotřeby užitkové vody (zda je instalován vodoměr, nebo propočet vychází velikosti obytné plochy). Již orientační hodnoty z literatury (Recknagel, et al., 1995) vykazují velké rozdíly denní spotřeby.

	Spotřeba teplé vody na den a osobu o teplotě 60°C
nenáročné požadavky	10 – 20 l
vyšší požadavky	20 - 40 l
nejvyšší požadavky	40 – 80 l

Obr. 1: Denní spotřeba vody v bytech

2. Spotřební profil

Vedle stanovení denní spotřeby je pro simulaci a dimenzování zvláště důležité definovat spotřební profil soustavy. Rozhodující pro dimenzování soustavy teplé vody v domě pro více rodin není jen denní spotřeba, ale špičková spotřeba, kdy se projeví odběr u mnoha paralelních spotřebitelů najednou. V tuto dobu činí potřebný výkon pro ohřev vody násobek potřebného výkonu pro vytápění místností. V praxi bývají špičkové výkony zachyceny zásobníky teplé vody.

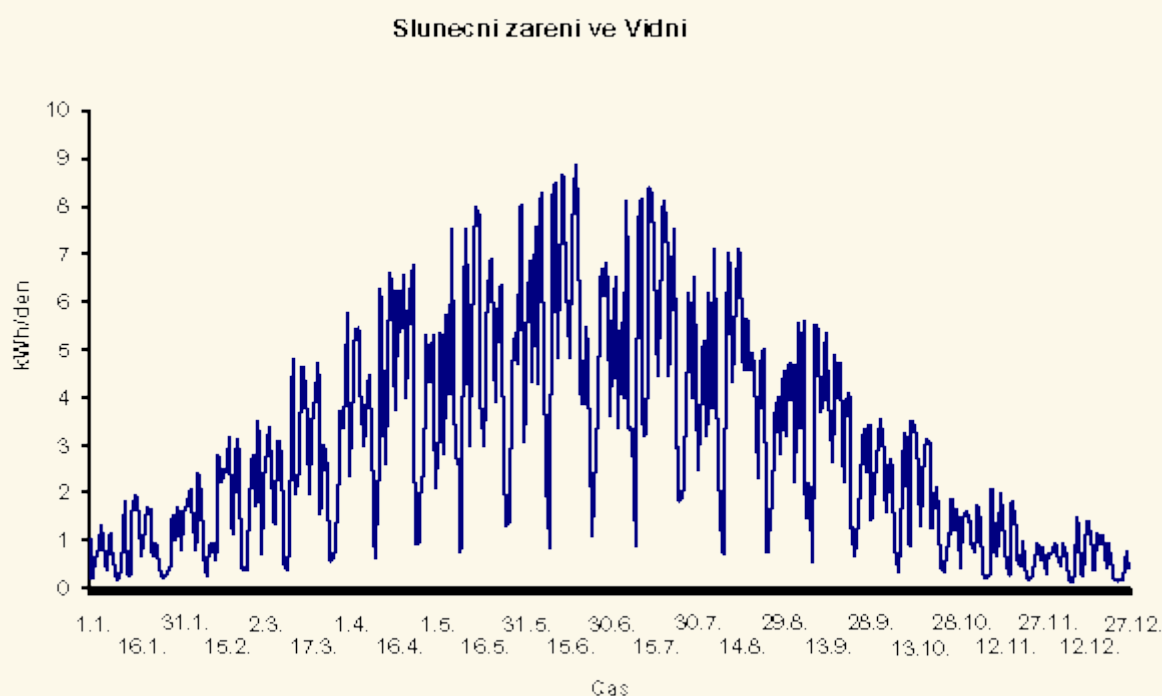


Obr. 2: Profil spotřeby teplé vody typického domu s 30 byty

V obr. 2 jsou zřetelné 3 spotřební špičky (ranní, polední a večerní) s rozdílnými maximálními hodnotami v průběhu dne. Zázornění platí pro pracovní den.

3. Klimatická data

Celkové hodnoty globálního záření, dopadajícího ročně na horizontální plochu, jsou znázorněny na obr. 3. Zřejmý je relativně vysoký podíl záření v průběhu letního půlroku. Zřetelně rozeznatelné je i značné kolísání hodnot záření ve dnech a týdnech



Obr. 3: Hodnoty globálního záření pro stanoviště Vídeň

4. Umístění kolektorových ploch

4.1 Integrace do střechy

Na šikmých střechách mají být kolektorové plochy integrovány do střešního pláště jako plocha odvádějící vodu. Pokud je to možné, mají být kolektorové plochy a přípojky umístěny tak, aby byly přívod a zpátečka do technického prostoru v domě co nejkratší a tím se omezily zbytečné tepelné ztráty z dlouhého potrubí.



Obr. 4. Integrace velkoplošných kolektorů do střechy

Ploché kolektory, integrované do střechy, představují nejen opticky pohledný, ale i zvláště cenově příznivý způsob montáže. Při tomto způsobu vestavby se stává kolektorová plocha součástí konvenční šikmé střechy a zároveň plní i funkci střešního krytí, odolného vlivům počasí.

4.2 Osazení kolektorů na stojanech

Obvykle jsou solární kolektory na plochých nebo pultových střechách osazeny na hliníkových nebo ocelových stojanech. Má-li být řazeno více kolektorových polí za sebou, musí být mezi nimi dodržen jistý odstup. V zimních měsících s relativně plochým dopadem záření Slunce má docházet pokud možno k malému zastínění. Nosné konstrukce se upevní buď na konzolách, nebo na betonových blocích. Aby se omezilo vzájemné zastínění za sebou postavených kolektorů, měly by být především uspořádány v řadě.



Obr. 5: Solární kolektor s úhlem sklonu $\sim 60^\circ$ postavený na konstrukci na střeše fotbalového stadionu

5. Koncepty hydrauliky termických solárních soustav pro domy s více rodinami

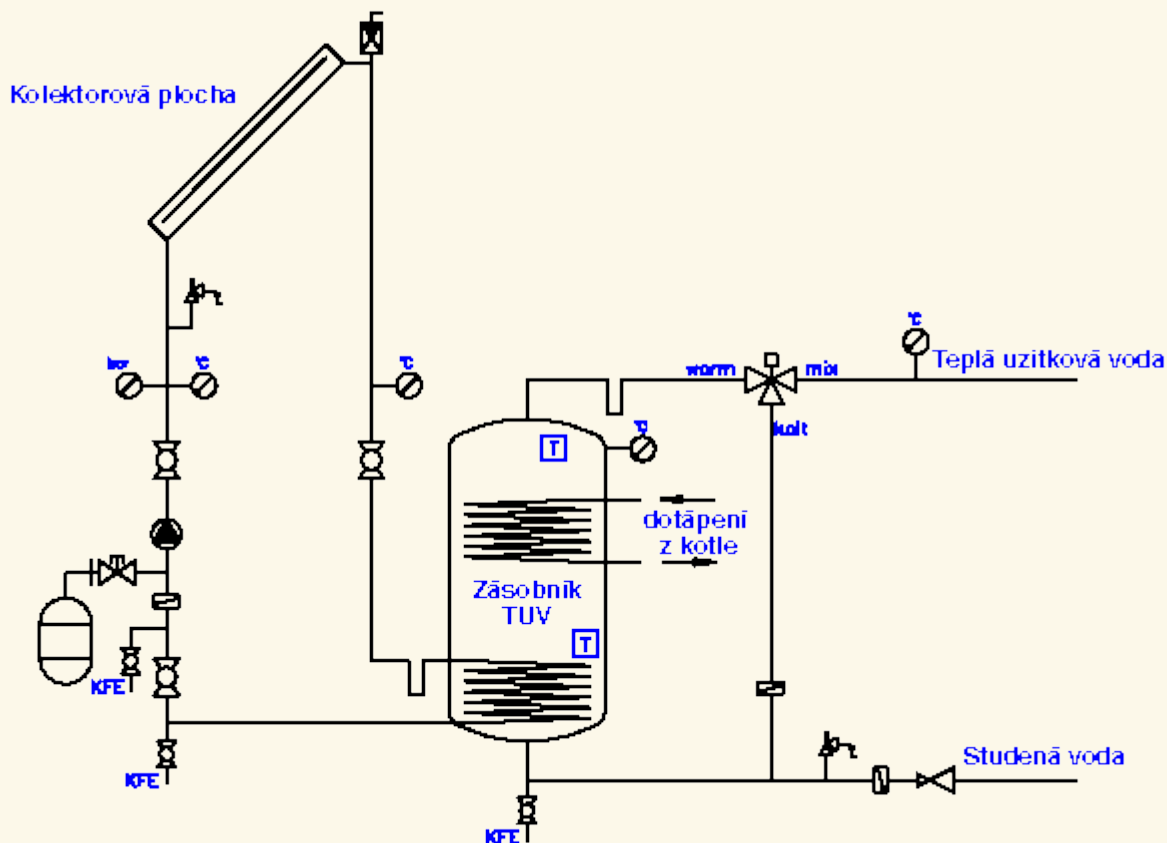
Všeobecně mohou být systémy zásobování teplem kategorizovány podle:

5.1 Velikosti systému

Velikost systému (plocha kolektorů a objem zásobníku) je určována spotřebou (počtem zásobovaných bytových jednotek, případně počtem osob) a předpokladem docílení požadovaného solárního pokrytí spotřeby.

5.2 Způsobu akumulace energie

Uložení energie, tedy její akumulace, může být prováděno buď v jednoduchém ocelovém nebo vyrovnávacím zásobníku (zde probíhá akumulace energie trvale v médiu, které se nemění), nebo v zásobníku teplé vody (kde dochází k ukládání energie do stále obměňované pitné vody, jak představuje obrázek 6).



Obr. 6: Princip solární přípravy teplé vody s dohříváním v nejvyšší oblasti zásobníku teplé vody

5.3 Způsoby provozu solární soustavy (Low-Flow - High-Flow)

Provoz soustav pro rodinné domy o obvyklém uspořádání a velikosti, má probíhat v principu Low-Flow (nízký průtok). Z provozu Low-Flow vyplývají ze specificky nízkých průtoků i menší průměry potrubí, menší potřebné výkony čerpadel a díky menším povrchům potrubí i redukované tepelné ztráty. Použití menšího množství materiálu vede pak i k redukci ceny systému. Optimální doplnění Low-Flow systémů pak představují tzv. vrstvicí (stratifikační) nabíjecí systémy. Tyto systémy zavádí přívod vody v závislosti na její teplotě a teplotních vrstvách v zásobníku do té vrstvy v zásobníku, která svou teplotou nejlépe odpovídá teplotě přiváděné vody. Vrstvicí nabíjecí systémy, nabízené trhem, je možno zásadně rozdělit do dvou skupin:

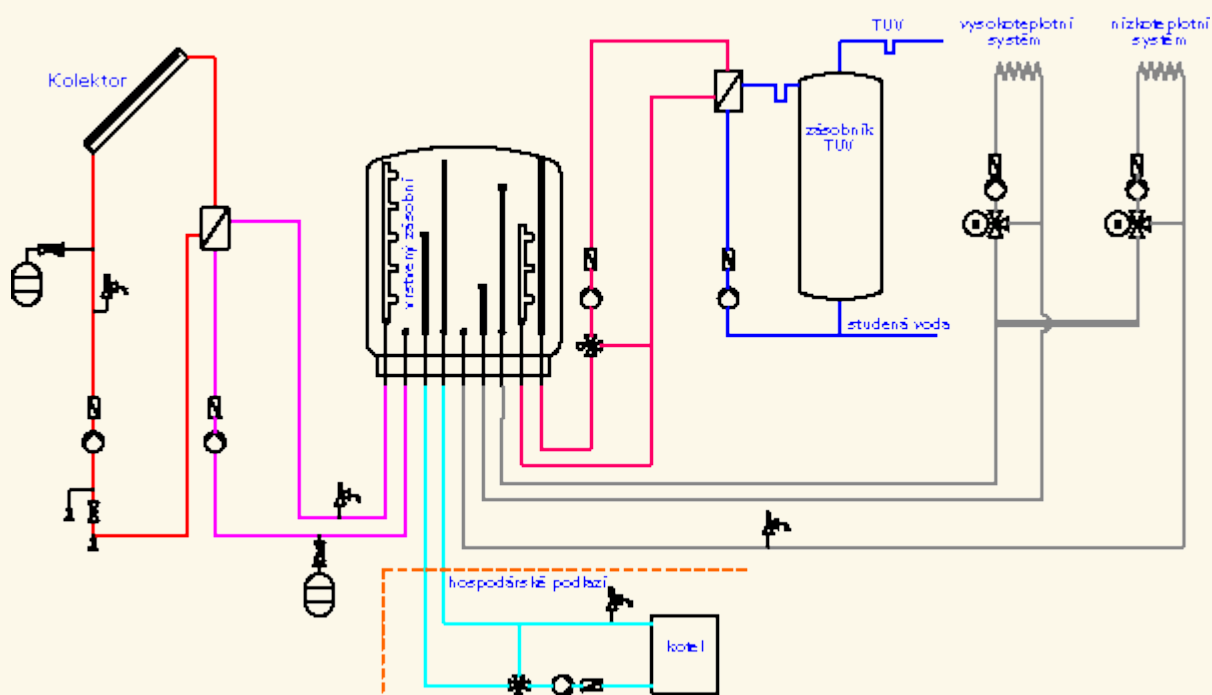
- samoregulační systémy, které využívají specifickou hmotnost kapalného média, závislou na teplotě (většinou systémy s klapkami)
- elektronicko-mechanické řízené systémy (systémy ventilů)

Samoregulační systémy dovolují řízení se zcela malým rozdílem hydraulického tlaku a obejdou se do značné míry, podle druhu a konstrukce vrstvicího nabíječe, bez komponent náchylných k závadám. U elektronicky -mechanického nabíjení vrstev umožňuje ventil solární soustavě přinejmenším druhou možnost ukládání tepla v zásobníku. Podle potřeby mohou být na výšku zásobníku rozmístěny další ventily za obdobných kritérií regulace. Předností elektronicko-mechanické varianty je možnost použití běžných, na trhu nabízených zásobníků na teplou vodu nebo vyrovnávacích zásobníků.

5.4 Systémy s jedním zásobníkem a více zásobníky)

Aby bylo možno energii z kolektorů krátkodobě akumulovat, je k tomu potřebný objem zásobníku, dimenzovaný úměrně velikosti kolektorové plochy. Jako všeobecně nevýhodné se prokázaly koncepty více zásobníků (zásobníkové baterie), jedno zda v provedení jako zásobníky teplé vody, nebo vyrovnávací zásobníky. Vzhledem k nepříznivému poměru velikosti objemu k ploše pláště se vyskytují větší tepelné ztráty oproti systému s jedním zásobníkem. Dále jsou plášťové izolace, běžné na trhu, s ohledem na jejich tloušťku a izolační vlastnosti energeticky nesrovnatelné s izolací, přizpůsobenou jednotlivému zásobníku. Také náklady na izolaci z minerální vlny, sestavenou na míru na místě, jsou ve srovnání s izolací z hotových tvrdých pěnových desek výrazně nižší. Vedle zvýšených nároků na pracnost hydraulického propojení jednotlivých zásobníků, což zase zvyšuje více-náklady, způsobují přípojky na bateriích zásobníků (musí se provést prostupy izolacemi) další tepelné ztráty.

Jako velmi efektivní a nákladům příznivé se ukázaly systémy se dvěma zásobníky, zřejmé z obr. 7. U těchto konceptů soustavy je vlastní zásobník teplé vody dimenzován jako pokud možno malý a slouží jen k pokrytí špičkové potřeby. Získaná solární energie není pak ukládána do tohoto zásobníku teplé vody, ale do jednoduchého, z hlediska nákladů výhodného vyrovnávacího zásobníku. Napojení konvenčního dohřívání následuje v horní oblasti vyrovnávacího zásobníku. Tím je zajištěno v každé době krytí špičkové potřeby. Vyrovnávací zásobník může být v době, bohaté na sluneční záření, vyhřát kolektory až na 90°C. Naproti tomu zásobník teplé vody bude vzhledem k potlačení nánosů vápníku a růstu Legionel, nabíjen přes deskový výměník z vyrovnávacího zásobníku na konstantních 55°C.



Obr. 7: Princip solární soustavy pro přípravu teplé vody a podporu vytápění s dohříváním kotlem na štěpku v nejhořejší oblasti vyrovnávacího zásobníku

5.5 Zapojení na dohřívání

Při rozlišení hydraulických koncepcí musí být brán v úvahu i konvenční způsob dohřívání. Konkrétně může dohřívání probíhat v pohotovostním zásobníku, v

zásobníku energie, nebo v průtočném způsobem.

5.6 Způsob uplatnění

Má se být zvážit, zda budou solární zisky uplatněny mimo ohřevu vody také k přitápění, resp. podpoře vytápění.

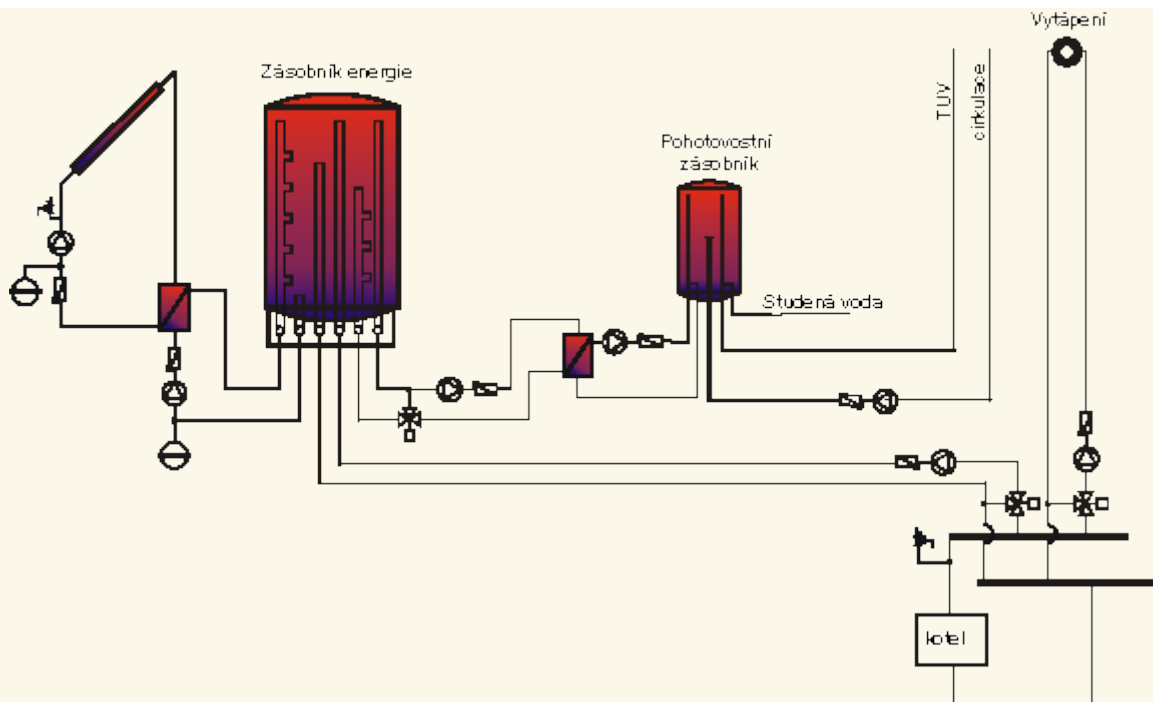
5.7 Počet rozdělovacích potrubí pro teplou vodu a teplo pro topení

V závislosti na způsobu ohřevu vody (centrální - decentrální, úroveň teploty) se vyskytují sítě s různým počtem rozvodných potrubí. Tyto koncepty se dají v podstatě rozdělit na sítě 2 nebo 4 trubkové.

5.7.1 Čtyřtrubkové sítě

Jako „čtyřtrubkové sítě“ se označují koncepty s rozvodnými systémy, které mají vedle přívodního potrubí a zpátečky pro vytápění také ještě dvě (nejčastěji) potrubí pro rozvod teplé vody (rozvod teplé vody a cirkulační vedení). Teplá voda je oběhovým čerpadlem vedena přes hlavní rozvody až krátce před odběrná místa a pak „cirkulačním potrubím“ dimenzovaným pokud možno na malý průměr vedena zpět k zásobníku. Tím se udržuje rozvodná síť trvale na potřebné teplotě. Ztráta tepelné energie v cirkulačním potrubí může být ovšem velmi velká. Podle způsobu provozu, teploty, délky potrubí, obíhajícího množství a jakosti izolace vyskytují se ztráty od 20 až přes 100% vlastní energie teplé vody. Tyto tepelné ztráty představují největší nevýhodu čtyřpotrubní sítě. Ukládání (akumulace) energie spočívá v tomto systému prostřednictvím topné vody v konvenčním ocelovém zásobníku. To přináší u větších soustav z hlediska nákladů výhodnější ceny zásobníků a tím menší systémové náklady. U čtyřpotrubních systémů s topnou vodou jako médiem pro zásobník energie vyplývá zpravidla ohřev vody přes tepelný výměník ve spojení s malým zásobníkem teplé vody jako pohotovostním zásobníkem.

Možnost zapojení dohřívání do systému je ukázána na obr. 8. Zde je cenově výhodný vyrovnávací zásobník dimenzován větší o pohotovostní zásobník, který je dohříván v přerušovaném provozu (tak zvaným taktováním).

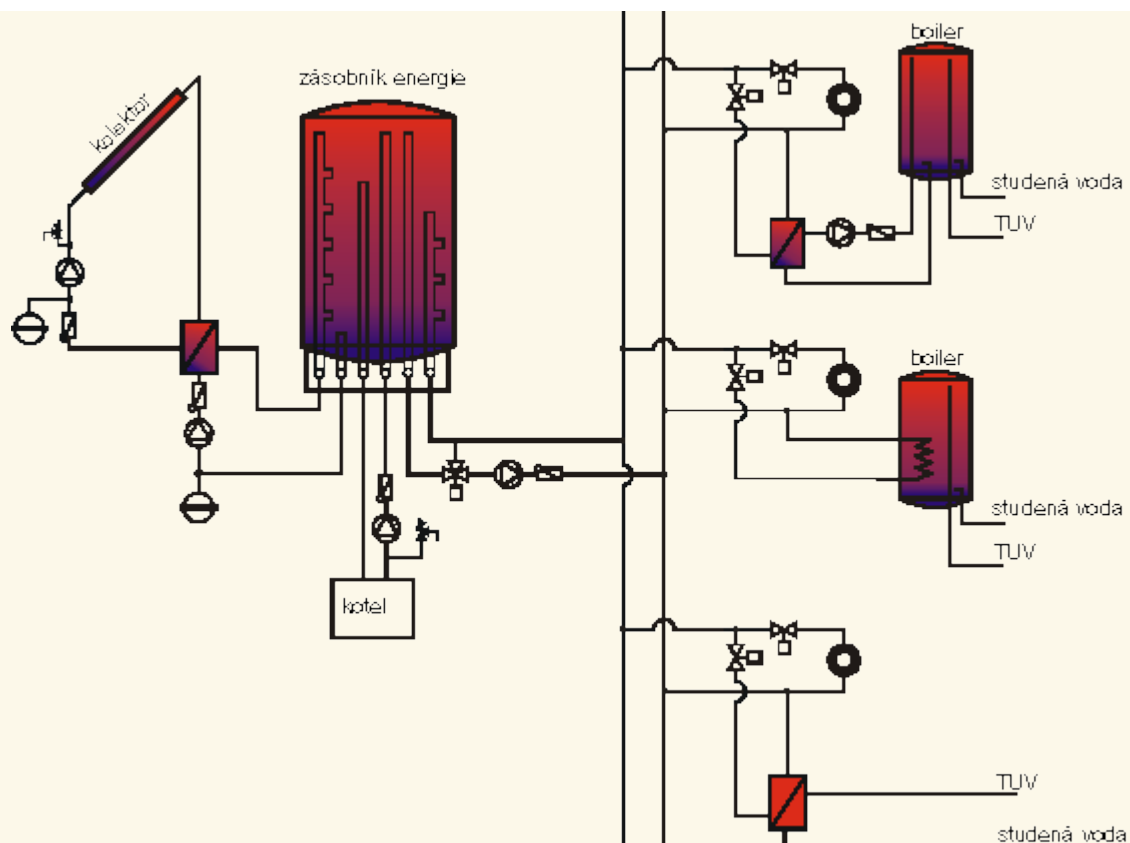


Obr. 8: Čtyřpotrubní rozvod s centrálním zásobníkem a pohotovostním zásobníkem v principu nabíjení zásobníku a dohříváním v zásobníku energie. Použití: Solárně podporovaný ohřev při přípravě teplé vody

Pohotovostní zásobník se nabíjí v přerušovaném provozu (taktování) stálým nabíjecím průtokem. Tím dochází během nabíjecího postupu k teplotám zpátečky, něco nad teplotami studené vody.

5.7.2 Dvoutrubková síť

Jako dvoutrubková síť se označují koncepty s rozvodným systémem, který pro přípravu teplé vody a zajištění tepla pro vytápění vystačí s jedním párem potrubí. Výrazný rozdíl oproti čtyřpotrubní síti spočívá v tom, že ohřev teplé vody probíhá decentrálně a na základě kvality systému je možno solární zisky použít pro ohřev vody a podporu vytápění. Na obr. 9 je vidět dvoupotrubní síť se třemi různými možnostmi pro decentrální ohřev teplé vody. Dvoupotrubní sítě s decentrálními zásobníky teplé vody mohou být výhodně použity všude tam, kde převažuje malá hustota odběru, vztažená na délku potrubní sítě (řadové domy). Zde se musí v letních měsících bez decentrálních zásobníků celá rozvodná síť teplé vody držet na potřebné teplotě, což vede k značným ztrátám v síti potrubí.



Obr. 9: Dvoupotrubní síť s centrálním zásobníkem energie a decentralním ohřevem teplé vody (různé varianty)

Použití: Solárně podporovaný ohřev při přípravě teplé vody

Pro relativně vysoké náklady, způsobené použitím decentralního zásobníku, ukazuje se při vyšších odběrových hustotách (konvenční stavby pro více rodin) z hlediska nákladů příznivější alternativou průtočný systém bez zásobníku. V posledních letech se pro výstavbu domů s více rodinami prosadily v kombinaci se solárním systémem tak zvané bytové předávací stanice. Na obr. 10 je zobrazena jako příklad bytová stanice (bez krytu).



Obr. 10: Příkladná ukážka bytové stanice s tepelným výměníkem, regulačními prvky a měřičem tepla

Překlad: Solar info klub Ostrava, 17.11.2003: Struška / Kramoliš