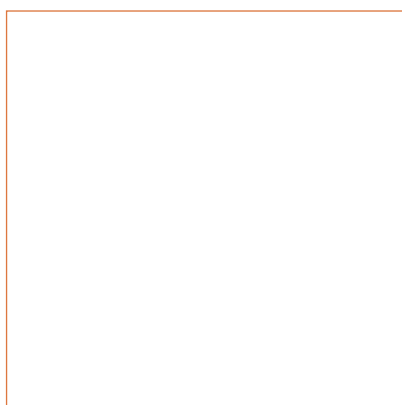




SPRÁVNÁ INSTALACE TEPELNÉHO SOLÁRNÍHO ZAŘÍZENÍ



Hungarian Copper Promotion Centre

Vydavatel české verze:
Hungarian Copper Promotion Centre
(HCPC)
Středisko mědi
1053 Budapešť, Képiró u.9., Maďarsko
tel.: +36 1 266 48 10
fax: +36 1 266 48 04
mobile: +36 30 9827 113
e-mail: hcpc@hcpcinfo.org
www.medportal.cz

Kontakt v ČR:

Ing. Mojmír Kelča, partner HCPC
– překlad a odborná korektura
Jírovcova 16
623 00 Brno
Tel/fax: 547 382 984
e-mail: kelca@medportal.cz

Zpracováno podle německého originálu,
který vydal:

Německý institut mědi (Deutsches
Kupferinstitut)
Informační a poradenská organizace pro
používání mědi a slitin mědi

Am Bonneshof 5
D 40474 Düsseldorf
Telefon: + 49 211 4 79 63 00
Telefax: + 49 211 4 79 63 10
info@kupferinstitut.de
www.kupferinstitut.de

Koncepce a úprava:
Solarpraxis AG
www.solarpraxis.de
2006

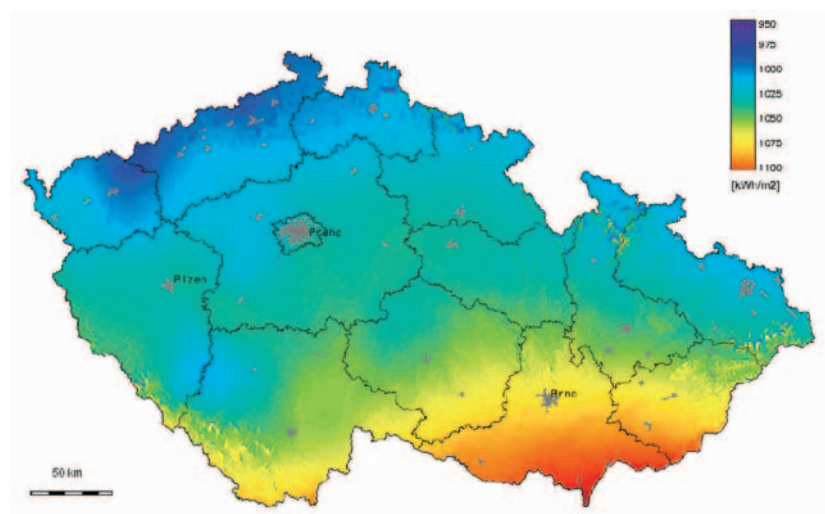
1. vydání 2009

Všechna práva, i práva na přetisk výňatků
fotomechanickou nebo elektronickou
reprodukcí, vyhrazena.

Děkujeme ICA (International Copper
Association, New York) za podporu při
vydání české verze tohoto informačního
materiálu.

Obsah:

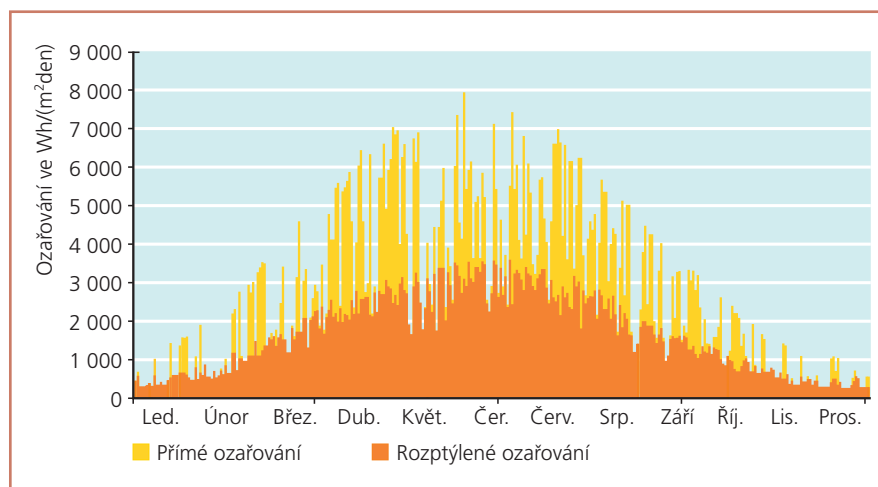
1.	Úvod	2
1.1	Potenciál pro instalace	2
1.2	Slunce jako zdroj energie	2
2.	Funkce a použití tepelného solárního zařízení	3
2.1	Jak funguje tepelné solární zařízení?	3
2.2	Oblast použití tepelného solárního zařízení	4
2.2.1	Solární ohřev pitné vody	4
2.2.2	Podpora vytápění	4
2.2.3	Ohřev vody na koupalištích	5
2.2.4	Proces výroby tepla	5
3.	Komponenty tepelného solárního zařízení	6
3.1	Jaký kolektor pro který případ osazení?	6
3.2	Osazení bazénového absorbéru	6
3.3	Osazení plochého kolektoru	6
3.4	Osazení vakuového trubicového kolektoru	6
4.	Projektování a dimenzování tepelného solárního zařízení	7
4.1	Pokyny k dimenzování solárního zařízení	7
4.2	Solární zařízení jen směrem na jih?	7
4.3	Prozíravé dimenzování: nezbytnost	7
4.4	Volba jednoduchého návrhu zařízení	8
4.5	Zásobník	8
4.5.1	Zásobník pitné vody	8
4.5.2	Vyrovňovací zásobník	8
4.5.3	Kombinovaný zásobník	8
4.6	Okruh kolektoru	9
4.6.1	Tlak a teploty v kolektoru a v kolektorovém oběhu	10
4.6.2	Odpařování v kolektorovém poli	11
4.7	Expanzní nádoba, čerpadla a armatury v kolektorovém obvodu	11
4.7.1	Expanzní nádoba	11
4.7.2	Armatury	12
4.7.3	Čerpadla	13
4.8	Teplonosné médium	13
4.9	Regulace	14
4.9.1	Regulace jednozásobníkových systémů	14
4.9.2	Regulace dvozásobníkových systémů	14
4.9.3	Regulace systémů s kombinovaným zásobníkem	15
5.	Montáž a instalace tepelného solárního zařízení	16
5.1	Instalační komponenty	16
5.1.1	Měděné trubky	16
5.1.2	Tvarovky	16
5.1.2.1	Tvarovky ke kapilárnímu pájení	16
5.1.2.2	Lisované spoje	16
5.1.2.3	Svěrné spoje	17
5.2.	Pájky a tavidla	17
5.3	Přípravné a spojovací techniky	18
5.4	Tepelná roztažnost	18
5.5	Uchycení rozvodu	18
5.6	Montáž mědi v uzavřených zařízeních ke komponentům z jiných materiálů	18
6.	Uvedení do provozu a údržba tepelného solárního zařízení	19
6.1	Tlaková zkouška a proplach zařízení	19
6.2	Zaplnění okruhu kolektoru	19
6.3	Seřízení průtoku zařízením	19
6.4	Přezkoušení solární regulace	20
6.5	Odvzdušnění okruhu kolektorů	20
6.6	Uvedení do provozu, údržba a odběr	21
6.7	Životnost a znečištění kolektorů	21
7.	Dodatek	22
7.1	Normy a pracovní předpisy	22
7.2	Odkazy a seznam literatury	23
7.3	Kontrolní seznamy k doplnění podkladů výrobců, protokolů údržby	25
	Uvedení do provozu – Předávací protokol	26



Obr. 1 Roční sluneční vyzařování na jednotku horizontální plochy v České republice v kWh/m²

Prosklené kolektory stav 2005	Celkově nainstalovaná plocha v milionech m ²	Celkově nainstalovaná plocha v m ² / 1000 obyvatel
Německo	6,72	80
Rakousko	2,34	300

Tabulka 1: Instalace plochy celkově prosklených kolektorů u našich sousedů, stav v r. 2005



Obr. 2 Průřez denním ozařováním na jednotku horizontální plochy, grafika: Solarpraxis AG.

1.1 Potenciál pro instalace solárních zařízení

Úvod

Trh se solárně tepelným zařízeními je tohoto času největším rostoucím trhem. Každoročním růstem v této skupině o 20 % a více získává tento obchod stále více na významu. K těmto mimořádným výsledkům vedou dvě fakta:

1. K solárnímu ohřevu pitné vody je v České republice zapotřebí asi 1 až 1,5 m² plochy kolektoru na osobu. Pro 10,3 milionů obyvatel to znamená potřebu nainstalovat plochu přibližně 10,3 až 15,4 milionů čtverečních metrů kolektorů.
2. Odhaduje se, že k možnému použití je asi 80 milionů čtverečních metrů existujících střech. Každoročně na této ploše přibude asi 0,1 milionu čtverečních metrů plochy, vhodné pro využití solárními kolektory. Samotné využívání solární energie v České republice sice nestojí na samém začátku, ale má k dispozici stále rostoucí potenciál svého uplatnění.

Tyto poznatky jsou důležité z toho pohledu, že je zde příležitost pro nasazení této technologie, která je velmi zajímavá pro naše zákazníky, zejména proto, že chrání životní prostředí v širokém okolí.

1.2 Slunce jako zdroj energie

Slunce vysílá ve 20 minutách k Zemi tolik energie, kolik spotřebuje lidstvo za 1 rok. Na samotnou plochu České republiky vyzáří Slunce víc než 100 násobek výkonu všech spotřebičů, zde nainstalovaných. Solární energie je největším a nejjistějším zdrojem energie k volnému použití. Postavíme-li 1 m² plochu kolmo k slunečnímu záření, můžeme přijmout výkon až do 1 000 W.

Ale i při zamračené obloze připadne na 1 m² více jak 100 W. Na 1 rok spočítáno znamená to, že Slunce na 1 m² horizontální plochy v České republice vyzáří 950 až 1 200 kilowatthodin za rok.

2. Funkce a použití tepelného solárního zařízení



Ve srovnání s pouštní oblastí na rovníku dostaneme, že tam je možno získat z jednoho čtverečního metru 2 200 kilowathodin za 1 rok, což je asi dvojnásobek energie k volnému použití. Česká republika je v podstatě celá bohatá na slunce. V porovnání – 1 litr topného oleje má výhřevnost okolo 10 kilowathodin – což představuje okolo 100 litrů topného oleje na čtvereční metr, který nám dodá v České republice Slunce.

Solární energie, která je k dispozici kolísá v širokém rozsahu v závislosti na ročním období. Střední denní hodnota slunečního záření může být v létě více jak 5 krát vyšší než v zimě. Ale i v zimě za jasného dne můžeme denně průběžně získat 3 až 4 kilowathodiny z jednoho čtverečního metru.

U moderních kolektorů je odevzdaný výkon téměř nezávislý na teplotě okolí. Trh nabízí širokou paletu vysoce kvalitních kolektorů a systémů pro rozdílné široké využití jak k ohřevu pitné vody, podporu vytápění, ohřev vody v bazénech a doplňkový zdroj tepla. Při procesu ohřevu je také dosahována zvláště vysoká teplota, kterou je možné využít pro technické procesy a rozvod v průmyslu. Patří k tomu praní, oplachování, sušení, desinfikování.

2.1 Jak funguje tepelné solární zařízení?

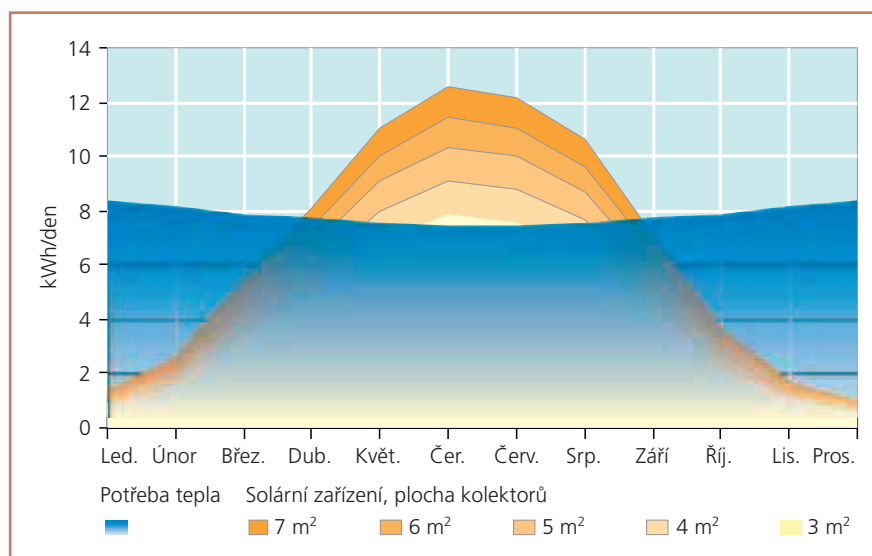
Srdcem tepelného solárního zařízení je kolektor. Plochý kolektor (obr. 6.1) široce rozšířil svůj sortiment provedení kolektorů, pozůstávajících ze selektivních měděných absorberů, pokrytých absorpční vrstvičkou. Absorbér slouží k absorpci („přijímání“) dopadajícího slunečního záření a jeho přeměnu v teplo.

K minimalizaci tepelných ztrát je tento absorber umístěn do tepelně izolované skříně s transparentním zakrytím. Je stanoveno, že toto zakrytí musí být provedeno z bezpečnostního skla. Hlavní součástí vakuové trubicového kolektoru (obr. 6.2) jsou vakuové trubice. Do větší skleněné trubice, na druhém konci zatavené, je usazena trubice menšího průměru, také na druhém konci zatavená. Mezi nimi se nachází vysoké vakuum. Na povrch vnitřní skleněné trubice je nanášena absorpční vrstva, která absorbuje přímé záření a také záření odražené

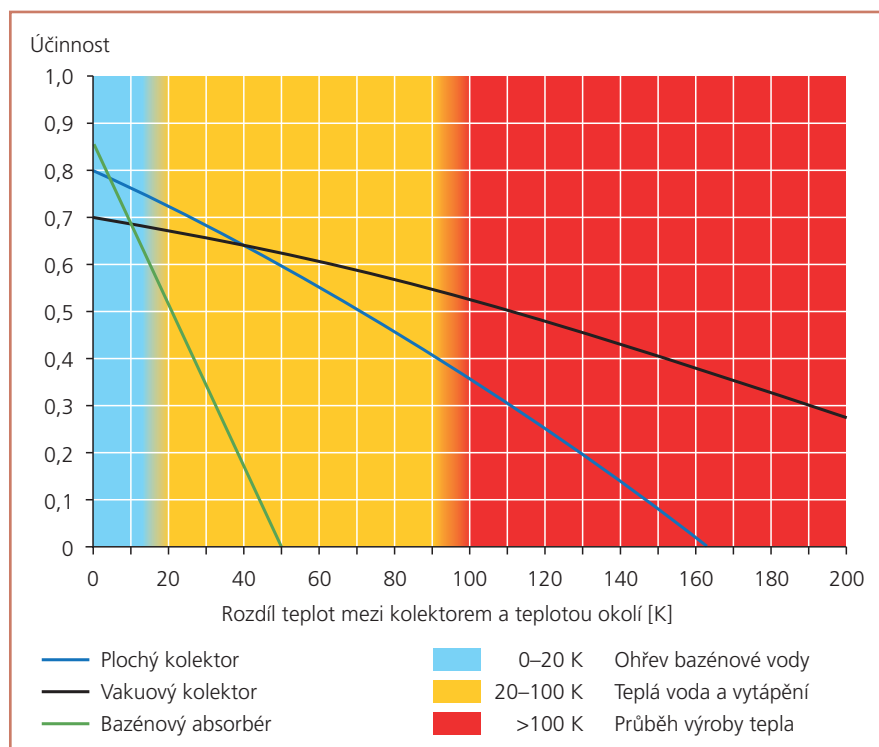
od zrcadel CPC. Velmi dobrá vakuová izolace trubice a zrcadlo CPC (Compound Parabolic Concentrator) koncentrující sluneční záření, předurčují vakuový trubicový kolektor k použití, při kterém se požadují vysoké výstupní teploty při nízkých okolních teplotách. Proto se tento typ kolektoru dá obzvláště dobře použít k podpoře zimního provozu vytápění (viz obr. 4).

Absorbér má být plně průtočný pro kapalný nosič tepla a umožňovat cirkulaci mezi kolektorem a tepelným zásobníkem. U této kapaliny se jedná většinou o směs vody a ekologického zaručeně nemrznoucího prostředku, u některých typů zařízení také o čistou vodu.

Tepelné solární zařízení je v provozu se solární regulací. Jakmile teplota v kolektoru přesáhne teplotu v zásobníku o několik stupňů, zapne tato regulace čerpadlo solárního okruhu a kapalný nosič tepla průtokem kolektorem dopraví teplo do tepelného zásobníku.



Obr. 3 Potřeba ohřáté vody a slunečního záření, grafika: Solarpraxis AG.



Obr. 4: Pracovní obohacení a akční stupeň charakteristiky typizovaných kolektorů při ozařování 1000 W/m², grafika: Solarpraxis AG.

2.2 Oblast použití tepelného solárního zařízení

2.2.1 Solární ohřev pitné vody

Solární ohřev pitné vody je ideální případ použití solárního zařízení. Předpoklad použití je zde obzvláště příznivý, protože potřeba teplé vody v domácnosti během roku je přibližně stejná. Solární zařízení k ohřevu pitné vody je prezentováno jednoduchým zařízením, technicky zpracovaným a vyzrálým. Shoda mezi nabídkou energie a potřebou energie je proto větší než pro využití k vytápění místností, u kterých hlavní oblast použití je v zimních měsících.

U správně dimenzovaného zařízení může člověk ročně pokrýt 50 až 65 % potřeby teplé vody. V létě může dokonce celkovou spotřebu teplé vody pokrýt ze solárního zařízení. Nabízenou solární energii ještě lépe využijeme, pokud místo klasického připojení spotřebičů - praček a myček nádobí - provedeme jejich připojení na teplou vodu.

2.2.2 Podpora vytápění

Zákonná opatření, např. předpisy EnEV (Energieeinsparverordnung) nebo jednoduše - stále stoupající ceny topných olejů a plynu dělají starosti mnohým vlastníkům budov a investorům a zaměřují jejich pozornost na opatření k úsporám energie. Solární systémy jsou dnes vhodné k vytápění místností v přechodném období a v zimě k efektivní podpoře vytápění. Proto se stala oblast použití tepelného solárního zařízení velmi zajímavou.

Některé staré budovy, postavené před 1980, potřebují v České republice asi 400 kilowathodin na 1m² za rok. Jiný dům energeticky úsporný, postavený v roce 2004 oproti tomu potřebuje jen 100 a nízkoenergetický dům dokonce jen 40 kilowathodin za rok na čtvereční metr. Neustálou redukcí tepelných ztrát moderních staveb může mít solární zařízení stále větší podíl na úsporách energie pro vytápění.

Aby solární zařízení mohlo účinně napájet existující vytápění, je důležité, aby teplota vytápěcího média byla nízká. Kromě toho je potřebné zvětšení plochy kolektoru a dodatečné zvětšení objemu zásobníku. Na začátku tohoto postupu musíme řešit vedle zvětšování plochy kolektoru a doplnění solárního zásobníku k ohřevu pitné vody vyrovnávací zásobník. Při jeho nákupu, instalaci, regulaci, a úpravě místa pro solární zařízení je třeba mít na zřeteli, že je možno situaci zjednodušit, protože již je vyvinut vysoce efektivní kombinovaný zásobník. Spojuje funkci solárního zásobníku a vyrovnávacího zásobníku v úsporném prostoru.

Úspora energie a příspěvek solární dodávky tepla

Obecně platí:

Čím větší je potřeba tepla určité budovy, tím větší úspory se může solárním zařízením dosáhnout. Čím hůře je ale budova tepelně izolovaná, tedy čím vyšší je potřeba tepla na jednotku plochy, tím menší se ale zároveň jeví procentuální příspěvek tepla, dodaného solárním ohřevem.

Typické je např. 30 až 40 % solární úhrady u nízkoenergetického domu a asi 10 % úhrady u starého, špatně izolovaného domu.

Při ploše kolektorů asi 15 m² a s jednou vyrovnávací nádrží o obsahu 1 000 litrů může v dobře izolovaném rodinném domku solární příspěvek odhadem činit 30 % . Toto se často takto promítá do souhrnné spotřeby k vytápění a k ohřevu pitné vody za celý rok. Potvrzuje to spokojenost majitele, který ví, že může nechat svoje „konvenční“ vytápěcí zařízení vypnuté, zatím co jeho sousedé musejí využívat plynu, nebo topného oleje. Navíc se ještě projeví podstatný přínos ke snížení CO₂.

Pro účinek určité solární podpory je také důležité vyvážené vytápění s velkým rozpětím, nízkým objemovým prouděním, a především s nízkou teplotou zpětného oběhu. Proto v případě nějaké dostavby se vyplatí náklad na dodatečnou regulaci, na „Hydraulické vyvážení“.

Vytápěcí plochy s jejich nízkou celoroční teplotou zpětného oběhu jsou proto obzvláště vhodné pro doplnění solárního zařízení.

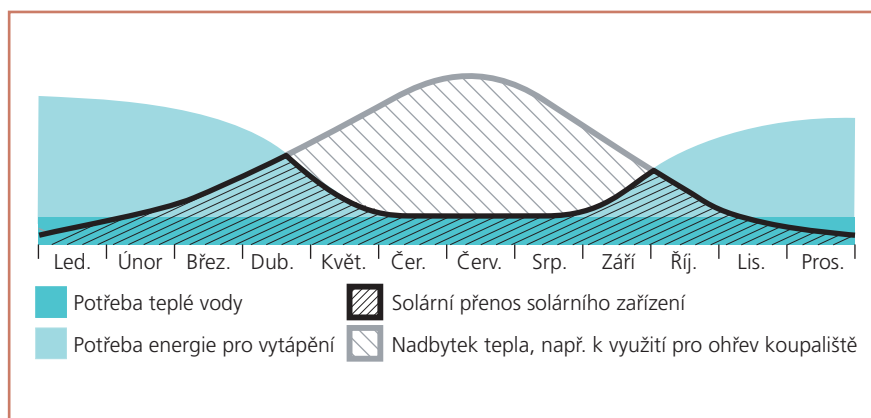
Ostatně: Jedna solární tepelná podpora doplňuje zpravidla jedno konvenční základní vytápění.

Výhodné zařazení v rámci EnEV

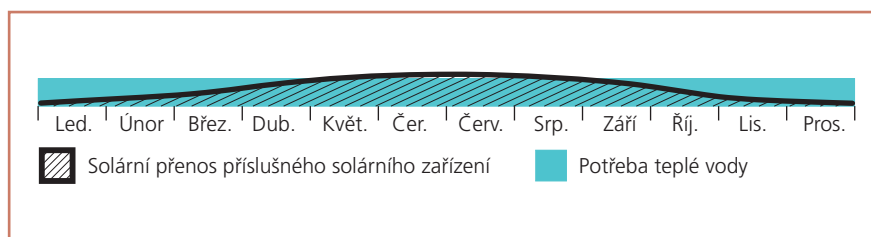
Aktuální „Uspořádání energeticky úsporných tepelných izolací a energeticky úsporných zařízení pro budovy“ – uspořádání úspory energie – umožňuje brát zřetel na solární zisky v rámci plánovaných primárních energetických potřeb budov. Vestavba nějakého solárního zařízení k tepelné podpoře získává tímto hospodářsky na atraktivitě.

Jako přibližná hodnota pro nezbytnou plochu kolektorů podle EnEV/DIN V 4701-10 v závislosti na obytné ploše platí: Pro 100/150/200 čtverečních metrů obytné plochy, bude potřeba 6,5 / 9 / 11,5 čtverečních metrů plochy kolektorů.

Tím se zřetelně sníží velikost nutné tepelné ochrany. Architekt a domovní projektant budou mít pro sebe více prostoru k jednání.



Obr. 5.1 Využitelný solární přenos tepla ve vztahu k potřebě energie a nabídce solární energie pro zařízení k ohřevu pitné vody a k podpoře vytápění, např. 8 m² plochy kolektorů, grafika: Solarpraxis AG.



Obr. 5.2 Potřeba solárního přenosu ve vztahu k potřebě energie a nabídkou sluneční energie pro zařízení k ohřevu pitné vody, např. 4 m² plochy kolektorů, grafika: Solarpraxis AG.

2.2.3 Ohřev vody na koupalištích

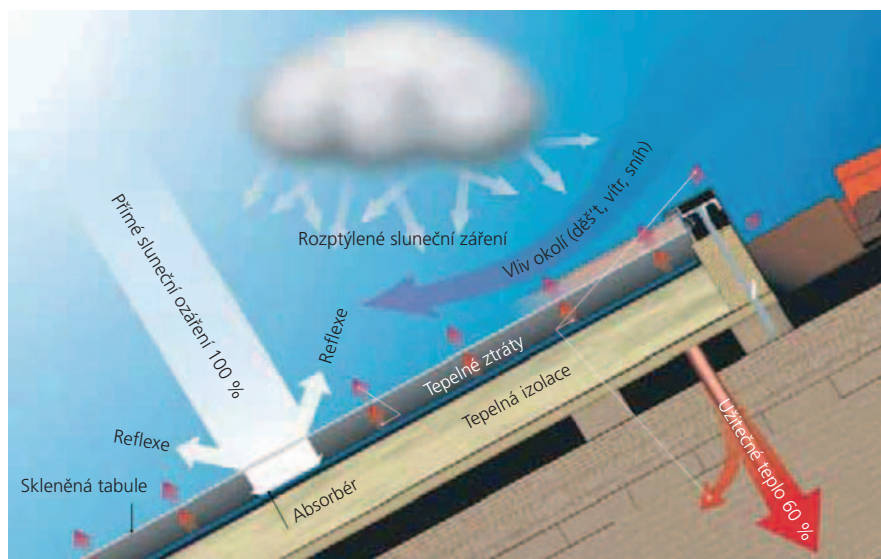
Jedno velmi široce používané a cenově výhodné, je využití solární tepelné energie k ohřevu vody v bazénech na koupalištích, pomocí jednoduchého absorbéru.

Maximální nabídka solární tepelné energie souhlasí s potřebou tepla v bazénech během období koupání. Na druhé straně ohřev vody na koupalištích solárním zařízením vyhovuje a to proto, že v letních měsících klesá podpora vytápění a potřeba teplé vody (viz obr. 5.1)

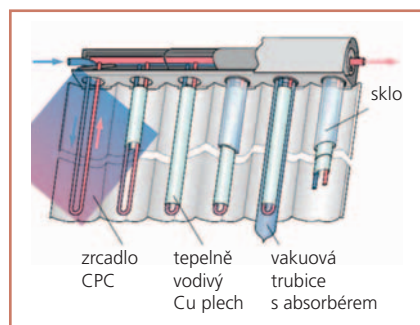
2.2.4 Proces výroby tepla

Při procesu výroby tepla dochází k získání solární tepelné energie pro technické využití a pro procesy v průmyslu a v řemeslných živnostech. Sluneční teplo umožňuje primární zachycení energie a může představovat cenově nejvýhodnější řešení.

3. Komponenty tepelného solárního zařízení



Obr. 6.1: Schématické znázornění zisku energie a ztráty plochých kolektorů, grafika: Solarpraxis AG.



Obr. 6.2: Vakuově trubicový kolektor

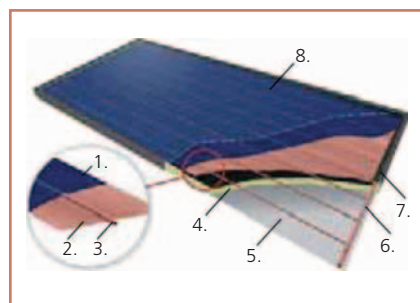
3.1 Jaký kolektor pro který případ osazení?

Důležité pro správnou volbu vhodného typu kolektoru je především požadovaná teplotní oblast. Tak na příklad nezakrytý bazénový absorber je pro výrobu vyšších teplot pro ohřev pitné vody a podporu vytápění nevhodný. Dále musíme také přihlížet k místním podmínkám a to zejména: ke slunečnímu ozařování, povětrnostním podmínkám, nabídce místa a k výběru kolektorů.

Samotný dobrý kolektor však ještě není zárukou dobrého solárního zařízení. Spíše by měly mít všechny součásti zařízení vysokou kvalitu a optimální vzájemnou vazbu.

3.2 Osazení bazénového absorberu

V našich zeměpisných šířkách je vytápění na koupalištích během koupacího období velmi příznivé pro solárně tepelná zařízení. Potřeba tepelné energie a nabídka sluneční energie do sebe optimálně časově zapadají. Kromě toho bude jen velmi malá teplota kolektoru stačit k citelnému zvýšení teploty v bazénu.



1. Absorbční povlak absorberu
2. Měděný absorber
3. Měděné kapilární trubky
4. Izolace kolektoru
5. Zadní stěna kolektoru
6. Rozdělovací potrubí
7. Rám kolektoru
8. Speciální sklo

Když teplotní rozdíl mezi kolektorem a okolím je tak malý, jsou tepelné ztráty solárního zařízení malé a solární účinnost je obzvláště vysoká. V praxi se zde nabízí využití jednoduchých, cenově výhodných plastových absorberů, bez skleněného zakrytí a zpětné izolace.

3.3 Osazení plochého kolektoru

Ploché kolektor (obr. 6.1) je nejvíce používaným stavebním prvkem. Používá se pro ohřev pitné vody a na podporu vytápění. V kombinaci s tímto dvojnásobným upotřebením je také vhodné jeho nasazení k ohřevu vody pro koupalištní bazény, protože bude využito i získané přebytečné teplo.

Pro využití k podpoře vytápění je důležité, že je zároveň zaznamenán velký zájem o kolektory pro ohřev teplé vody. Instalační úhel by měl být asi 45 stupňů, aby Slunce, které v zimě stojí nížko, mělo k ozařování co největší plochu. Správné nastavení provede montážní firma.

3.4 Osazení vakuového trubicového kolektoru

Vakuové trubicové kolektory (obr. 6.2) mají výrazně nižší ztráty než ploché kolektory a jsou lehčí. K tomu mohou být některé typy na ploché střechy montovány do vodorovné polohy, čímž se sníží náporová plocha větru. Potřebujeme pro ně obvykle menší montážní plochu a montáž je levnější. Trubicové kolektory jsou ale na druhé straně zřetelně dražší než ploché kolektory.

Využití vakuového trubicového kolektoru je obzvláště smysluplné a hospodárné pokud jde o dosažení vyšších teplot. Používáme je proto především v solárních zařízeních k ohřevu pitné vody a k podpoře vytápění.

4. Projektování a dimenzování tepelného solárního zařízení



4.1 Pokyny k dimenzování solárního zařízení

4.2 Solární zařízení jen směrem na jih?

Plocha střechy nemusí být orientována přesně na jih, aby posloužila jako montážní plocha pro sluneční kolektory. Odchylka od jižního směru do 30 stupňů vede v České republice jen k nepatrným ztrátám. Samotné čistě východ – nebo západ seřízení může být vyrovnáno přiměřeně zvětšenou plochu kolektorů. Úhel sklonu střechy může obnášet mezi 20 a 60 stupni, přičemž malý úhel sklonu střechy napomáhá výtěžku solárního zařízení v létě a strmější zase přenosu solární energie v zimě. U rovných střech vyžaduje solární zařízení podepření sloupky.

Kolektory by neměly být zastíněny. Pozornost projektantů musí být proto zaměřena obzvláště na stromy, sousední budovy, komíny nebo střešní nástavby, které by mohly toto zastínění způsobit.

4.3 Prozíravé dimenzování: nezbytnost

Správné dimenzování solárních zařízení vytváří nejlepší jistotu pro spokojeného vlastníka. Podmínkou pro správné dimenzování solárního zařízení k ohřevu pitné vody je, dobře znát spotřebu teplé vody. Jako vyhovující podklad pro dimenzování solárního ohřevu pitné vody v rodinném domku bereme od 1 do 1,5 čtverečního metru kolektoru na osobu.

Tím bude dosaženo pokrytí 60% a kotel na vytápění může být po největší část léta vypnut. Pokud si nejsme zcela jisti, pak navrhujeme kolektorové plochy něco víc, protože v první řadě jde o spokojenost zákazníků. Ti sami pak k tomu přispějí nepochybně tím, že pozorně sledují podobná zařízení v sousedství a ohodnotí jako důkaz kvality dobrou výkonnost svého zařízení.

Dimenzování solárních zařízení k ohřevu pitné vody a k podpoře vytápění závisí od více faktorů. Zásady pro dimenzování stanoví příslušné normy (viz Dodatek), platí zde však to, že není žádné jediné „správné“ řešení. Výklad platných no-

rem v klasickém smyslu dává svobodnější přístup, stanoví pouze spodní a horní hranici. Nezdítkou úspěch dimenzování v praxi závisí na připravenosti stavby a to z pohledu nutné investice. Jako spodní hranice pro rozumné dimenzování může posloužit zdvojená kolektorová plocha jednoho zařízení pro ohřev pitné vody.

Obvykle to znamená jednu menší plochu od 8 čtverečních metrů trubcového kolektoru, nebo 10 čtverečních metrů

Dobré důvody pro instalaci vytápěcí plochy s měděnými trubkami

Solární podpora vytápění je obzvláště účinná, když je zvoleno vytápění s nízkou vytápěcí teplotou. Obzvláště vhodné jsou zde vytápěcí plochy s nízkou teplotou otopné vody (např. 40/30 °C), než např. otopná tělesa (radiátory), která používají vyšší teplotu otopné vody (např. 70/55 °C).

Velkoplošná vytápění, jako podlahové vytápění, stěnové, nebo stropní vytápění, jsou sálavá vytápění. Jejich výkon je předáván při nepatrně vyšší teplotě otopné plochy oproti teplotě v místnosti. Přesah teploty méně než 45 °C je proto standardní a není problém jej ve vytápěcí periodě udržet. Velkoplošné vytápění splňuje všechny požadavky na moderní vytápěcí systémy. Vedle již popsaného potřebného tepelného výkonu při nízkém přesahu vytápěcí teploty nabízí velkoplošné vytápění ještě následující výhody:

Dobré využití energie

Stejný pocit tepla dosáhneme při nižší teplotě místnosti než v místnosti vytápěné otopnými tělesy (radiátory).

Samoregulační efekt

Předávaný výkon vytápěcí plochy se sám snižuje se zvyšující se teplotou místnosti, způsobenou jiným ohřevem, např. slunečním sáláním.

Zdravé provedení

Velkoplošné vytápění vyvolává v osobách, které v místnosti pobývají velmi příjemný pocit tepelné pohody. Tento komfort je, jak může mnoho uživatelů velkoplošného vytápění potvrdit, velmi významný faktor.

plochého kolektoru. Pokud je požadavek na dodávku tepla větší a chtěli bychom zvolit velkou plochu kolektoru, musíme být velmi obezřetní. Velmi velká plocha kolektoru může způsobit v letních měsících podstatný problém. Je tomu tak zejména tehdy, když nebudeme mít dodatečného letního spotřebitele jako např. plovárenský bazén. Pak musí být v takovém zařízení brán obzvláštní ohled na dimenzování expanzní nádoby a předřazené nádoby.

Hygiena

Vysoký podíl sálání při velkoplošném vytápění snižuje proudění vzduchu v místnosti, což významně přispívá ke zdravějšímu pobytu v těchto prostorech. U velkoplošného vytápění, kde je vytápěcí systém zabudován do stavby, hraje volba materiálu trubek vytápěcího systému důležitou úlohu. U měděných trubek je velmi vysoká životnost – vychází mnohem víc jak 50 let. Pokud by byl zvolen levnější materiál s nízkou životností – pak nepatrný rozdíl v původní pořizovací ceně by byl naprosto zanedbatelný, protože nutná výměna systému by byla mnohem dražší.

Měď je ideálním materiálem pro velkoplošné vytápění z následujících důvodů:

- Měď nestárne, nedochází u ní časem k žádným změnám.
- Měď jako kovový materiál je nepropustná vůči kyslíku. Dodatečné náklady na využití tepelné výměny, nebo inhibitory odpadají u zařízení z měděných trubek.
- Spojování měděných trubek pájením, lisováním a sevráním je naprosto bezpečné, je možné jejich uložení v mazanině i v omítce a umožňují cenově výhodnější a bezodpadovou montáž.
- Měď je 100 % a v libovolné kvalitě recyklovatelná. Měď nevytváří nebezpečný odpad, nezatěžuje životní prostředí.
- Velkoplošné vytápění měděnými trubkami můžeme také i po létech bez problémů libovolně často zvětšit. Solární zařízení k vytápění místností je proto ve spojení s velkoplošným vytápěním provedeným měděnými trubkami dobrou investicí pro budoucnost.

4.4 Volba jednoduchého návrhu solárního zařízení

Principiálně se používá pro všechna zařízení množství zásobníků, čerpadel a ventilů u nichž je ale snižená možnost je skladovat. V Německu bude proto urychleně zřízeno skladovací zařízení. Bude jako extrémně dlouhodobě pro málo ovlivnitelné poruchy každého druhu. Některá jednoduchá zařízení k ohřevu pitné vody se skládají v podstatě z kolektorů, čerpadla, regulace a solárního zásobníku.

Aby solární zařízení bylo chráněno před účinky mrazu, nachází se v kolektorovém oběhu nemrznoucí směs (směs vody a nemrznoucího prostředku). Rozlišujeme tedy kolektorový okruh naplněný nemrznoucí směsí a okruh naplněný pitnou vodou. K předávání tepla je teplosná tekutina prostřednictvím čerpadla transportována do zásobníku. Tam dojde ve výměníku k předání slunečního tepla pitné vodě. V okruhu pitné vody protéká ohřátá voda k regulačnímu ventilu. Zařízení k podpoře vytápění zahrnují přídatný okruh pro vytápěcí vodu.

4.5 Zásobník

Solární zásobník slouží k předzásobení slunečním teplem, získaného během dne. Měl by vždy být montován nastojato a měl by mít štíhlý, válcovitý tvar aby se v zásobníku mohlo vytvořit vrstvené uspořádání teplot.

Zásobník by měl být na celé povrchové ploše dokonale zaizolovaný dobře přilehlou dobrou tepelnou izolací. Musíme dávat pozor zejména na to, zda na sebe izolace vzájemně dobře navazují, zda jsou připojení izolace trubek správně navázána na tepelnou izolaci zásobníku. Musíme pamatovat na to, že po zapojení zásobníku do cirkulace se zvýší tíha systému vlivem náplně. Aby nedocházelo k přídatnému namáhání, je možné provést připojení jako kluzné (pružné)..

Přepad skrz uzávěr zásobníku nahore procházející teplovodním obvodem by měl podle možnosti být odvrácen, protože zde v případě činnosti tohoto přepadu odchází mnoho energie.

4.5.1 Zásobník pitné vody

Obsah zásobníku pitné vody by měl pojímat asi 1,5 až 2 násobek denní spotřeby teplé vody, t.j. 75 až 100 litrů na osobu. Běžný zásobník teplé vody u rodinného domku pro jednu rodinu má proto obsah od 300 do 400 litrů..

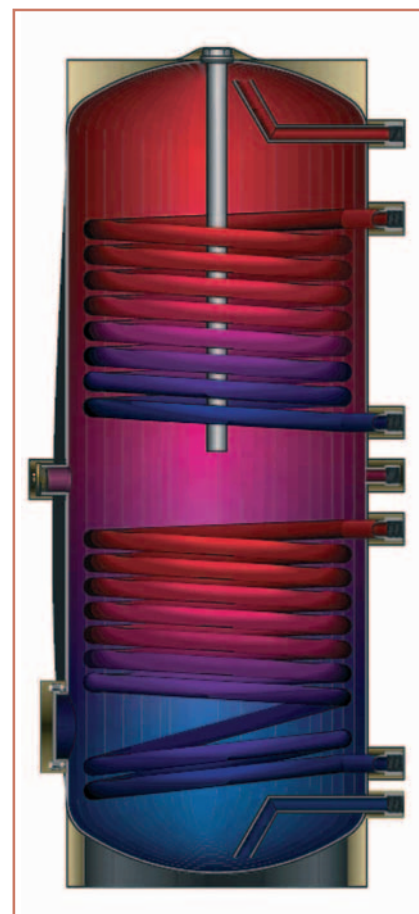
Pro teplou pitnou vodu se z hlediska materiálu používá ocelový, emailovaný zásobník. Ten pak potřebuje jako ochranu proti korozi hořčičkovou, nebo ztracenou anodu. Zásobníky z nerezové oceli mají delší životnost, jsou ale poněkud dražší.

Horní část zásobníku pitné vody je nejdůležitější částí zásobníku. Pokud by někdy sluneční energii nevystačila, může být v této části ohřev proveden topným kotlem.

Uvnitř zásobníku se nachází 2 trubkový výměník přičemž solární oběh je vždy vázán. Uspořádání solárního tepelného výměníku v dolní, chladnější oblasti způsobí, že kolektor pracuje podle nižší oběžné teploty. Nežádoucím směšování obsahu zásobníku v průběhu konce proudění studené vody zabrání speciální trubková konstrukce nebo klapka.

4.5.2 Vyrovnávací zásobník

Vyrovnávací zásobník neslouží k ukládání tepla do pitné vody, ani do nečinné vody vytápěcí. Tady voda neobsahuje žádný kyslík, proto není nutná žádná povrchová ochrana emailováním, nebo jiným způsobem. Vyrovnávací zásobník slouží v solárním zařízení především k podpoře vytápění a to pro situaci, kdy se úroveň teploty vytápění dostane výrazně nad 50 °C. Jiný typický případ aplikace se týká vytápění dřevem, které je náchylné k nárazovému dodání tepla a proto potřebuje velký objem vody. V opačném případě bude v praxi levnější kombinovaný zásobník. Na trhu existují vyrovnávací zásobníky bez jakékoliv vestavby, jakož i s interním, nebo externím výměníkem tepla.

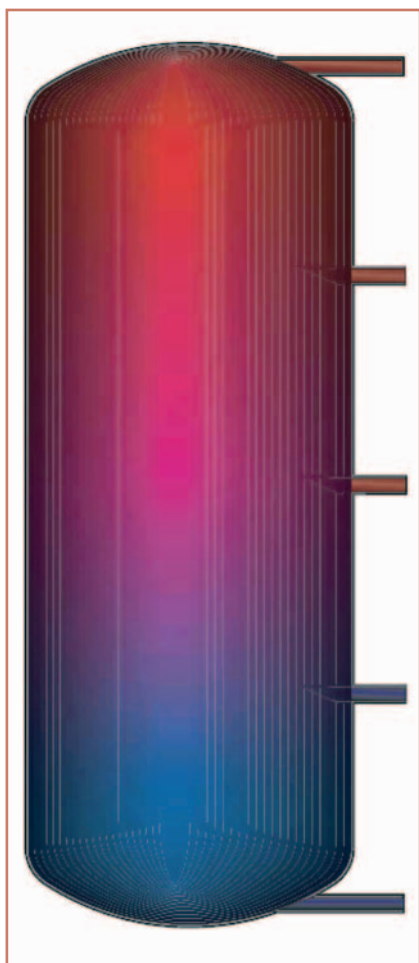


Obr. 7: Zásobník pitné vody se dvěma výměníky tepla, grafika: Solarpraxis AG.

4.5.3 Kombinovaný zásobník

Kombinovaný zásobník kombinuje funkci předzásobení pro teplou pitnou vodu s funkcí vyrovnávací pro vytápění a to v jediném zásobníku. Tím se sníží náklad na místo k instalaci. Podle předpisů je možno v rámci jednoho kombinovaného zásobníku pro velká množství, aby vyrovnávací zásobník plnil svoji funkci pro vytápění a pitná voda byla ohřívána v jedné uvnitř umístěné nádrži, nebo aby byla ohřívána v průtoku.

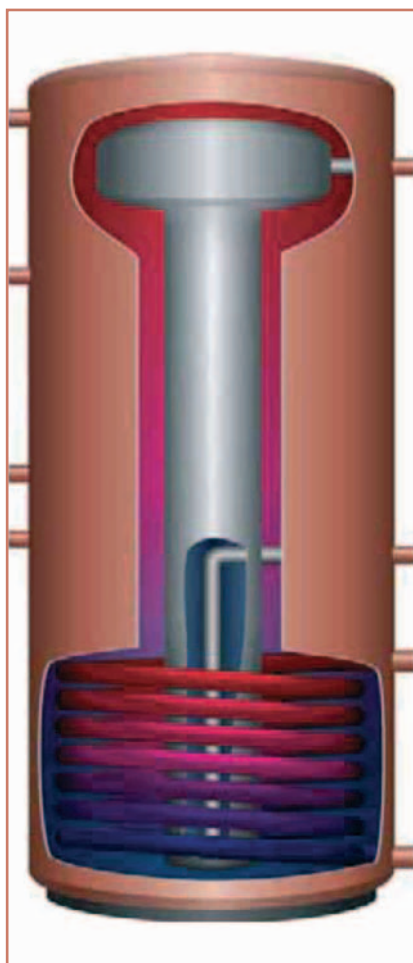
Při instalaci kombinovaného zásobníku je důležité povšimnout si, zda navrstvení teploty v zásobníku během plnění a vyprazdňování zůstává zachováno. Typickým způsobem se dají od horní do dolní meze rozeznat 3 vrstvy: Oblast pitné vody, oblast vytápění a solární oblast. Tepelná recirkulace – teploty



Obr. 8: Vyrovnávací zásobník, grafika: Solarpraxis AG.

jasně nad 50 °C vymezují nasazení kombinovaných zásobníků do praxe, jelikož střední oblast, která má uvedenou teplotu, má svoji činnost umožňovanu hodnotným příspěvkem solární oblasti. Vytápěcí zařízení které je realizováno velkoplošným vytápěním a ještě disponuje vyrovnávacím radiátorovým okruhem, by mělo být pro solární podporu vytápění provedeno jako dvouzásobníkové zařízení s odděleným zásobníkem pro pitnou vodu a s vyrovnávacím zásobníkem.

Následný ohřev pitné vody je pak realizován v horní oblasti kombinovaného zásobníku, nad připojením zásobníku pro vytápění místností, který je spojen s vytápěcím kotlem.



Obr. 9: Kombinovaný zásobník, grafika: Solarpraxis AG.

4.6 Okruh kolektoru

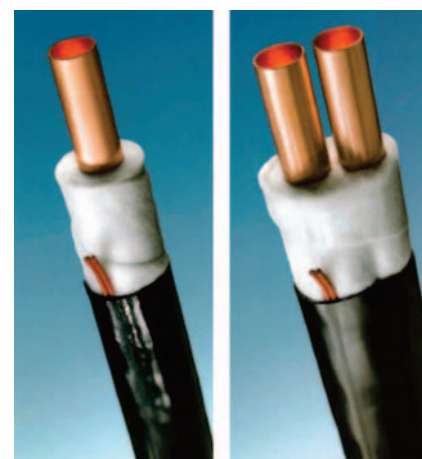
Oběh okruhem kolektoru slouží k transportu slunečního tepla od kolektoru k zásobníku teplé pitné vody. V zájmu nízkých tepelných ztrát by měla být cesta mezi kolektorem a zásobníkem co nejkratší. Pro potřeby rodinného domku pro jednu až dvě rodiny stačí většinou měděné trubky o průměru od 15 do 18 mm, které zaručí optimální transport tepla.

Trubky a izolace

Izolace kolektorového okruhu musí být v souladu s technickými pravidly pro úspory energie (EnEV Energieeinsparverordnung) se 100% zavedením pro všechny průměry. Musí trvale vydržet teploty nad 110 °C. Musí také odolávat povětrnostním vlivům, UV záření a ptačímu ozobávání. Jako materiál přichází

proto v úvahu pro venkovní použití jen minerální vlna s pláštěm odolným vodě a trvale odolným vysokým teplotám, např. pěnové EPDM. Ve vnitřní oblasti je možno použít trvanlivý obal s minerální vlnou uvnitř izolace. Pěnové izolace, používané k izolaci konvenčních vytápěcích systémů nelze u kolektorového okruhu použít! Při provozu s prasknutou izolací (např. během dovolené bez možnosti zavolat uživatele) může mít v kolektoru vznikající pára mnohem více jak 100 °C a může se dostat až do trubkového rozvodu. U nevhodné izolace může pak dojít k jejím smrštění, odkapávání, nebo roztavení.

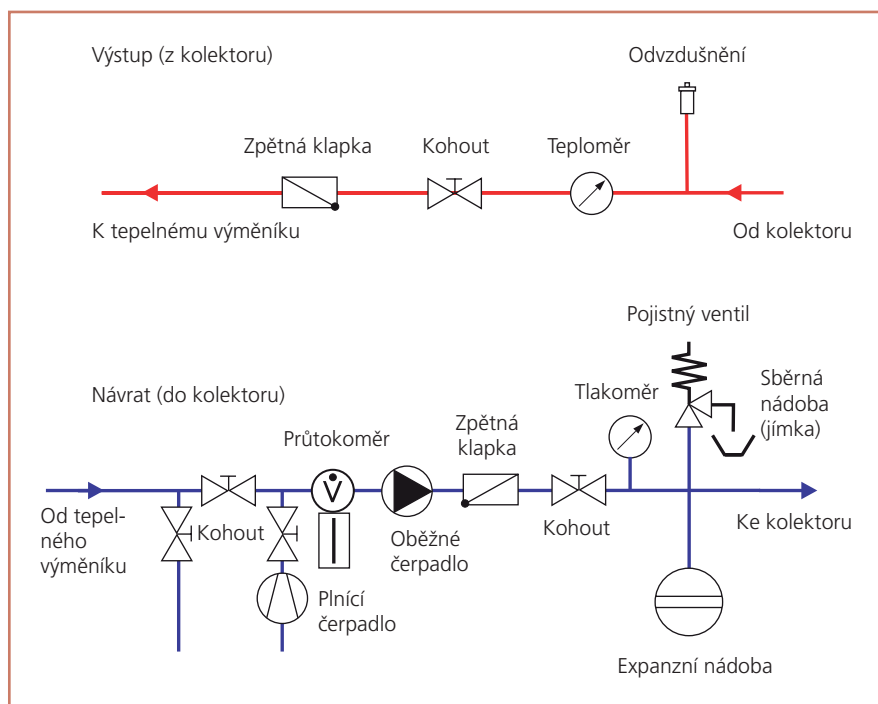
Vedle klasické, oddělené instalace z měděných trubek, tepelné izolace a elektrokabelů jsou na trhu předpřipravená trubková vedení z měděných trubek opatřená tepelnou izolací a elektrokabelem pro instalaci čidla kolektoru. Nabízena jsou jako vedení jednotrubková, nebo dvoutrubková, vždy s elektrokabelem (viz obr. č. 10). Parametry izolací a způsob montáže těchto trubek udává výrobce.



Obr. č. 10 Měděné trubky pro solární vedení, v provedení jednotrubkovém a dvoutrubkovém

Průtok

Rozlišujeme mezi 3 průtokovými variantami v kolektorovém okruhu. „High Flow“ (vysoký průtok) je pro průtok od 30 do 50 litrů za hodinu na čtvereční metr plochy kolektoru. Tento relativně vysoký průtok může být dosažen běž-



Obr. 11 Armatury, pomocné a bezpečnostní komponenty solárního oběhu, grafika: Solarpraxis AG.

ným čerpadlem, pokud jsou dostatečně velké průřezy trubek a pole kolektoru je malé. Teplotní rozdíl na vstupu a výstupu z kolektoru je na základě vysokého průtoku asi 12 K, tedy relativně malý a tepelné ztráty v kolektoru jsou přiměřeně malé. „Low Flow“ (nízký objemový průtok) představuje objemový průtok od 12 do 20 litrů za hodinu na čtvereční metr kolektorové plochy. Zaokrouhleno, tyto nízkoprůtočné kolektory vládnu v kolektorových obězích vyšších teplot. „Matched Flow“ (přízpusobený objemový průtok) představuje proměnlivý průtokový objem, závislý na regulovaných otáčkách čerpadla kolektorového oběhu. Účel zde je, dosáhnout rovnoměrné základní teploty v solárním zásobníku. Malá solární zařízení do 10 čtverečních metrů kolektorové plochy budou často pracovat v oblasti High-Flow. U větších zařízení bude výhradně provozován Low – Flow. Tendence jde trend tam, aby také menší zařízení pracovala v systému Low-Flow, protože výhody spočívají v možnosti použít menší průřezy trubek, jsou zde jen nepatrné ztráty čerpadel a propojení kolektorů je jednoduché.

Oběhové čerpadlo kolektorového okruhu musí zabezpečit požadovaný průtok. K tomuto účelu stanoví předpisy nasazení konvenčních oběhových čerpadel k zabezpečení vytápění spolu s elektrickým příkonem mezi 40 a 80 W. Čerpadlo by mělo být vždy zabudováno do chladnější větve oběhu, aby nebylo zbytečně vystaveno vysokým teplotám.

Armatury a fitinky

Potřebujeme-li vyměnit porouchané čerpadlo, není vhodné, abychom museli celý systém vyprazdňovat, je proto zapotřebí, namontovat před, anebo za čerpadlo kulový kohout. Teploměr osazujeme na výtoku a zpětný okruh, slouží k provozní kontrole zařízení. K zamezení cirkulace, způsobené zemskou tíží bude dobré alespoň ve zpětném oběhu anebo ještě lépe - navíc ve výtoku, namontovat zpětný ventil.

K odvzdušnění využíváme nejvyšší místo stoupání. Důležité je, aby se pod tímto místem mohl vzduch shromažďovat, protože jinak může být při provozu čerpadel opět strháván do oběhu. Stačí

k tomu kousek trubky od 10 do 15 cm, vertikálně umístěný. Je ale třeba také dbát na přístupnost k tomuto odvzdušňovači. K použití se nabízí celokovový ruční odvzdušňovač, (odvzdušňovač těles ústředního vytápění), nebo uzavírací přepážka a teplotně stálé automatické odvzdušňovací zařízení. V tomto případě je třeba mít na zřeteli, že oblast kolektoru může přesáhnout teplotu 200 °C.

Expanzní nádoba hlídá tlak v zařízení na stabilní úrovni a bere v úvahu objemové změny teplotnosné kapaliny, způsobené její rozdílnou teplotou. V klidovém stavu kolektorového oběhu se uvnitř v navzájem sousední oblasti trubek během několika minut odpaří nacházející se kapalina, čímž dojde ke zvýšení tlaku. Expanzní nádoba musí být proto tak dimenzovaná, aby mohla pojmout objem vytlačované kapaliny.

4.6.1 Tlak a teploty v kolektoru a v kolektorovém oběhu.

Při plném sluneční záření a žádném odběru tepla dosáhnou solární kolektory maximální teploty, definované výrobcem, tzv. „teplotu stagnace“. Teplota stagnace solárního zařízení platí jako normální provozní stav a proto všechny komponenty kolektorového oběhu na něj musí být projektovány. U dnešních běžných plochých kolektorů je dosahována teplota stagnace více než 200 °C. U vakuových trubkových kolektorů mohou teploty dosahovat až 350 °C, čímž spoje trubkového rozvodu mohou být zatěžovány teplotu 300 °C.

Pokud uvedeme tato zařízení po takovýchto vypnutích při vysokých teplotách opět do provozu, může teplota v kolektorovém oběhu krátkodobě vystoupit výrazně přes 110 °C. V letním období dovolených je také potřeba počítat s delším obdobím, během kterého může dojít ke vtoku páry do některých částí kolektorového oběhu. Typické pracovní tlaky solárního zařízení jsou od 1,5 do 3 bar. Zařízení je pojištěno pojistným ventilem, tlakoměr slouží ke kontrole tlaku. Rozsah potřebné kontroly je doplňkovým prvkem, bezpečnost je zajištěna volbou správného typu pojistného ventilu.

Je ovšem nutno kontrolovat také nejvíce exponované komponenty soustavy. V praxi se jedná o expanzní nádobu, čerpadla a kolektory.

4.6.2 Odpařování v kolektorovém poli

U nabízených kolektorových zařízení a jejich částí vymezují výrobci a projektanti v oběhu kolektoru maximální tlaky 6 případně 10 bar. Při těchto tlacích se nedá zabránit odpařování. Kolektory jsou na toto odpařování a na následující kondenzaci teplotního média dimenzovány. Při intenzivním ozařování se odpaří celkový objem kolektorů a podle jejich konstrukce i menší nebo větší část obsahu připojeného vedení. Na tento objem páry musí být spočítána expanzní nádoba (viz 4.7.1).

Při montáži automatického odvzdušňovače a pojistného ventilu se pro případ tvoření páry musí přihlížet ke směru výstupu páry v případě jejich provozu. Automatický odvzdušňovač musíme proto po provedeném odvzdušnění bezpodmínečně uzavřít zařazeným kulovým kohoutem. Nárazové otevření pojistného ventilu by mělo být směřováno ke zdi nebo opatřeno svodem.

4.7 Expanzní nádoba, čerpadla a armatury v kolektorovém obvodu

4.7.1 Expanzní nádoba

Expanzní nádoba v kolektorovém okruhu má za úkol pojmout expanzi solární tekutiny během jejího ohřevu a také během odstávky zařízení. Rovněž nám také pomůže, vyhnout se při vytváření páry v kolektoru použití pojistného ventilu.

Nachází-li se solární zařízení v klidu, protože např. zásobník má svoji maximální teplotu a žádná spotřeba se nekoná, může se během dalšího slunečního záření v kolektoru vytvářet pára. Parní prostor odpovídá zpravidla objemu kolektoru, objemu ke kolektoru připojeného rozvodu jakož i objemu některých částí stoupacího vedení.

Ani v takovém provozním případě nemusí dojít k havárii, v pracovním předpisu je požadována vlastní bezpečnost zařízení, která je zakotvena v EN 12977.

Výpočet expanzní nádoby

Pro výpočet expanzních nádob budeme potřebovat následující data:

Přírůstek objemu kapaliny způsobený jejím rozpínáním: $V_{\text{roz,kap.}}$

Objem páry: $V_{\text{roz,pára}}$

Konečný tlak zařízení: p_k

Počáteční tlak zařízení ve studeném stavu (plnicí tlak): p_0

Jmenovitý objem expanzní nádoby V_{jm} vypočítáme potom následovně:

$$V_{\text{jm}} = (V_{\text{roz,kap}} + V_{\text{roz,pára}}) \frac{p_k + 1}{p_k - p_0}$$

Přírůstek objemu kapaliny, způsobený jejím rozpínáním: $V_{\text{roz,kap}}$ dostaneme jako součin obsahu kapaliny v zařízení V_z a součinitele tepelné roztažnosti této kapaliny β .

$$V_{\text{roz,kap}} = V_z \cdot \beta$$

Součinitel tepelné roztažnosti β je závislý na složení nemrznoucí směsi a teplotě v solárním okruhu. U malých zařízení jeho hodnotu zjednodušeně bereme 0,09 (9%). 10 litrů solární kapaliny způsobí tedy přírůstek maximálně 1 litr kapaliny.

Tato zásada je splněna tím, že expanzní nádoba je tak dimenzována tak, že i v případě těchto extrémních teplotních změn a z toho plynoucích změn objemu teplotní látky (stejně jako objemu páry) je může přijmout, aniž by musel být použit zmíněný pojistný ventil.

K výpočtu expanzní nádoby musí být nejdříve určen vlastní objem zařízení (V_a). Ten se skládá ze součtu objemu kolektorů, trubkového vedení, tepelného výměníku a armatur. Zatím co objem kolektoru a objem tepelného výměníku zjistíme z dokumentace výrobců, objem trubkového vedení můžeme určit pomocí Tabulky č. 2. Objem rozpínající se páry: $V_{\text{roz,pára}}$ se vezme z objemu kapaliny obsažené v kolektoru V_{kol} a jednotlivých částí připojeného potrubí V_{tr} . Jak mnoho kapaliny v připojeném potrubí se přemění v páru, záleží od typu kolektoru a trubkového vedení, což musí projektant posoudit případ od případu. V této situaci by mělo být uvedeno, zda

se nemůže stát, že by v určitém mezním případě – např. střešní centrála s velkou plochou kolektorů a malým zásobníkem – samotným v malém rozsahu zařízení, že by nemohla případné stoprocentní odpaření v okruhu kolektoru pokrýt. Právě této otázce vždy má být v dokumentaci výrobce věnována plná pozornost.

$$V_{\text{exp.p.}} = V_{\text{kol}} + V_{\text{tr}}$$

Konečný tlak zařízení p_k sestává ze jmenovitého tlaku pojistného ventilu po odečtení pracovní tlakové difference paušálně 0,5 bar - u pojistných ventilů se jmenovitým tlakem 5 bar.

To znamená, že pracovní tlaková difference činí paušálně 10% jmenovitého tlaku pojistného ventilu. U pojistného ventilu se jmenovitým tlakem 6 bar smí tedy být z praktických důvodů připraven k otevření již při 5,4 bar (0,6 bar je 10 % z 6 bar).

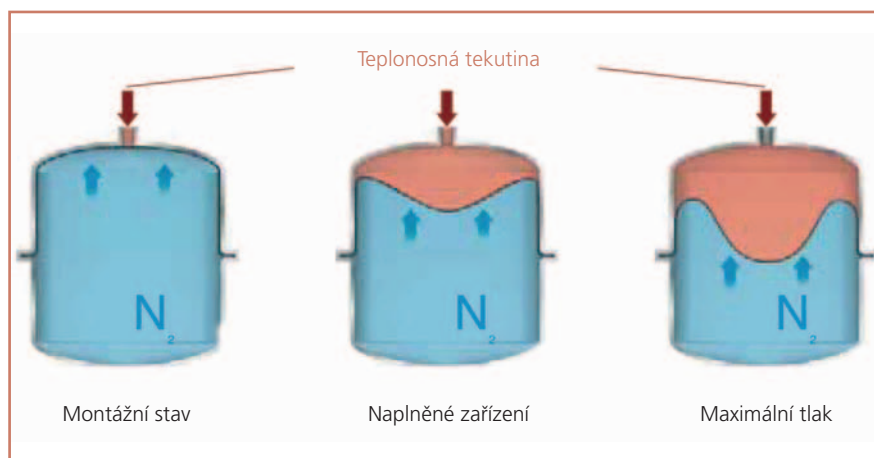
Počáteční tlak zařízení za studeného stavu (plnicí tlak) p_0 je roven statickému tlaku s připočtením předlohy teplotnosné kapaliny. Statický tlak dostaneme jako součet z výšky kolektorů přes expanzní nádobu v metrech, přičemž výšce 1 metr odpovídá tlak 0,1 bar. Předloha teplotnosné kapaliny nám v chladném ročním období, kdy v zařízení je minimální objemem, zaručuje v nejvyšším bodě tohoto zařízení přetlak. Činí během evropské zimy 3 % objemu zařízení a projektant musí pro velkou expanzi nádobu počítat s tlakovým ekvivalentem, který je daný příslušným nařízením. V oblasti malých zařízení může paušálně počítat s přírůžkou 0,5 až 0,8 bar.

S vypočítaným potřebným jmenovitým objemem expanzní nádoby pak vybereme podle výrobní dokumentace takovou expanzní nádobu, která má alespoň vypočítaný jmenovitý objem (anebo větší).

Vstupní tlak expanzní nádoby musí být při uvedení do provozu v rozpojeném stavu přizpůsoben na plnicí tlak zařízení a odpovídá tím právě statickému tlaku. Solární zařízení na 10 metrů vysoké budově bude mít tedy při naplnění 1,5 až 1,8 bar a také vstupní tlak expanzní nádoby musí mít hodnotu 1 bar.

Expanzní nádoba je tak uspořádána, aby byla chráněna před trvalou teplotou nad 70 °C. Montáž expanzní nádoby musí proto bezpodmínečně umožňovat solární oběh. Kromě toho může být zařazena instalace předřazeného zásobníku, který je schopen pojmout část tepla. Předřazený zásobník je potřebný zejména tehdy, když kolektory produkují více páry, než kolik jí může v hraničním vedení trubek solární jednotky zkondenzovat.

Paušálně platí: Využití předřazeného zásobníku k ochraně expanzní nádoby lze pro každé solární zařízení doporučit.



Obr. 12 Různé provozní stavy membránové expanzní nádoby, grafika: Solarpraxis AG.

Obzvláště se hodí u veškerých zařízení s velmi krátkou rozvodnou cestou a/ nebo s velmi nepatrným šikmým vedením, anebo u velké kolektorové plochy respektive u kolektorů s velkým objemem (např. trubicové vakuové kolektory). Také lze říci, že zařízení k podpoře vytápění by mělo být principiálně vybaveno předřazeným zásobníkem.

U zařízení do 20 čtverečních metrů plochy kolektoru, postačuje podle předpisů předřazený zásobník s obsahem 5 litrů.

4.7.2 Armatury

Tak jako ve vytápěcím systému, tak také v kolektorovém okruhu bude osazen teploměr, manometr, pojistný ventil, odvzdušnění, uzavírací zařízení a omezovač zpětného toku. Všechny montážní části v blízkosti kolektoru musí mít zcela průkaznou teplotní odolnost přes 110 °C. Regulační ventily průtoku ve větvích s indikací průtoku teplotnosné látky musejí

Rozměr trubky $d_a \times s$ (mm)	Měrný objem vedení V (l/m)
12 × 0,7	0,088
12 × 1,0	0,079
15 × 0,8	0,141
15 × 1,0	0,133
18 × 0,8	0,211
18 × 1,0	0,201
22 × 1,0	0,314
28 × 1,0	0,531
28 × 1,5	0,491
35 × 1,5	0,804
42 × 1,5	1,257
54 × 2,0	1,963

Tab. 2: Rozměry trubek a měrný objem trubkového rozvodu.

být odolné vůči této teplotnosné látce a vůči její teplotě. Jejich pracovní rozsah musí být určen pro používanou oblast. Jako uzavírací zařízení je osvědčen kulový uzavírací kohout.

Pojistné ventily jsou popsány v údajích kolektoru, nebo v dokumentaci výrobce k nahlédnutí a k výběru. Reakční tlak pojistných ventilů musí s rezervou vyhovovat nejslabším článkům, osazeným v zařízení. V předpisech je uváděna expanzní nádoba, méně často také kolektor, armatury, nebo čerpadla. (K provedení a cejchování pojistného ventilu platí předpisy AD 200-Merkblatts). Odfukovací potrubí pojistného ventilu musí být vedeno tak, aby v případě výfuku páry bylo ohrožení osob naprosto vyloučeno.

Sběrná nádoba(jímka) je zařízena na jímání směsi vody a glykolu. Toto je realizováno teplotně stálou jímkou, která musí být schopna přijmout alespoň objem polí kolektoru. Pokud to jde, pak vítáme možnost přijetí celého obsahu zařízení do této jímky, zejména při opravářských pracích. Opětovné zaplnění zařízení můžeme snadno provést pomocí ručního čerpadla.

4.7.3 Čerpadla

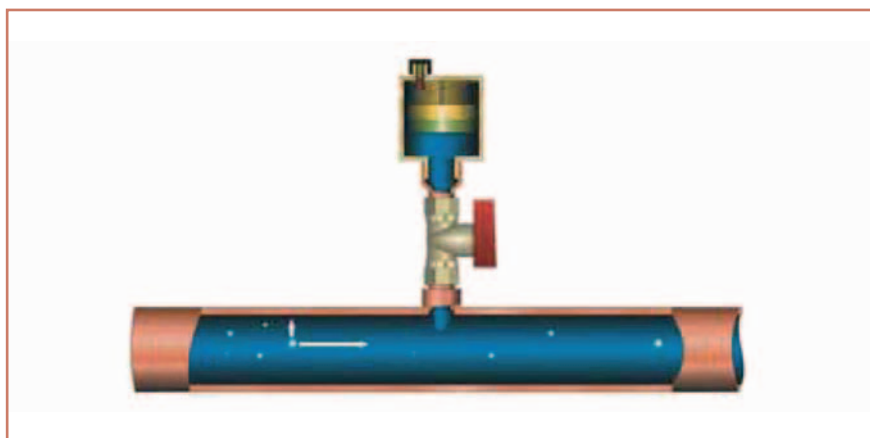
Čerpadla, osazená v kolektorovém oběhu, musejí být odolná proti teplotě. Umístění instalace je voleno tak, aby bylo vyloučeno přehřátí čerpadla. K ochraně čerpadla nesmí podíl nemrznoucího prostředku v teplotnosné směsi překročit 50 %, jinak je provoz ohrožen vlivem přehřátí motoru.

Kromě toho může čerpadlo při nízkých teplotách v kolektorovém okruhu na základě vysokých tlakových ztrát teplotnosné látky vyvolat situaci, že nedojde k cirkulaci.

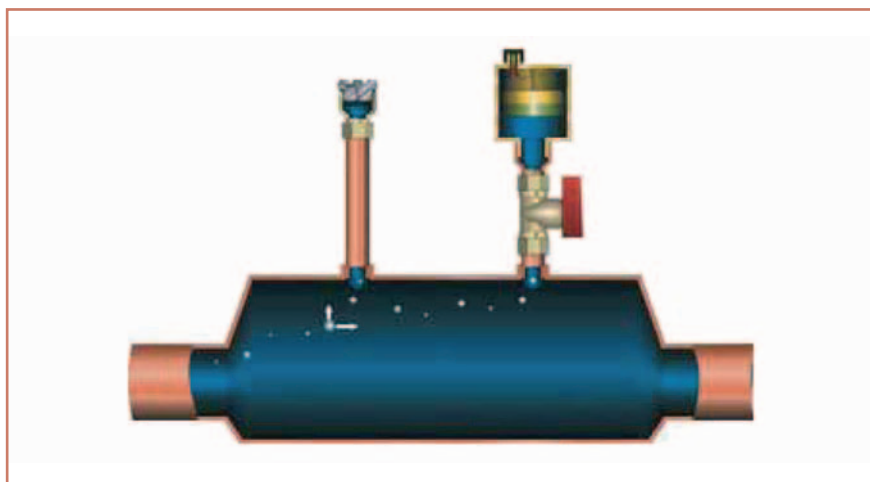
Výhodnou montážní polohu čerpadla by měl bezpodmínečně uvést výrobce. Při poškození čerpadla pečlivě propláchneme kolektorový okruh (viz „Uvedení do provozu“).

4.8 Teplotnosné médium

Jako teplotnosné médium přichází dnes v úvahu pro použití v těchto systémech netoxická směs voda-propylenglykol.



Obr. 13: Odvzdušnění bez uklidnění, s automatickým odvzdušňováním a kulovým kohoutem, grafika: Solarpraxis AG.



Obr. 14: Odvzdušnění na uklidňovacím useku: Ručním ventil (vlevo) a automatické odvzdušňování (vpravo), grafika: Solarpraxis AG.

Ethylenglykol se dnes již používá pouze zřídka a to pro jeho vysokou toxicitu. Jeho využití se omezuje na zavedení do zásobníků, do kterých není zavedena pitná voda. Mrazová odolnost směsi s podílem glykolu 40 % zabraňuje spolehlivě poškození zařízení, mimo to zůstává zařízení přibližně až do $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ provozuschopné.

Při těchto teplotách se vytváří kapalina s krystalky ledu, která avšak není ve stavu, ve kterém by mohla roztrhnout trubkové vedení. V chráněném provozu zařízení s teplotnosným médiem se záru-

kou, je nutno věnovat pozornost těmto následujícím bodům:

- Pro solární zařízení použít výslovně vhodný mrazuvzdorný prostředek.
- Použité materiály v kolektorech musí být odolné vůči glykolu (odsouhlaseno výrobcem)
- V kolektorech nesmí být použit zinek, nebo pozinkované součásti, protože glykol rozpouští zinek.
- Je třeba vyvarovat se obsahu glykolu většímu než 50 %, vedlo by to k poškození expanzní nádoby, byl by zapotřebí vyšší výkon čerpadla a snižovalo by to účinnost zařízení.

4.9 Regulace

Regulace solárního zařízení sestává z následujících komponentů:

- Snímač teploty (čidlo) v kolektorovém poli.
- Snímač teploty ve spodní části zásobníku(ů).
- Regulační jednotka.

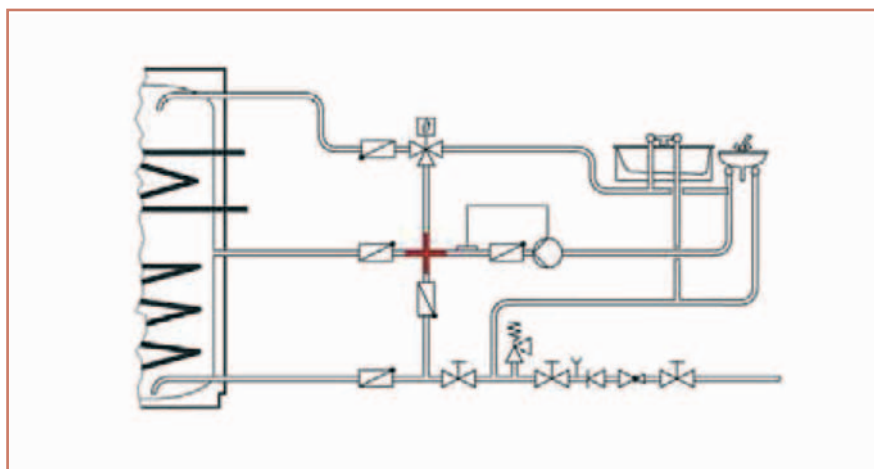
Regulace (jednoduchá rozdílová regulace) disponuje tedy nejméně se 2 vstupy a 1 výstupem. Další snímač teploty (třetí vstup) slouží výhradně k upozornění např. na provoz v horní oblasti zásobníku a nemá žádnou regulační funkci.

Důležitý regulační parametr je rozdíl teplot mezi dvěma čidly. Pokud dojde k překročení zapínacího rozdílu (např. 5 až 8 K), zapne se čerpadlo. Při nenaplnění zapínacího rozdílu (např. 2 K), bude čerpadlo vypnuto.

Montáž termostatického směšovacího zařízení

V solárních zařízeních se mohou v oblasti pitné vody vyskytovat teploty přes 60 °C. Ochrana uživatelů před opařením zde proto nabývá obzvláště na významu. Montáž termostatického směšovacího zařízení k omezení maximální teploty na 60 °C je proto povinností. Překročení hranice 60 °C u teploty zásobníku ve smyslu vyšší teploty solárního vedení výslovně není dovoleno.

Důležité: Pokud bude v rozvodu pitné vody instalováno termostatické směšovací zařízení, je nutno zabezpečit hydraulické spojení cirkulačních okruhů s oběhem studené vody s vodou, určenou k termostatickému směšování. V opačném případě dochází v běžném provozu k cirkulaci bez současného směšování. Míchač studené vody pracuje, ale bez potřebného přítoku. Stane se pak v takovém případě to, že voda s např. 90 °C nebude míchačem zchlazována. Oběh je naproti tomu svázán, dochází k cirkulaci bypassem (obtokem) v cirkulačním systému, dokud teplota pitné vody nedosáhne opět hodnoty 60 °C.



Obr. 15: Napojení cirkulačního okruhu na přítok studené vody termostatického směšovače, grafika: Solarpraxis AG.

Kalcifikace

V minulosti byly teploty v solárním zásobníku často omezeny od 60 do 65 °C, k zamezení kalcifikace. V praxi se však ukázalo, že riziko kalcifikace v převažující většině se vsazenými emailovanými hladkými rourami tepelného zásobníku je zanedbatelné. Příčina spočívá v hladkých plochách povrchu a kromě toho dochází k neustálé změně povrchu vlivem tepelné roztažnosti, která pevnému usazení vápenných usazenin účinně zabraňuje. Kalcium pak klesá jako kal do spodní části zásobníku, odkud je v rámci údržby odstraněno.

Podívejme se nyní na 3 základní možnosti regulace.

4.9.1. Regulace jednozásobníkových systémů

Regulace jednozásobníkových systémů, tak zvaných jednozásobníkových zařízení, je častou používanou regulací. Sestává pouze z teplotního rozdílového regulátoru jakož i ze 2 teplotních snímačů. Teplota v kolektoru je porovnávána s teplotou v spodní oblasti zásobníku. Třetí čidlo může udat optimální teplotní možnost horní části zásobníku.

Jestliže je teplota v kolektoru vyšší než v zásobníku, začne v kolektorovém okruhu pracovat oběžné čerpadlo.

Většinou je tento parametr tak seřízen, že k zapnutí čerpadla je zapotřebí rozdíl teplot mezi kolektorem a zásobníkem 5 až 8 K. Pokud klesne tento rozdíl teplot na 2 až 3 K bude oběžné čerpadlo kolektorového okruhu opět mimo provoz.

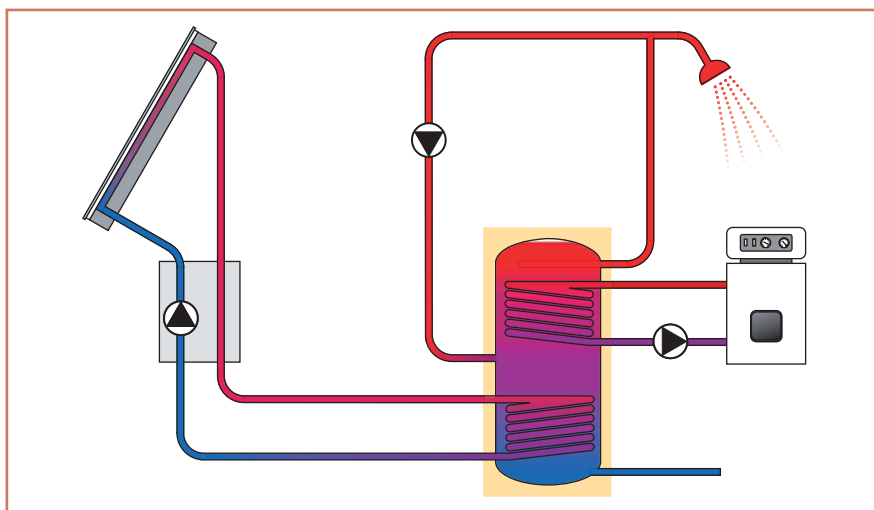
Pokud není k dispozici dostatečný solární ohřev, pak přípravu teplé pitné vody provede vhodný kotel.

4.9.2 Regulace dvouzásobníkových systémů

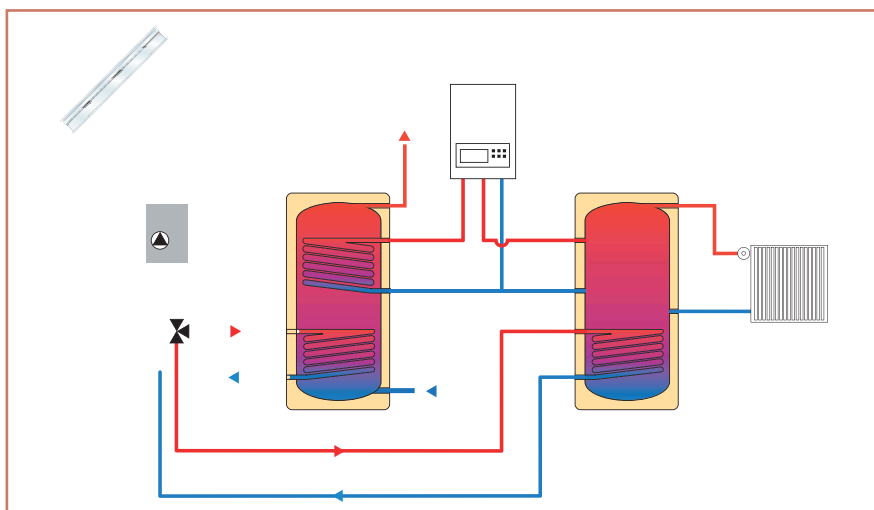
Typickým představitelem jsou zařízení kombinující zásobník teplé pitné vody a ohřev bazénové vody případně zásobník teplé pitné vody a vyrovnávací zásobník. Pro každý zásobník bude zapotřebí jedna vlastní, samostatná, teplotně rozdílová regulace. Potřebné regulační zařízení se proto nazývá také „Dvouzásobníkový regulátor“.

Vždy je přednostně posuzován každý jednotlivý zásobník. Úspěch přepojení podle zatížení prvního zásobníku při výběru dvou zásobníků, zaručuje 3 cestný řadič ventil, nebo je regulace provedena přes čerpadlo.

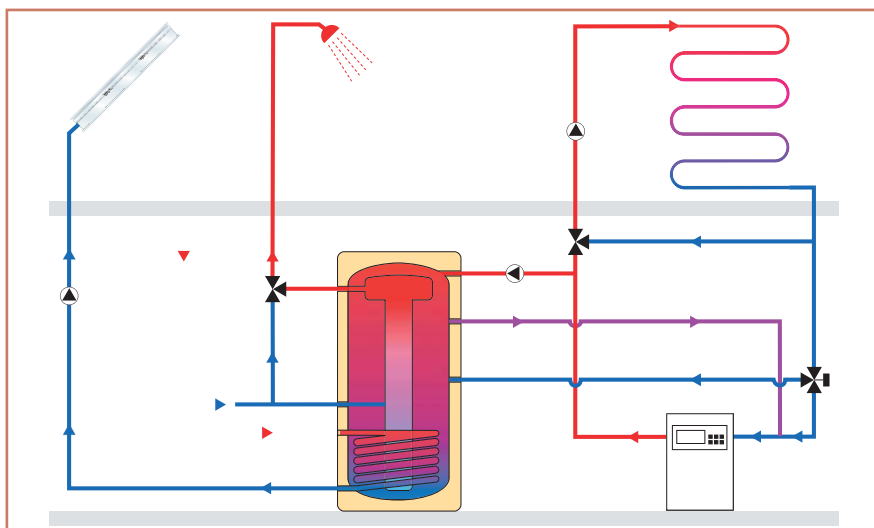
Nejdříve vytápíme upřednostněný zásobník k nějaké nastavené tepelné hodnotě. Následně, případně vždy potom, když další zatížení upřednostněného zásob-



Obr. 16: Typický jednozásobníkový systém, grafika: Solarpraxis AG.



Obr. 17: Typický systém s vyrovnávacím zásobníkem, grafika: Solarpraxis AG.



Obr. 18: Typický systém s kombinovaným zásobníkem, grafika: Solarpraxis AG.

níku není možné, následuje zatížení druhého zásobníku. Při užití externího tepelného výměníku je třeba přihlížet, že plnicí čerpadlo zásobníku je v sekundárním okruhu paralelně připojeno k oběžnému čerpadlu kolektorového okruhu.

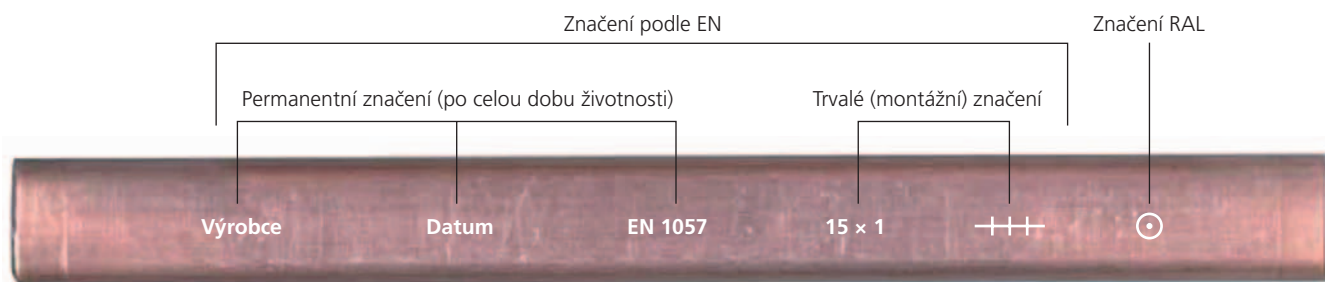
4.9.3 Regulace systémů s kombinovaným zásobníkem

U kombinovaných zásobníkových systémů vytváří vyrovnávací zásobník a zásobník pitné vody jednu kompaktní jednotku. Pro regulaci je přítom rozhodující, zda napojení podpory vytápění je provedeno permanentně, anebo regulovaně. Při celoročně používané teplotě 35 °C v oběžném systému, např. u podlahového vytápěcího systému, by mělo být připojení permanentní, protože si vystačí bez dodatečných armatur a regulačních komponentů. Regulační technika zde pozůstává zde z jednoduché regulace zásobníku.

Pro zařízení s vyššími oběžnými teplotami v okruhu nad 35 °C, nepřichází tato varianta v úvahu. Jinak by došlo k šíření teploty z vytápěcího teplotního okruhu do oblasti zásobníku. Tím by klesal stupeň využití solárního zařízení. Zde je jako tzv. „Řízené napojení oběhu“ zapotřebí nějaká dodatečná teplotně rozdílová regulace. Princip je jednoduchý: Jestliže je oběh teplejší jako kombizásobník, zařadí 3 cestný ventil vytápěcího teplotního oběhu na solární zásobník oběh pryč, přímo do vytápěcího kotle. Naproti tomu může oběh v zásobníku odebírat teplotu, pokud bude veden v případě své nízké teploty skrz solární zásobník. Je tak zamezeno nechtěnému ohřevu zásobníku prostřednictvím kotle.

Jedná se zde o zvláštní dvouzásobníkovou regulaci, protože vždy je potřebná rozdílová teplotní regulace pro zatížení zásobníků a jiná pro vyprázdnění, respektive navýšení vytápěcího oběhu. Vytápěcí kotel vstupuje podle teploty předehřátého oběhu všeobecně, nebo pracuje jen na jeden nepatrný výkonový stupeň.

5. Montáž a instalace tepelného solárního zařízení



5.1 Instalační komponenty

5.1.1 Měděné trubky

V tepelných solárních zařízeních používáme měděné instalační trubky, vyrobené podle ČSN EN 1057. Tato norma stanoví způsob objednávky, vlastnosti, složení, dodací podmínky a zkoušky kruhových trubek s průměrem od 6 do 267 mm.

Na těchto měděných trubkách najdeme také značku spolku RAL což znamená, že tyto trubky byly podrobeny zvláštním jakostním zkouškám.

5.1.2 Tvarovky

Ke spojování měděných trubek v solárních zařízeních můžeme použít tyto tvarovky:

- jakostně ověřené tvarovky pro kapilární pájení podle normy ČSN EN 1254-1 a ČSN EN 1254-4,
- tvarovky s konci pro lisované spoje podle prEN 1254-7,
- tvarovky s konci pro spoje měděných trubek sevřením podle ČSN EN 1254-2.

Součásti solárního tepelného zařízení jsou v provozu vystaveny vyšším teplotám, než součásti v „normální“ vytápěcí technice. Měděné trubky, tvarovky pro kapilární pájení, lisované tvarovky se speciálním těsněním pro solární zařízení, nebo svěrná spojení jsou pro náročné požadavky v solární oblasti velmi vhodné.

To, že jsou použity kvalitní komponenty, potvrzené důkladnými zkouškami trubek, tvarovek, pájek a tavidel dává prováděcí firmě, projektantovi a uživateli záruku kvalitně provedené instalace.

Všeobecně platí, že pro všechny montážní části jsou zásadními údaji údaje výrobců. Určují, kam až platí oblast využití jejich výrobku.

Závitové spojení nemůže být utěsněno s PTFE – páskou (teflonovou páskou), protože v této těsnící ochraně proti prolínání směsi voda-glykol by mohla plíživě nastat netěsnost. Používáme odborně provedené utěsnění konopím.

5.1.2.1 Tvarovky ke kapilárnímu pájení

Tvarovky pro kapilární pájení, vyrobené podle normy 1254-1, se značkou kvality RAL pro dimenze 6 až 108 mm jsou běžně k dostání. Tvarovky pro přechod, vyrobené podle normy 1254-4 (kombinující jiné konce pro spojení s konci pro spoje připájením nebo sevřením) jsou k dispozici až do velikosti závitové strany 4".

Při měkkém a tvrdém pájení je používána technologie kapilárního pájení, což znamená, že kapilární mezera musí být velmi úzká, musí mít svoji stanovenou hodnotu (viz Montážní pokyny HCPC, str. 7), která je:

- až do průměru 54 mm (včetně) 0,02 až 0,30 mm
- nad 54 mm až do průměru 108 mm je to do 0,40 mm

Správná příprava pájeného spoje spočívá v kolmém řezu trubky, sražení vnitřní i vnější hrany trubky (odjehlení), u měkkých měděných trubek (R 220) kalibrování konce trubky, mechanické očištění konce trubky (speciální rouno, nebo smirkové plátno), nanesení tavidla na konec trubky, očištění otvoru tvarovky kruhovým kartáčem, zasunutí trubky

do tvarovky a pájení. Pájení naměkko je možné použít pouze pro ty spoje, kde teplota zaručeně nepřekročí teplotu 110 °C. Spoje, pracující nad touto oblastí musí být pájeny natvrdo. Páječ musí mít příslušné osvědčení. (dle ČSN EN 13133 a ČSN EN 13 134).

5.1.2.2 Lisované spoje

Pro využití lisovaných spojů v solárních zařízeních jsou nabízeny tvarovky s těsněním pro standardní použití a také i těsnící elementy pro vyšší výkony kolektoru. Při použití t.j. přípravě spoje a samotném lisování lisovaných tvarovek musíme postupovat podle montážního návodu výrobce těchto tvarovek. Lisované spoje může provádět pouze pracovník, který prošel školením a má příslušné osvědčení.

Platí tyto zásady: Lisované tvarovky musejí mít speciální těsnění, u kterého byla důkladnými zkouškami prokázána vhodnost pro jejich osazení na kolektory. Konec trubky musí mít řádně sraženou vnitřní i vnější hranu. Vnější ostrá hrana (otřep) by mohla poškodit při nasouvání těsnění, vnitřní hrana by zvyšovala odpory při proudění tekutiny. Konec trubky musí být čistý, není povoleno používat při nasouvání mazání konce trubky nějakým přípravkem. Tvarovka musí být zasunuta až na doraz, je vhodné tuto hloubku zasunutí před zasouváním označit na trubce značkou. Samotné lisování je možné provádět pouze správným nářadím, stanoveným výrobcem tvarovek. Tím dosáhneme nerozebíratelného spojení.

5.1.2.3 Svěrné spoje

Kovově těsnící svěrné spoje patří do skupiny rozebíratelných spojů pro hladké konce trubek. Tvarovky se svěrnými konci podle ČSN EN 1254 – 2 jsou k dodání pro rozměry trubek do 108 mm. Závitů těchto tvarovek zaručují kompatibilitu s ostatním spojovacím systémem.

5.2 Pájky a tavidla

V sestavách solární tepelných zařízení je nutno respektovat EN 12977-1, podle které mohou být v trubkových rozvodech použity přídatné materiály a tavidla, které vyhovují provozním teplotám a provozním tlakům. Zde je nutné obzvláště přihlížet k tomu, že solární zařízení pracují v oblasti vysokých teplot.

Protože pájení naměkko se podle údajů výrobců smí používat pouze do teploty 110 °C, není pájení naměkko v solárních soustavách povoleno.

Je proto třeba upřednostnit jiné techniky spojování, jako je např. pájení natvrdo, svařování, lisování nebo svěrné spoje. Tvrdé pájky uvádí norma ČSN EN 1044, tavidla norma ČSN EN 1045. Je vhodné, aby tyto produkty byly opatřeny značkou kvality RAL. Příklad těchto pájek je uveden v tabulce č. 3. Tyto produkty jsou v plném rozsahu vhodné pro solární zařízení, pro teploty a tlaky, které se zde vyskytují.

Tvrdé pájky podle ČSN EN 1044	Interval tavení (°C)	Tavidlo ČSN EN 1045	Interval působení tavidla (°C)
CP 203 (L – CuP6)	710–890	FH 10 (F – SH1)*	550–800
CP 105 (L – Ag2P)	645–825		
Ag 106 (L – Ag34Sn)	630–730		
Ag 104 (L – Ag45Sn)	640–680		
Ag 203 (L – Ag44)	675–735		

Tabulka 3: Povolené tvrdé pájky a tavidla pro solární instalace

* Při použití pájky CP 203 a pájky CP 105, při pájení měď – měď není nutné použití tavidla.

Vnější průměr (mm)	12	15	18	22	28	35	42	54
Vzdálenost připevnění (m)	1,25	1,25	1,5	2	2,25	2,75	3	3,5

Tabulka 4: Směrné hodnoty pro vzdálenosti připevnění (úchytek) měděných trubek (DIN 1988, část 2)

Pohled přes hranice (např. do Rakouska)

V Rakousku se může měděný rozvod solárních zařízení s normalizovanou klidovou teplotou ≤ 200 °C a přepouštěcí tlakovou oblastí ≤ 6 bar pájet pájkou S-Sn97Cu3 (EN 29453) a odpovídající pájecí pastou.

Je to povoleno rakouskou normou M 7826-1 a -2. Použití jiné pájecí pasty není povoleno. Pro solární zařízení s vyšší klidovou teplotou anebo s vyšším provozním tlakem, platí také v Rakousku již dříve uvedená kritéria, pokud jde o volbu vhodné spojovací techniky.



5.3 Přípravné a spojovací techniky

Pro spojování měděných trubek v instalacích plynu platí u nás TPG 700 01, pro pitnou vodu je to ČSN EN 806-2. a připravovaná prEN 806-4, v Německu je to DVGW – Arbeitsblatt GW 2.

HCPC vydalo k instalacím měděných trubek ve smyslu uvedených předpisů brožuru „Měděné trubky a tvarovky v technických zařízeních budov – Montážní pokyny“. Přeložilo také učebnici „Odborná instalace měděných trubek – Vyučovací program pro střední odborné školy a střední odborná učiliště“. Zásady zde uvedené platí i pro montáž solárních zařízení.

Další informace můžeme také nalézt na stránkách informačního výtisku „i 158 – die fachgerechte Kupferrohrinstallation“, který vydává v Německu DKI (Deutsches Kupferinstitut).

5.4 Tepelná roztažnost

Měď má malý součinitel tepelné roztažnosti $\alpha = 0,017$ (mm/m•K), proto se 1 m měděné trubky při ohřátí o 100 °C prodlouží jen o 1,7 mm. Plyne z toho, že nám tepelné dilatace nedělají takové problémy jako u trubek z jiných materiálů. Přesto se snažíme, aby montáž trubek byla provedena dle správných montážních zásad tak, aby bylo vyloučeno jakékoliv přídavné namáhání (viz literatura HCPC).

5.5 Uchycení rozvodu

Solární vedení nesmí být uchyceno k trubkám rozvodu plynu, ani k rozvodům vody. Nesmí přenášet ani žádné přídavné zatížení. Musí být uchyceno tak, aby nemohlo docházet k přenosu hluku na stavební konstrukci. Uchycení trubek musí umožňovat axiální pohyb trubek, způsobený jejich tepelnou dilatací.

5.6 Montáž mědi v uzavřených zařízeních ke komponentům z jiných materiálů

V Německu je stanoveno, že v uzavřených zařízeních je nutno dbát na odborné zásady, vymezené pro teplovodní vytápěcí soustavy v předpisu VDI 2035. Jde o zásadu, zabránit možným vznikům koroze. Pro vznik korozivní reakce je totiž velmi důležitým partnerem kyslík. Proto je velmi důležité provést při prvním ohřevu řádné odvzdušnění. Je také zapotřebí dbát na to, aby v žádném případě nedocházelo ke zpětnému přívodu kyslíku. Měděný rozvod a jeho řádně provedené spoje jsou pro kyslík dokonale nepropustné. Oproti tomu pozinkované trubky a fitinky jsou proto pro solární zařízení nevhodné.

6. Uvedení do provozu a údržba tepelného solárního zařízení



6.1 Tlaková zkouška a proplach zařízení

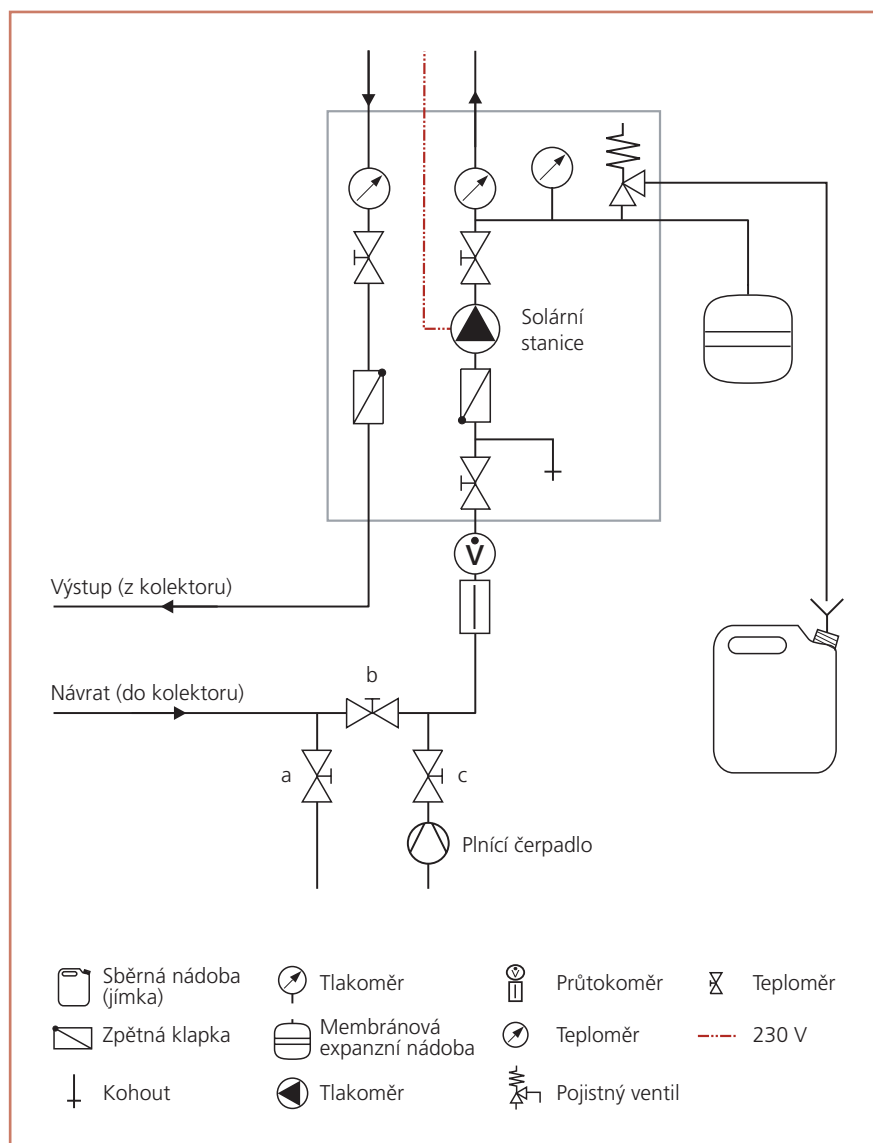
Kolektorový okruh se musí po dokončení podrobit tlakové zkoušce. Tato zkouška se provádí podle EN 12976-1 zkušební tlakem, který je 1,5 násobkem maximálního provozního tlaku. Tento tlak nesmí během zkušební doby (min. 2 hodiny) poklesnout. Po tlakové zkoušce necháme tlak poklesnout a začneme s proplachem zařízení. Proplach slouží k potřebnému odstranění nečistot ze zařízení. K proplachu zařízení je připojena hadice na plnicí kohout „c“, přičemž před ním ležící kohout „b“ musí být uzavřen a otevřeným kohoutem „a“ odtéká voda, kterou jsme provedli proplach (viz obr. 19). Během připojení proplachovacího zařízení je kohout „b“ ještě krátce otevřen, aby také došlo k vyčištění krátké uzavírací cesty. Aby nedošlo k varu tekutiny v kolektoru, by nemělo být zařízení čištěno během silného slunečního záření, respektive plněnou vodou. V opačném případě by měly být kolektory zakryty. Během mrazů nesmí být zařízení v žádném případě proplachováno. Upozornění k provozu během mrazů: Mnoho kolektorů nebo trubkových vedení nezůstane po tlakové zkoušce anebo po proplachu vyprázdněno. Je tím vystaveno nebezpečí poškození mrazem. Solární zařízení při proplachu vodou je proto nutno hned po vypuštění vody při nebezpečí mrazu naplnit teplosnosným médiem a nechat je projít celým okruhem, aby mohlo dojít k důkladnému promíchání se zbytky vody.

6.2. Zaplnění okruhu kolektoru

Celkový objem kolektorového okruhu je možno přibližně určit podle Tab. 2 a podle údajů výrobců. Je vhodné použít tohoto postupu při přípravě nemrznoucí směsi. Koncentrát se musí na samotné stavbě řádně promíchat. K samotné přípravě směsi nemrznoucího koncentrátu a vody stačí čisté vědro, nebo nádržka míchacího čerpadla. při této přípravě by měl být dosažen směšovací poměr, zadaný od výrobce zařízení. Míchání směsi v samotném zařízení není dovoleno.

Namíchanou solární směs dodáme přímo do zařízení.

- připojíme plnicí hadici na plnicí kohout „c“ (viz obr. 19). Vedlejší uzavírací



Obr. 19: Plnění kolektorového okruhu, grafika: Solarpraxis AG.

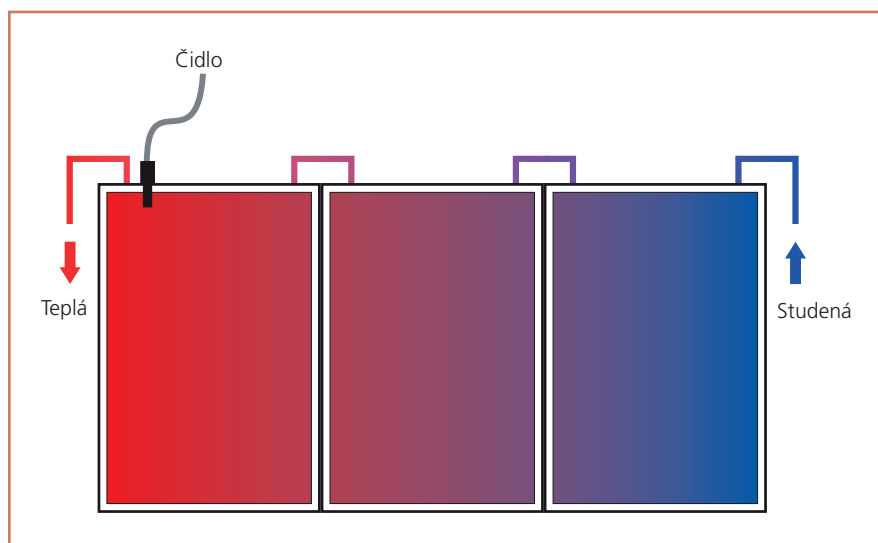
rací kulový kohout „b“ zavřít a napojit další hadici na vypouštěcí kohout „a“ a vložit ji do nádoby, kterou jsme použili na přípravu směsi.

- Zařízení naplníme pomocí plnicího čerpadla poháněného vrtačkou, odstředivým čerpadlem, nebo zkušební čerpadlem přes kohout „c“.
- Pracovní tlak zařízení nastavíme na místě umístění manometru jako součet statického tlaku plus 0,5 až 0,8 bar.
- Oběžné čerpadlo kolektorového okruhu zapneme do provozu po důkladném promíchání teplotnosné látky

a opětovném přezkoušení její odolnosti proti zamrznutí na vzorku, který odebereme z plnicího, nebo vypouštěcího kohoutu.

6.3 Seřízení průtoku zařízením

Tepelná solární zařízení asi do 10 m² velikosti kolektorů by měla být provozována v režimu High Flow (od 30 do 50 litrů na čtvereční metr za hodinu), protože zde pracují hospodárně. V praxi jsou avšak některá zařízení, která jsou provozována v režimu Low Flow a protože se to jeví jako smysluplná varianta.



Obr. 20: Zařazení teplotního čidla, grafika: Solarpraxis AG.

K tomu patří především vrstvené nabíjecí systémy, zařízení s mnoha za sebou zařazenými kolektory a také všemi oběhově regulovanými zařízeními. Principiálně platí také v malých zařízeních že Low Flow není chybou. Častokrát se požaduje, aby pomocí výkonnějších kolektorů a lepší izolace také i v malých zařízeních byl prosazen Low Flow jako způsob provozu.

Zařízení přes 10 čtverečních metrů kolektorové plochy by měla být vždy provozována jako zařízení Low-Flow (15 až 20 litrů na čtvereční metr za hodinu). U těchto větších zařízení podíl Low Flow převažuje. Průtok kolektorovým okruhem je snímán průtokoměrem a podle potřeby nastaven na potřebnou hodnotu. V každém případě by měl s nejnižším stupněm dodávky čerpadla začít regulační orgán průtokoměru regulovat a zaomezit škrcení v obvodu čerpadla. Pokud není dosažen požadovaný objemový průtok v okruhu čerpadla při minimálním stupni jeho dodávky, je volen vyšší stupeň.

6.4 Přezkoušení solární regulace

Během většiny regulace je naměřená teplota u výstupu z kolektorového pole srovnávána s teplotou, naměřenou ve spodní části tepelného zásobníku. Po-

kud je rozdíl mezi oběma teplotami větší jako tak zvaný zapínací teplotní rozdíl, musí solární regulátor uvést do provozu oběhové čerpadlo kolektorového okruhu. V souvislosti s umístěním čidla kolektoru je nutno dávat pozor zda v posledním protékáním kolektoru (= horký výstup kolektoru, viz obr. č. 20) je namontováno přesně na výrobcem kolektoru plánované pozici. V opačném případě impuls čidla vyvolá chybnou regulaci, k regulaci dochází pozdě, anebo není regulováno vůbec. Čidlo tepelného zásobníku by mělo být montováno ve střední výšce tepelného zásobníku kolektorového okruhu. Nesmí být montováno výrazně výše, ani výrazně hlouběji, jinak regulace čerpadla solárního okruhu čerpadlo zařadí příliš brzy, anebo příliš pozdě.

6.5 Odvzdušnění okruhu kolektorů

Již při zaplňování kolektorových okruhů musíme ponechat dostatečně dlouhou dobu na odstranění vzduchu, na vypuzení jeho bublinek, které se v systému nacházejí. Lze to poznat podle toho, že při čerpání ručním pohonem solárního čerpadla se přestanou ozývat zvuky ve vedení. Zbývající vzduch se uvolňuje a zůstává v klidové fázi čerpadla nahoře – shromažďuje se na nejvyšším místě – což dává možnost, provést odvzdušnění.

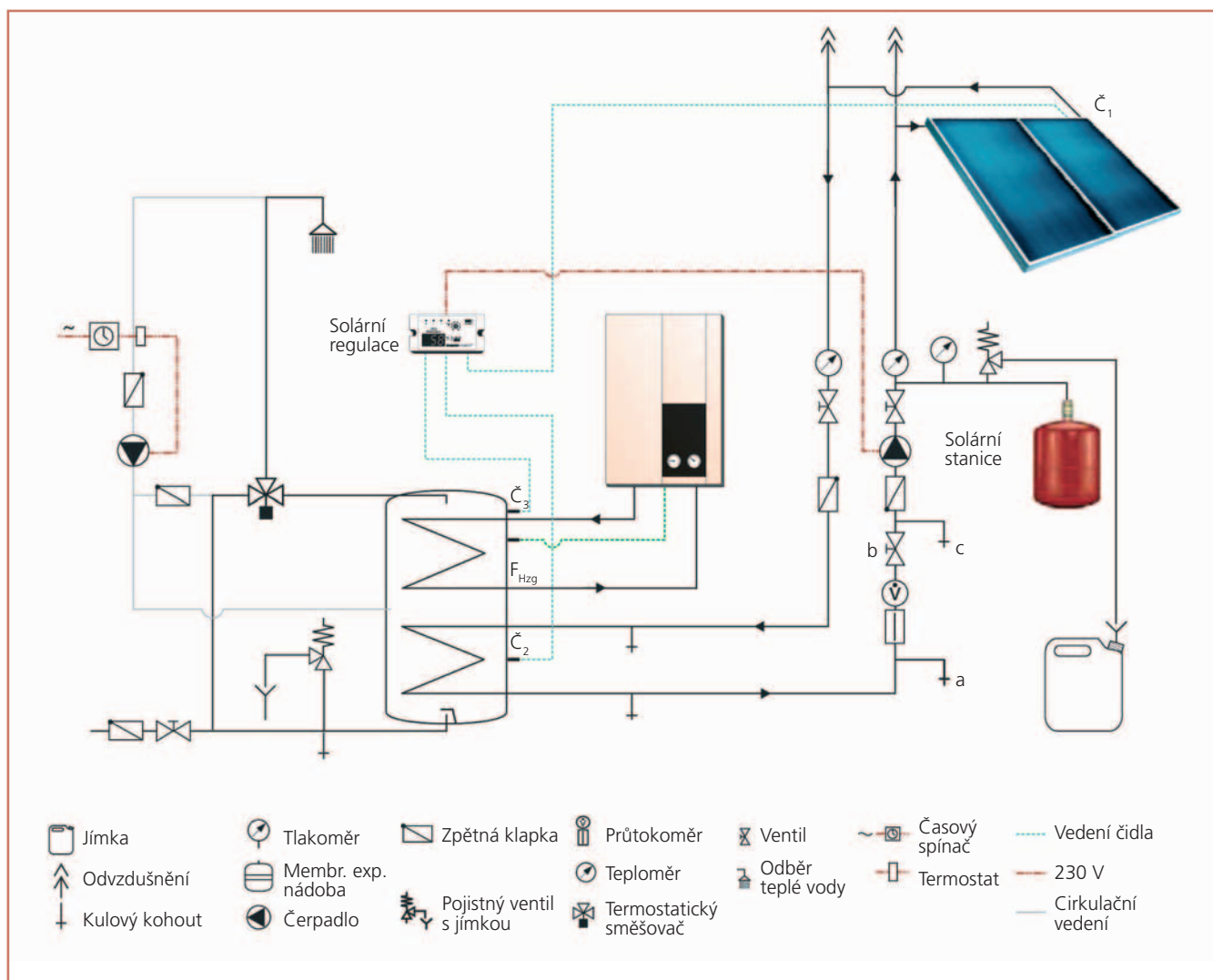
Odtud jej musíme ručně, anebo pomocí automatického odvzdušňovacího zařízení odstranit.

Vzduch, který je pohlcený v kapalině se nedá takto odstranit. Jedná se v každém případě asi o 0,5 litru vzduchu na 10 litrů kapaliny. Tento vzduch lze z tekutiny uvolnit až teprve několikerým zahřátím. Některá zařízení, která jsou uvedena do provozu na podzim, musí být tedy znovu na jaře odvzdušněna, protože zbývající vzduch se uvolní s přibývajícím slunečním svitem až v březnových, respektive dubnových dnech.

Při plnění zařízení s pracovním tlakem je možno použít vodní předlohu, která zabráni zpětnému nasátí vzduchu. Celoročně to pak zaručuje nepatrný přetlak také na nejvyšší oblasti zařízení. Pokud by v systému nastal někdy i malý podtlak, bude vzduch nasát. Vzduch v systému způsobí rušivé zvuky, a při jeho velkém množství v systému dokáže tento vzduch zabránit recirkulaci.

Vzduch v solárních zařízeních je nejčastější závadou zařízení. Pokud k zavzdušnění dojde, musí být zařízení okamžitě odstaveno a nalezena závada, která to způsobila. Jinak dojde k silné oxidaci nemrznoucí směsi. V souvislosti s oxidací dojde ke snížení hodnoty pH, stane se kyselější. Delší čas neobjevená závada může dokonce způsobit poškození kolektoru.

Vzduch může také poškodit čerpadlo kolektorového okruhu, jelikož jeho ložiska by byla nedostatečně chlazená. Porézní části musí proto být proto bezpodmínečně utěsněny. Například nelze v žádném případě připustit, aby do systému trvale pronikal vzduch přes centrální odvzdušňovač. Pokud tomu tak je, pak je nutno jej ze systému odstranit. Aby nemohlo dojít při tlakové zkoušce během tlakového navýšení k zavzdušnění a ke znečištění, je vhodné, aby před automatický odvzdušňovač byl zařazen kulový kohout, kterým by bylo možno uzavřít přívod k tomuto odvzdušňovači.



Obr. 21: Schéma zapojení typického solárního zařízení k ohřevu pitné vody, grafika: Solarpraxis AG.

6.6 Uvedení do provozu, údržba a odběr

Ačkoliv solární zařízení vyžadují nepatrné náklady na údržbu, doporučuje se v pravidelných časových odstupech přezkoušet funkci a stav zařízení. Kalkulujeme na rok maximálně jednu hodinu pracovních nákladů s připočtením cestovního pro odborného instalatéra.

Obzvláště vizuální kontrola vyžaduje tlak v zařízení. Již u předepsaných nejnižších tlaků se může projevit nějaká netěsnost a její příčinu je pak možné odstranit. Popřípadě je možné provést novou tlakovou zkoušku.

V rámci údržby (je neméně 2 letá), pak provést také kontrolu kapaliny a to její odolnost proti mrazu a kontrolu hodnoty pH a porovnat je s údaji výrobců. Je-li pH menší než 7, musíme v každém případě celý obsah solární kapaliny vyměnit.

Návod k obsluze a instrukce k údržbě mají být umístěny v instalační místnosti zařízení na dobře viditelném, chráněném místě. Předtisky kontrolních seznamů v dodatku doplňují dokumentaci výrobců a ulehčují jak instalaci a uvedení do provozu, tak i správnou údržbu zařízení.

6.7 Životnost a znečištění kolektorů

V praxi se často vyskytují dotazy, jaká je životnost solárního zařízení. Průzkumy jasně ukázaly, že solární zařízení s odbornou údržbou a pravidelnými kontrolami provozovatelem, mají životnost výrazně větší, než 20 roků.

Vedle těchto otázek je také častý dotaz ke znečištění kolektorů. Kontroly dávají jasnou odpověď: Zařízení v normální zástavbě ve městě a zemi ztrácejí znečištěním maximálně 2 % ze své výkonnosti, jak bylo prokázáno. Čištění kolektorů proto není potřebné.



7. Dodatek

7.1 Normy a pracovní předpisy

Nářízení k energetickým úsporám 2004 (EnEV)

ČSN EN 12975-1

Tepelná solární zařízení a jejich části;
Kolektory
Část 1: Všeobecné požadavky

ČSN EN 12975-2

Tepelná solární zařízení a jejich části;
Kolektory
Část 2: Způsob zkoušky

ČSN EN 12976-1

Tepelná solární zařízení a jejich části;
Polotovary zařízení,
Část 1 Všeobecné požadavky

ČSN EN 12976-2

Tepelná solární zařízení a jejich části;
Připravená zařízení,
Část 2: Způsob zkoušky

ČSN EN 1044

Tvrdé pájení – Přídavné kovy

ČSN EN 1045

Tvrdé pájení – Tavidla pro tvrdé pájení –
Klasifikace a technické dodací podmínky

ČSN EN 1057

Měď a slitiny mědi – Trubky bezešvé
kruhové z mědi pro vodu a plyn pro
sanitární instalace a vytápěcí zařízení

ČSN EN 1254-1

Měď a slitiny mědi – Tvarovky – Část 1:
Tvarovky s konci pro tvrdé nebo měkké
připájení k měděným trubkám

ČSN EN 1254-2

Měď a slitiny mědi – Tvarovky – Část 2:
Tvarovky s konci pro spoje měděných
trubek sevřením

ČSN EN 1254-4

Měď a slitiny mědi – Tvarovky – Část
4: Tvarovky kombinující jiné konce pro
spojení s konci pro spoje připájením
nebo sevřením

prEN 1254-7

Měď a slitiny mědi – Tvarovky s konci
pro lisované spoje pro kovové trubky

ČSN EN 806-1

Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené
k lidské spotřebě – Část 1: Všeobecně

ČSN EN 806-2

Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené
k lidské spotřebě – Část 2: Navrhování

ČSN EN 806-3

Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené
k lidské spotřebě – Část 3: Dimenzování
potrubí – Zjednodušená metoda

prEN 806-4

Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené
k lidské spotřebě – Část 4: Instalace

DIN V EN V 12977-1

Thermische Solaranlagen und
ihre Bauteile; Kundenspezifisch
gefertigte Anlagen, Teil 1: Allgemeine
Anforderungen

DIN V EN V 12977-2

Thermische Solaranlagen und ihre
Bauteile; Kundenspezifisch gefertigte
Anlagen, Teil 2: Prüfverfahren

DIN V EN V 12977-3

Thermische Solaranlagen und ihre
Bauteile; Kundenspezifisch gefertigte
Anlagen, Teil 3: Leistungsprüfung von
Warmwasserspeichern

DIN 1055-4

Lastenannahmen für Bauten;
Verkehrslasten;
Windlasten nicht schwingungsanfälliger
Bauwerke

DIN 1055-5

Lastenannahmen für Bauten;
Verkehrslasten;
Schneelast und Eislast

DIN 18338

Dachdeckungs- und
Dachdichtungsarbeiten

DIN 18451

Gerüstarbeiten

Pr ISO 9488

Thermische Solaranlagen und ihre
Bauteile; Terminologie (ISO/DIS 9488;
1995)

ISO/TR 10217

Ausgabe: 1989-09 Solarenergie;
Wasserheizsysteme; Richtlinie für die
Werkstoffauswahl mit Bezug auf innere
Korrosion

ISO 9459

Solar heating – domestic water heating
systems

DKI Informationsdruck i.158

Die fachgerechte Kupferrohrinstallation

DIN 1988-2

Technische Regeln für Trinkwasserinstalla-
tionen (TRWI): Planung und Ausführung;
Bauteile; Apparate; Werkstoffe;
Technische Regel des DVGW

DIN 1988-4

Technische Regeln für Trinkwasserinstalla-
tionen (TRWI): Schutz des Trinkwassers;
Erhaltung der Trinkwassergüte;
Technische Regel des DVGW

DIN 480

Ausdehnungsgefäße

VDI 2035-2

Vermeidung von Schäden an
Wasserheizungsanlagen – Wasserseitige
Korrosion

VDI 6002

Solare Trinkwassererwärmung

DVGW-Arbeitsblatt GW 2

Verbinden von Kupferrohren für die
Gas- und Trinkwasser-Installation
innerhalb von Grundstücken und
Gebäuden

AD 2000 Merkblatt A2

Ausführung und Kennzeichnung von
Sicherheitsventi

7.2 Odkazy a seznam literatury

Odborná instalace měděných trubek

– Vyučovací program pro střední odborné školy a střední odborná učiliště
Literatura HCPC

Měděné trubky a tvarovky v technických zařízeních budov

Vytápění, voda, plyn, topné oleje, stlačený vzduch – Montážní pokyny
Literatura HCPC

Příručka k projektování systémů z měděných trubek v technických zařízeních budov

Obsahující poznatky – Hlediska projektování
Literatura HCPC

ZAHRANIČNÍ LITERATURA

Odborné knihy:

Deutsches Solarfirmen-Verzeichnis

Energiewende Verlag und Vertrieb, Freilassing (Hrsg.): Im Internet abrufbar unter: www.solarenergie.com Das „Deutsche Solarfirmen-Verzeichnis“ mit über 1.700 Einträgen ist zu einer sehr umfangreichen und gefragten Informationsquelle im Solarbereich angewachsen. Es wird monatlich aktualisiert. Man kann nach verschiedenen Rubriken suchen.

Solarstrom – Solarthermie

Hadamovsky, H. F.; Jonas, D.: Würzburg: Vogel, 2004. 256 S. + CD-ROM, ISBN 3-8023-1937-0, EUR 29,80

Beratungspaket Solarthermie, Kunden kompetent beraten – Solartechnik erfolgreich verkaufen

2006, Solarpraxis AG, ISBN 3-934595-63-4, EUR 49,-

Marktübersicht Solarkollektoren CD-ROM Datenbank mit ca. 250 Solarkollektoren

2003, Solarpraxis AG, EUR 69,-
Marktübersicht Solarspeicher 2004 Juni 2004. CD-ROM, ISBN 3-934595-22, EUR 7,69

Solarwärme optimal nutzen – Technik, Planung und Montage

Schreier, N., Wagner, A., Orths, R., Rotarius, T., 17. Auflage, 2002, Wagner & Co. Solartechnik GmbH, ISBN 3-923129-36-X, EUR 19,80

Langzeiterfahrung Solarthermie – Wegweiser für das erfolgreiche Planen

und Bauen von Solaranlagen Peuser, F. A., Remmers, K. H., Schnauss, M., 2001, Solarpraxis AG, ISBN 3-934595-01-4, EUR 49,-

Große Solaranlagen – Einstieg in Planung und Praxis

Remmers, K. H., 2. überarbeitete Auflage 2001, Solarpraxis AG, ISBN 3-934595-06-5, EUR 65,-

Sonnenwärme für den Hausgebrauch: Ein Ratgeber für Auswahl und Kauf der eigenen Solaranlage

Dr. Sonne Team, 2000, Solarpraxis AG, ISBN 3-934595-01-4, EUR 19,-

Tragkonstruktionen für Solaranlagen, Planungshandbuch zur Aufständigung von Solarkollektoren

Erfurth + Partner, Steinbeis-Transferzentrum, Solarpraxis, 2001, Solarpraxis AG, ISBN 3-934595-11-1, EUR 59,-

Solare Wärme – Vom Kollektor zur Hausanlage

BINE, ISBN 3-934595-56-1, EUR 17,80

Das Solarbuch, Fakten, Argumente, Strategien

Witzel, W., Seifried, D. Ökobuch Verlag, 2000, EUR 15,30

Vertrieb: solid Solarenergie

Informations- und Demonstrationszentrum, Heinrich-Stranka-Str.3–5, 90765 Fürth, Tel.: 0911/81027-0, Fax: 0911/81027-11

Das Solarbuch.

Fakten, Argumente, Strategien. Energieagentur Regio Freiburg GmbH (Hrsg.), 2004, Ökobuch-Verlag, 2004, ISBN 3-936896-02-X, EUR 19,90

Solaradressbuch 2004. Das Anwenderbuch für die Branche. Praxisratgeber, Förderung, Marktübersichten, Anschriften und Leistungsverzeichnis

Johnsen, B. (Hrsg.): SunMedia Verlagsund Kongressgesellschaft für Erneuerbare Energien mbH, Hannover (Hrsg.) 2004. 223 S., 5., überarb. Aufl., ISBN 3-9807957-5-6, EUR 10,-
Vertrieb: SunMedia Verlags- und Kongressgesellschaft für Erneuerbare Energien mbH, Querstr. 31, 30519 Hannover, Tel.: 0511/ 8 44-1932, Fax: 0511/ 8 44-2576
info@sunmediaverlag.de, www.erneuerbareenergien.de

Thermische Solaranlagen

Kartchenko, N.: Berlin : Verl. für Wissenschaft und Forschung GmbH, 2004. 514 S., 2., überarb. u. verb. Aufl., ISBN 3-89700-372-4, EUR 59,90

Marktübersicht Solarspeicher 2004

solid Solarenergie Informations- und Demonstrationszentrum, Fürth (Hrsg.); (Hrsg.): Juni 2004. CD-ROM, ISBN 3-934595-22-7, EUR 69,-
Vertrieb: solid Solarenergie Informations- und Demonstrationszentrum, Heinrich-Stranka-Str. 3-5, 90765 Fürth, Tel.: 0911/ 8 10 27-0, Fax: 0911/ 8 10 27-11

Expert Praxislexikon Sonnenenergie und solare Techniken.

1750 Begriffe von A-Z zum Verständnis der solaren Techniken und zur Nutzung der Sonnenenergie für eine umweltschonende Energiebereitstellung
Weik, H.: Renningen-Malmsheim: expert-Verl., (Nachdruck geplant zum 1. Quartal 2006). 340 S., ISBN 3-8169-2538-3, EUR 38,-

Strategien

Witzel, W.; Seifried, D.: Energieagentur Regio Freiburg GmbH (Hrsg.) Staufeu: Ökobuch, 2004. 197 S. + CD-ROM, 2., überarb. u. erg. Aufl., ISBN 3-936896-02-X, EUR 19,90

Multi-SOL 3.0

Lernprogramm für Solarthermie, 2007, CD-ROM, ECONSULT, Bestellung: www.multi-sol.de, EUR 149,90

Odborné časopisy:

Sonnenenergie – Zeitschrift für regenerative Energiequellen und Energieeinsparung

offizielles Fachorgan der DGS e.V., Solarpraxis AG, Zinnowitzer Straße 1, 10115 Berlin, erscheint 6 x jährlich, Einzelpreis EUR 5,-

Moderne Energie & Wohnen

Ratgeber Heizung-Lüftung-Solarenergie, Solarpraxis AG, Zinnowitzer Straße 1, 10115 Berlin

Neue Energie – Das Magazin für erneuerbare Energien

Organ des Bundesverbandes WindEnergie e.V. (BWE), und des Bundesverbandes Erneuerbare Energie e.V. (BEE), Marienstraße 19/20, 10117 Berlin, erscheint monatlich, Einzelpreis EUR 6,50

Sonne, Wind & Wärme

Das Branchenmagazin für alle erneuerbaren Energien, BVA Bielefelder Verlag GmbH & Co. KG, Ravensburger Straße 10 f, 33602 Bielefeld, erscheint monatlich, Einzelpreis EUR 5,60

SBZ, Sanitär-, Heizungs-, Klima- und Klempnertechnik

Fachorgan des Zentralverbandes Sanitär-, Heizungs-, Klima- und Klempnertechnik Gentner Verlag, Forststraße 131, 70193 Stuttgart, erscheint 2 x monatlich, Einzelpreis EUR 9,-

TGA-Fachplaner, Das Magazin für die technische Gebäudeausrüstung

Gentner Verlag, Forststraße 131, 70193 Stuttgart, erscheint monatlich, Einzelpreis EUR 13,-

Gebäude-Energieberater

Gentner Verlag, Forststraße 131, 70193 Stuttgart, erscheint monatlich, Einzelpreis EUR 15,-

Moderne Energie & Wohnen, Ratgeber Heizung-Lüftung-Solarenergie

Solarpraxis AG, Zinnowitzer Straße 1, 10115 Berlin, erscheint 4 x jährlich, Einzelpreis EUR 2,90

Odborné podklady:

Solare Weltwirtschaft

Scheer, H., 2002, Verlag Antja Kunstmann, ISBN 3-888972-28-0, EUR 16,90

Jahrbuch Erneuerbare Energien

2002/2003, Steiß, Fithjof, Stiftung Energieforschung Baden Württemberg, 2003, EUR 35,20

Regenerative Energiesysteme

Quaschnig, V., Hauer, 2. Auflage 1999, Verlag Carl Hauser, ISBN 3-446193-69-3, EUR 40,-

BINE-Informationspakete

Wärmespeicher

Fisch, N., Köbler, R., 3. Auflage, 1998, TÜV Verlag GmbH, ISBN 3-8249-0442-8

Solare Nahwärme

Hahne, E., TÜV Verlag GmbH, 1998, ISBN 3-8249-0470-5

Aus dem Verlagsprogramm des Deutschen Kupferinstitutes.

Architektur & Solarthermie

Dokumentation zum Architekturpreis, 2002, ISBN 3-935243-12-x, EUR 25,-

CD-ROM Solares Heizen

Neues Informationsmedium zur Motivation von Planern und Handwerkern für solares Heizen, EUR 10,-

Přiručky:

Solarthermische Anlagen

Leitfaden für SHK-, Elektro- und Dachdeckerhandwerk, für Fachplaner, Architekten und Weiterbildungsinstitutionen F. Antony, K. Heidler, C. Hindenburg u.a. Vollständig überarb. Neuaufl. 2004, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS), Landesverband Berlin (Hrsg. und Vertrieb) Erich-Steinfurth-Str.6, 10243 Berlin ISBN 3-9805738-7-7, EUR 79,-

Wirtschaftlichkeit der solaren Warmwasserbereitung

Herausgeber und Vertrieb: Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau (IRB), Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, Tel.: 0711/970-2500, Fax: 0711/9702508 ISBN 3-8167-1287, EUR 8,47

7.3 Kontrolní seznamy k doplnění podkladů výrobců

Protokol údržby

Umístění (stanoviště) zařízení: _____

Provozovatel: _____

	o. k.
Kolektorový okruh	
Tlak v zařízení..... bar při..... °C přívodní teplotě	
Těsnost kolektorového okruhu přezkoušena	
Pojistný ventil přezkoušen	
Odolnost proti mrazu do - °C přezkoušena	
Kolektorový okruh odzdušněn	
Přezkoušen objemový průtok: l/min	
Funkce zpětné klapky	
Lapač nečistoty čištěn (pokud existuje)	
Sluneční kolektor	
Vizuální kontrola kolektoru provedena	
Vizuální kontrola připevnění kolektoru provedena	
Vizuální kontrola těsnosti střechy provedena	
Vizuální kontrola tepelné izolace provedena	
Emailovaný solární zásobník	
Ochranný proud obětované anody..... mA	
Kontrolní světlo anody na cizí proud svítí zeleně	
Regulace	
Funkce čerpadla v polohách Zapnuto / Vypnuto / Auto přezkoušena	
Regulace ukazuje..... počet provozních hodin od.....do	
Hlášení všech čidel kontrolováno	
Vytápění funkčně schopné	
Požadovaná solární teplota dodržena	
Termostatický směšovací ventil funguje	
Počítač tepla (pokud existuje)	
P. T. ukazuje v době od do kWh	

Datum

Jméno

Podpis / razítko



Uvedení do provozu – předávací protokol

Umístění (stanoviště) zařízení: _____

Provozovatel: _____

	o. k.
Plnění zařízení	
Zařízení propláchnuto	
Tlaková zkouška přibar zkušebního tlaku	
Teplonosné medium, výrobce:	
Plnicí množství l, Směs %, Zkoušeno do - °C	
Přetlak v expanzní nádobě bar	
Provozní tlak zařízeníbar při °C přírodní teploty	
Reakční tlak pojistného ventilu bar	
Odvod z jímky pojistného ventilu kolektorového okruhu připojen	
Kolektorový okruh odvzdušněn	
Automatický odvzdušňovač s předřazeným klovným kohoutem uzavřen	
Anoda na cizí proud osazena	
Čerpadlo	
Rozdíl teplot regulačního kolektorového okruhu na K nastaven	
Kontrola funkce regulace provedena	
Teplota pro následné vytápění na °C nastavena	
Maximální hraniční teplota tepelného zásobníku na °C nastavena	
Termostatický směšovací ventil nastaven na max. 60 °C	
Pokyny pro provozovatele	
Základní funkce a obsluha solární regulace	
Funkce a obsluha následného vytápění	
Funkce anody na cizí proud	
Intervaly údržby	
Dokumentace solárního zařízení předána	
Návod k obsluze předán	

Datum

Jméno

Podpis / razítko



**HUNGARIAN COPPER
PROMOTION CENTRE**

www.medportal.cz
www.medportal.sk

Copper Connects Life.™

