Armin Themeßl
Werner Weiß

svépomocné solární systémy

Příručka projektování a stavby solárních systémů

Pro workshop
svépomocné instalace
přeložil a připravil

Ekologický institut

Autoři děkují všem, kteří podpořili vytvoření příručky svými informacemi, radami a obrázky

Veškeré údaje obsažené v této příručce jsou uváděny s nejlepším vědomím a svědomím. Za jejich využití v praxi nenesou autoři ani vydavatel žádné záruky.

Z originálu:
„Solaranlagen Selbstbau: Leitfaden für Planung und Selbstbau von Solaranlagen" /Armin Themessl, Werner Weiss, Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, Gleisdorf, Österreich, 4. přepracované a doplněné vydání , 2001 přeložily Kateřina Gančarčíková, Dana Kumprechtová. Úpravy a doplnění Jan Hollan a Ekologický institut Veronica.

Příručka je pracovní verzí překladu a je připravena pro workshop konaný v rámci česko-rakouského projektu Sluneční síť ve dnech 7. až 9. listopadu 2003 v Podolí u Brna.

Příručka neprošla jazykovou úpravou.

Obsah

1 Úvod....5
2 Předpoklady pro využívání sluneční energie....7
2.1 Energie slunečního záření....7
2.1.1 Globální záření....7
2.1.2 Přeměna slunečního záření na různé formy energie....9
3 Využití sluneční energie v termických solárních zařízeních....10
3.1 Kolektory....10
3.1.1 Absorbéry z umělých hmot k ohřevu vody v bazénech....10
3.1.2 Koncentrující kolektory....11
3.1.3 Vakuové kolektory....11
3.1.4 Ploché kolektory....12
3.1.5 Tepelné ztráty plochého kolektoru....12
3.1.6 Charakteristické ukazatele pro ploché kolektory....14
3.2 Typy solárních zařízení....14
3.2.1 Solární zařízení k přípravě teplé vody....14
3.2.2 Solární zařízení pro vytápění....17
4 Dimenzování solárních zařízení pro ohřev vody....19
4.1 Spotřeba vody....19
4.2 Objem zásobníku....20
4.3 Předavač tepla....20
4.4 Plocha kolektoru....21
4.4.1 Výběr kolektoru....21
4.4.2 Stanoviště, sklon a orientace kolektoru....24
4.4.3 Pravidla pro dimenzování....25
4.5 Potrubí pro okruh kolektoru....25
4.5.1 Průřezy potrubí....26
4.6 Počítačová simulace solárních zařízení....26
5 Příprava komponent....27
5.2 Pracovní postup....29
5.2.1 Rámové hranoly a opěrné latě....29
5.2.2 Dřevěný L-profil....29
5.2.3 Aluminiové T-profily....30
5.2.4 Gumové součástky....30
5.2.5 Sběrné trubky....30
5.2.6 Připájení absorbéru....31
5.2.7 Objímka pro čidlo....32
5.2.8 Trysky a distanční objímky....32
5.2.9 Spodní držák skla s gumovou podložkou....33
6 Montáž kolektorů....34
6.1 Montáž na střechu....34
6.1.1 Montáž nad krytinu a umístění kolektorů na plochou střechu....34
6.2 Montáž do střechy....35
6.2.1 Montáž rámů kolektorů....35
6.2.2 Vestavba absorbérů....36
6.2.3 Připojení trubice pro teplotní čidlo....39
6.2.4 Tlaková zkouška kolektoru....40
6.2.5 Montáž skleněných částí....40
6.3 Instalace pomocí jeřábu....42
6.3.1 Vyhotovení a instalace velkoplošných kolektorů....42
6.4 Armatury v solárním zařízení....43
6.4.1 Čerpadlový modul....43
6.4.2 Oběhové čerpadlo....44
6.4.3 Zpětná klapka a pojistný ventil....44
6.4.4 Expanzní nádoba....45
6.4.5 Kontrolní přístroje....45
6.4.6 Montáž odvzdušňovacích ventilů....45
7 Instalace potrubí....47
7.1 Vývod z kolektoru....47

7.2 Přívod do kolektoru....47
7.3 Vedení potrubí....48
7.3.1 Tepelná izolace potrubí....48
7.4 Pájené spoje....49
7.4.1 Měkké pájení....49
7.4.2 Tvrdé pájení....49
8 Zásobník....50
8.1 Rozvrstvení teplot....50
8.1.1 Objem připravený k odběru....51
8.1.2 Solární rezervní objem....52
8.1.3 Mrtvý objem....52
8.2 Izolace zásobníku....52
8.3 Přídavný ohřev....53
8.4 Směšovací ventil....53
8.5 Připojení pračky a myčky nádobí....54
8.6 Instalace zásobníku....54
9 Regulace....55
9.1 Montáž řídící jednotky....55
9.1.1 Elektrická připojení....55
9.1.2 Montáž teplotního čidla....55
9.1.3 Kolektorové čidlo....55
9.1.4 Zásobníkové čidlo....55
9.1.5 Připojovací kabely čidel....55
10 Uvedení do provozu....56
10.1 Propláchnutí zařízení....56
10.2 Plnění zařízení....56
10.3 Nemrznoucí vodní směs....56
11 Údržba solárního zařízení....57
12 Organizace svépomocných montážních skupin....58
12.1 Praktická strategie....58

1 Úvod

Zásobování energií se stalo klíčovou otázkou industriální společnosti na začátku třetího tisíciletí. Největší část našich problémů s životním prostředím vyplývá ze spalování fosilních paliv. Jen radikální změna kursu může hrozící ekoinfarkty nejbližších desetiletí odvrátit.
Pokud nechceme nadále trvat na rozehřívání naší atmosféry miliardami tun oxidu uhličitého ročně, na rabování posledních nepokažených krajin a na ničení zásob pitné vody, budeme muset zavést zcela jiné systémy užití energie.
Obrat musí být založen na šetření s energií, jejím rozumnějším využívání snesitelném pro životní prostředí a přechodu na decentrální, přiměřené základy posíleným využitím obnovitelných zdrojů energie.
Pokud jde o použití obnovitelných zdrojů, nabízejí se pro Česko stejně jako pro Rakousko kromě vodních elektráren, jejichž výstavba ostatně stále více naráží na sociální a ekologické hranice, dva přístupy – posílené uplatnění biomasy a využití slunečního záření.
Počet lidí, kteří nechtějí čekat na ekologicky únosnou politiku vlád, stále roste. Kde se někdo snaží tento potenciál využít, bývají úspěchy viditelné.
Pracovní společenství Obnovitelná energie (Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, AEE) iniciuje již dvacet let svépomocné skupiny a poskytuje jim organizační i technickou podporu při stavbě solárních zařízení podle metod, které vyvinulo.
Uvědomujeme si, že stavba solárních zařízení může vyřešit jen malou část našich problémů s životním prostředím. Víme ale ze zkušeností, které jsme získali od roku 1983 s organizovanými skupinami pro stavbu solárních zařízení, že do roku 2000 svépomocnou výstavbou nevzniklo jen 50 000 solárních zařízení s více než 500 000 m^2 kolektorové plochy, ale že u provozovatelé také začali podstatně uvědoměleji zacházet s energií vůbec. To je změna postoje, která ovlivnila i okolí takových „solárníků“.

Energetická revoluce přichází zdola! Ne zákony a výnosy, ale aktivity občanů vyznačily cestu ve směru obnovitelné energie a politika bere znamení času pomalu na vědomí a vytváří rámcové podmínky pro jejich skutečně široké prosazení. Tak bylo novelou podpory bytové výstavby v Solnohradsku dosaženo, že dva roky po jejím zavedení je už přes polovinu nově zřízených jednotek v bytových domech vybaveno jako samozřejmostí solárním zařízením.
Z první svépomocné skupiny iniciované v roce 1983 Rupertem Hödlem a Rupertem Pleschem se mezitím stalo mezinárodní hnutí, které povzbudilo lidi ve Švýcarsku, Itálii, Francii, Německu, Anglii, Finsku, Portugalsku, Slovinsku, Maďarsku, Česku, na Slovensku, Ukrajině a v Zimbabwe ke stavbě solárních zařízení naším systémem. Ten se od svého vzniku stále zlepšuje. Ústředním požadavkem přitom vždy je, dbát na snesitelnost použitých materiálů pro životní prostředí a systém optimalizovat z hlediska příznivého poměru ceny a výkonu.
Poté, co se v letech 1989 až 1992 vždy postavila více než polovina veškeré instalované kolektorové plochy v Rakousku svépomocí, vyvinula se v následujících letech solární technika do podoby silného hospodářského odvětví. V úhrnu bylo zatím v Rakousku, které má 7,2 miliónu lidí, zřízeno 2 milióny čtverečních metrů kolektorové plochy. Náš sen z let, kdy jsme začínali, se tak stal samozřejmostí!

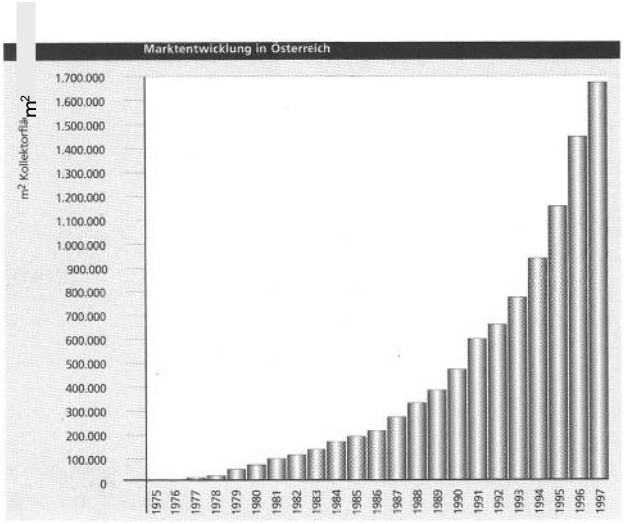
Díky strategii svého trhu získalo Rakousko pozici evropského průkopníka.
Celková instalovaná plocha na jednoho obyvatele je dnes větší jen v Řecku.

Od poloviny devadesátých let nabízí trh solární kolektory za realistické ceny a podíl plochy stavěné svépomocí klesl na asi 15 %. Náš cíl, aby poptávka dále rostla a byla trhem uspokojena se zdá stále bližší. Pro ty, kteří se na svém solárním systému rádi budou podílet vlastní prací a pro které by jinak otázka nákladů byla problémem, nabízíme ale i nadále organizovanou svépomocnou

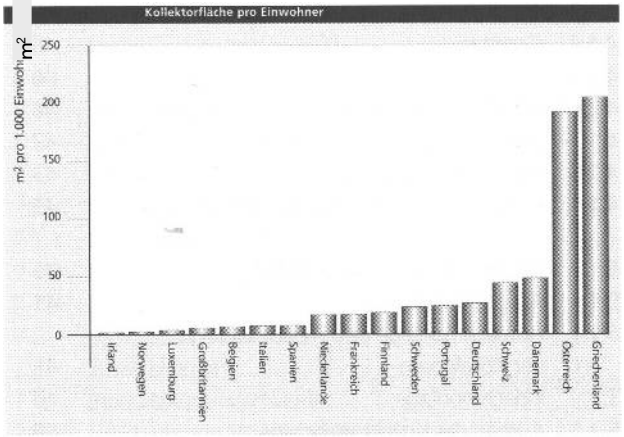
výstavbu jako možnost, jak přijít k solárnímu zařízení zvlášť výhodně.
Předkládaný návod je zamýšlen jako úvodní a základní informace o svépomocném sestavování solárních zařízení. Obsahuje takové poznatky, které musí určitě získat každý, aby si pro sebe vybral a navrhl optimální systém a aby funkci solárního zařízení do detailu rozuměl.
Pro stavební skupiny kromě toho existuje plán pro jejich vedoucí, který obsahuje veškeré organizační a technické detaily práce ve skupině.

Mnoho zábavy při čtení a úspěch při stavbě přejí autoři

Armin Themessl, Villach
Werner Weiss, Gleisdorf
v říjnu 2001



Kolektorová plocha v Rakousku (m^2)



Kolektorová plocha na tisíc obyvatel (m^2)

2 Předpoklady pro využívání sluneční energie

2.1 Energie slunečního záření

Slunce je naším ústředním dodavatelem energie. Je to koule z plynné hmoty, v jejímž středu neustále probíhají jaderné fúze.

Část slunečního záření nám je k dispozici na Zemi. Toto záření umožňuje život na naší planetě. Určuje všechny přírodní pochody, které jsou pro náš život nepostradatelné, jako například déšť, vítr, fotosyntézu, mořské proudy a mnoho jiných.

Pokrývání světových energetických potřeb bylo odjakživa založeno na slunečním teple.Také fosilní zdroje energie (ropa, zemní plyn, uhlí) nejsou ničím jiným, než přetransformovaným slunečním zářením.

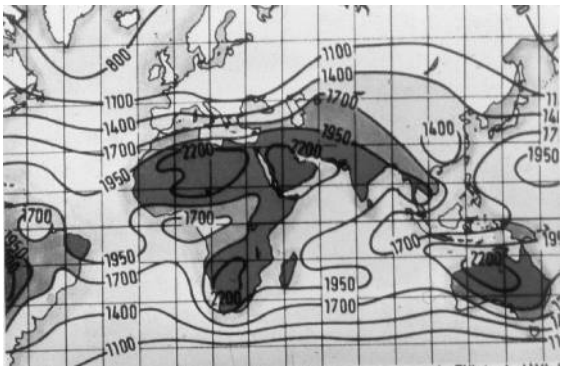
Intenzita záření na povrchu Slunce při teplotě 5500 ^{o}C činí asi 63 000 kW/m^2. Z tohoto množství energie obdrží Země pouze malý, ale přesto velmi významný zlomek. Samotná energie záření dopadajícího na zemskou pevninu činí 219 000 000 miliard kWh ročně, což odpovídá 2 000-násobku současných světových energetických potřeb. Na vnějším okraji zemské atmosféry představuje průměrná intenzita záření 1 367 W/m^2 (sluneční konstanta).

Při průchodu vzdušným obalem Země se část záření ztrácí, takže v létě je za jasného, pěkného slunečného dne k dispozici 800 W/ m^2 až1 000 W/m^2 (tzv. globální záření k dalšímu využití).

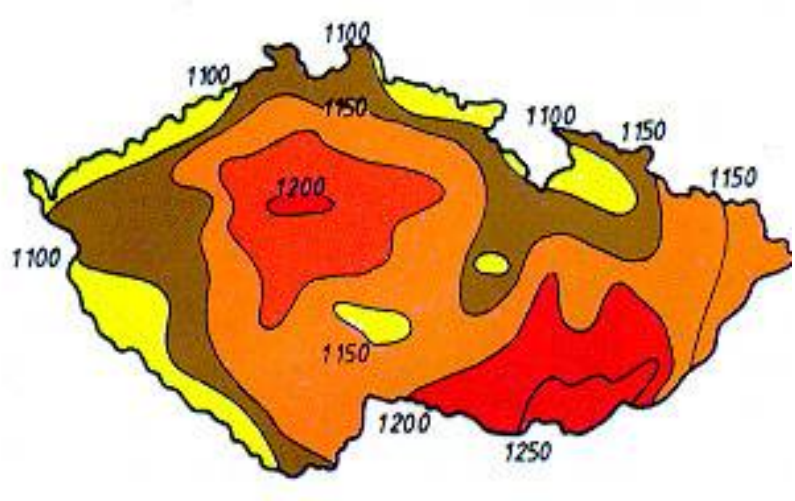
2.1.1 Globální záření

Doba slunečního svitu a intenzita záření jsou závislé na zeměpisné poloze, ročním období a na povětrnostních podmínkách. Roční úhrny globálního záření dosahují v nejslunečnějších oblastech Země z části přes 2 200 kWh/m^2. V Česku je v některých oblastech dosahováno maximálních hodnot o velikosti 1250 kWh/m^2.

Globální záření se skládá z přímého a rozptýleného záření. Přímé sluneční záření je to, které rozptýleno nebylo, jak je silné, poznáme např. podle hloubky stínů. Rozptýlené záření přichází z celé oblohy (za jasného počasí ale hlavně z těsného okolí Slunce) i od osvětleného terénu. Je ho tím víc, čím je Slunce níže na nebi (tedy čím delší je cesta záření atmosférou), čím je ovzduší prašnější a samozřejmě čím více je na nebi oblačnosti. Jeho průměrný podíl je závislý na klimatických a geografických podmínkách, jakož i na nadmořské výšce.



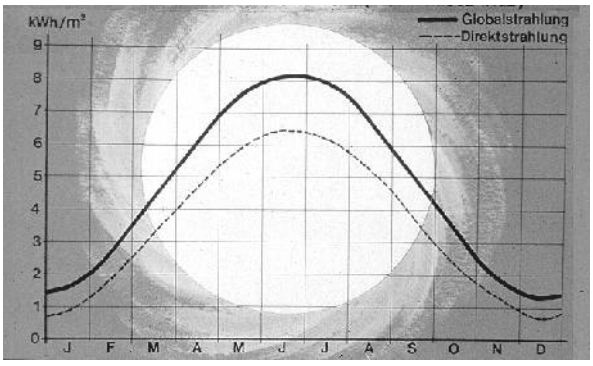
Obr.1: Střední hodnoty úhrnů globálního záření na Zemi



Obr.2: Střední hodnoty úhrnů globálního záření v ČR / kWh/m²

Zatímco v letním úhrnu představuje podíl rozptýleného záření přibližně 50 % z globálního záření, je tento podíl v zimě ještě značně větší. Čím je však podíl difúzního záření vyšší, tím nižší je využitelná energie globálního záření.

Střední hodnoty ročních úhrnů globálního záření na horizontální rovinu jsou znázorněny na obrázcích č.1 a 2. Obrázek č.2 představuje úhrn globálního záření dopadajícího v průběhu jednoho roku na území různých regionů v Česku. Roční nabídka slunečního záření kolísá mezi 1 000 kWh/m² a 1250 kWh/m². Průměrná doba slunečního svitu činí v Česku cca 2 000 hodin.

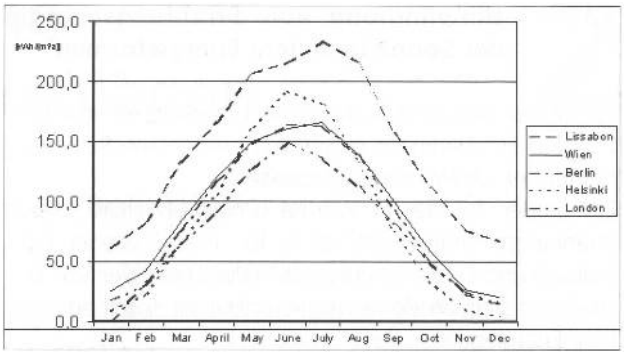


Obr.3: Roční průběh globálního záření na horizontální rovinu ve dnech bez oblačnosti. Zeměpisná šířka 48°, stupeň zákalu dle Linka 4,0, nadmořská výška 200 m.

Tab.1: Úhrny globálního záření na horizontální rovinu ve stanovišti Graz v různých obdobích roku		
květen-září	710	kWh/m²
říjen-duben	412	kWh/m²
listopad-únor	142,9	kWh/m²

Na letní polovinu roku připadnou tři čtvrtiny slunečního záření. Naproti tomu v měsících s nejvyšší spotřebou tepla (od listopadu do února) dopadne pouze šestina ročního souhrnu energie (to je ostatně důvod, proč se bez topení neobejdeme).

Pro dimenzování solárních zařízení jsou rozhodující dlouhodobé průměry globálního záření, které jsou zaznamenávány meteorologickými stanicemi. Tabulka č.2 znázorňuje rozmezí měsíčních průměrů globálního záření ve vybraných rakouských a německých lokalitách. Lze tu jasně rozpoznat, že výše položená místa jsou zvýhodněna především v zimě, protože jsou nad nízkou oblačností a mlhou. Naproti tomu je zřejmé, že poněkud nižší hodnoty záření v nížinách se na různých místech moc neliší. Obecně lze tedy říci, že v celém Rakousku podobně jako v Česku jsou srovnatelně dobré předpoklady pro využívání slunečního tepla.



Obr.4: Srovnání hodnot globálního záření dopadajícího na horizontální rovinu v různých evropských městech

2.1.2 Přeměna slunečního záření na různé formy energie

Již ze vzájemného působení slunečního záření a zemského povrchu vzniká celá řada přirozených procesů transformace.

Valná část slunečního záření jen ohřívá naše prostředí. Každodenně zvedá teploty vzduchu, půdy a povrchové vody, ostatně ohřívání interiérů skrze okna představuje doposud hlavní obnovitelný zdroj energie.

Až několik promile záření je prostřednictvím biochemických procesů přeměněno v biomasu (rostliny). To platí také pro fosilní zdroje energie - uhlí, ropu a zemní plyn , které lze pokládat rovněž za sluneční energii uloženou tímto způsobem, ale takovou, která již před miliony let vystoupila z přírodního koloběhu.

Až čtvrtina slunečního záření se využije k vypařování vody, znovu se srážející voda spolu s rozdíly teplot pohání vítr a ten potom vlny, zkondenzovaná voda dává vznik vodním tokům. Z těchto procesů vycházejí metody pohonu strojů, které jsou využívány již dávno, nověji se užívají k pohonu generátorů konajících elektrickou práci.

Při prvním ropném šoku v letech 1973/74 se stal veřejně známým fakt, že naše současné hlavní zdroje energie – uhlí, ropa a zemní plyn nejsou k dispozici neomezeně a mimo to představuje spalování fosilních zdrojů energie zátěž pro životní prostředí ve formě skleníkového efektu a kyselých dešťů, což v nedávné době vedlo až k otázce o samotném přežití lidstva na Zemi.

Východisko z této situace nabízí mimo jiné i zvýšené využívání slunečního záření prostřednictvím solárních systémů pasivních (solární architektura) a aktivních (fototermická a fotovoltaická zařízení). Při pasivním využívání slunce je pomocí vhodné architektury a konstrukce stavby maximalizováno ohřívání jejího interiéru v chladných obdobích a naopak vhodně sníženo v obdobích veder.

Při aktivním využívání může sluneční záření konat dopadem na polovodičové články elektrickou práci, daleko běžnější ale je, že ohřívá nějaké médium protékající slunečními kolektory.

Tab. 2 Průměrné měsíční a roční úhrny globálního záření na horizontální rovinu. (Údaje v kWh/m2)

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	ročně
Hradec Králové	22,1	39,8	76,2	115,7	160,8	163,8	162,7	142,2	92,9	57,0	23,8	17,1	1074
Praha-Karlov	21,8	38,3	69,6	109,5	150,9	146,2	153,8	136,0	84,8	54,5	22,6	16,1	1004
Ostrava-Poruba	24,9	40,7	69,9	101,8	145,6	140,3	146,2	122,7	79,9	56,8	25,6	18,1	972
Kuchařovice (JM)	26,1	47,8	81,3	121,9	164,9	166,1	169,1	142,4	94,2	59,9	26,8	19,3	1119
Kocelovice (JČ)	26,5	46,4	77,3	115,7	158,5	156,6	165,3	145,4	91,9	58,4	26,9	19,0	1087
Wien	25,2	43,0	81,4	118,9	149,8	160,7	164,9	139,7	100,6	59,8	26,3	19,9	1090

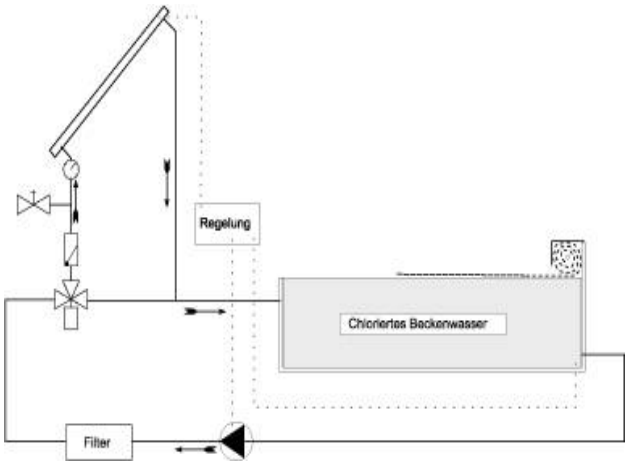
3 Využití sluneční energie v termických solárních zařízeních

Solární zařízení jsou systémy, které prostřednictvím technických zařízení (kolektorů) využívají teplo přinášené slunečním zářením k ohřevu tekutiny, kterou pak přivádějí ke spotřebiči (zásobník teplé vody, topná soustava budovy, plavecký bazén). Hlavním stavebním dílcem solárního zařízení je kolektor čili sběrač (slunečního záření).

3.1 Kolektory

3.1.1 Absorbéry z umělých hmot k ohřevu vody v bazénech

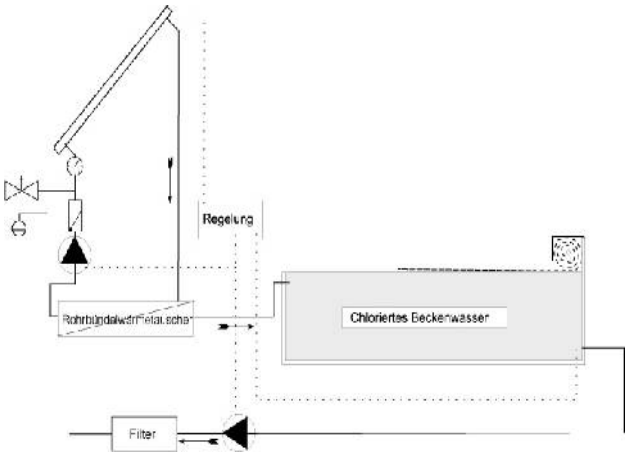
Absorbéry z umělých hmot se vzhledem k jejich omezené odolnosti proti tlaku a teplotám používají hlavně k ohřevu vody pro plavecké bazény. V tomto případě je požadovaná teplota jen o málo vyšší než teplota okolí. Pak není potřeba žádný kryt, protože tok tepla z absorbérů do okolí je nevelký, kryt by ubral slunečního záření natolik, že by výkon kolektorů byl nakonec nižší. Kolektory skládající se jen z propojených absorbérů bývají instalovány na plochou střechu, vhodnější a jednodušší je, když leží na střeše mírně šikmé. Protože jsou z nekorodujícího materiálu, mohou být provozovány v jednookruhovém systému, kde chlorovaná voda z bazénu je pomocí oběhového čerpadla prohánìna přímo absorbérem – není tedy potřeba oddělit solární okruh od skutečně využívané vody předavačem tepla.



Obr.5: Solární zařízení pro plavecký bazén provozováno v jednookruhovém systému.

Pokud je již k dispozici filtrační čerpadlo, může být použito i pro solární okruh. Předpokladem je odpovídající kapacita čerpadla. Kolektory z umělých hmot jsou v provozu pouze v letní polovině roku a může být potřeba je před prvními mrazy vyprázdnit.

Ploché kolektory, které jsou popsány v kapitole 2.1.4, je vhodné použít pro ohřev vody v plaveckém bazénu tehdy, když má být kromě bazénu zásobován také jiný spotřebič (příprava teplé pitné vody, vytápění budovy).



Obr.6: Solární zařízení pro plavecký bazén provozováno v dvouokruhovém systému.

Obr.7: Absorbér k ohřevu vody v plaveckém bazénu

3.1.2 Koncentrující kolektory

V koncentrujících kolektorech je přímé sluneční světlo válcovými, většinou parabolickými zrcadly koncentrováno na potrubí nebo kulovými zrcadly (přesněji může jít o paraboloid) do jednoho ohniska, v něm lze dosáhnout velmi vysokých teplot.

Tyto kolektory se používají především v solárních elektrárnách k ohřevu pracovní látky na vysokou teplotu (250-800°C).

Koncentrující kolektory ale mají tu nevýhodu, že hustotu toku rozptýleného záření zvýšit neumí vůbec nebo jen málo a že mimo slunečné počasí jsou jejich zisky zanedbatelné. K tomu se přidává nákladné naklápění zrcadel za sluncem, aby záření bylo stále soustřeďováno na absorbér.

Taková složitá, drahá a poruchová zařízení nejsou nutná u kolektorů plochých, které mohou být instalovány přímo na střeše domu nebo na podstavci na zemi.

3.1.3 Vakuové kolektory

Vakuové kolektory bývají většinou z výrobně-technických důvodů provedeny ve formě řady trubic. Při tom je úzký, selektivně povrstvený pás absorbéru zavěšen do skleněné trubice, která sluneční záření téměř nepohlcuje a je tepelně odolná. Pomocí vysátí prostoru mezi skleněnou trubicí a absorbérem (nebo mezi stěnami duté skleněné U-trubice) jsou ztráty podstatně redukovány. Nemůže zde docházet ani ke konvekci (nemá co proudit) ani ke ztrátám z důvodu tepelné vodivosti vzduchu.

Trubicové vakuové kolektory jsou ale velmi „děravé“ a proto s nimi na jednotku plochy, kterou zabírají na střeše či na fasádě, nelze získat v zařízeních na ohřev pitné vody vyšších ročních výnosů tepla než s hi-tech kolektorem plochým. Výhodu začínají mít až při použití technologickém, při pracovních teplotách nad 60 stupňů. Ekonomické ale nejsou ani tehdy, leda v případech teplot ještě mnohem vyšších. Především vinou své vysoké ceny se dosud příliš neprosadily. Jejich podíl na trhu představuje nyní v Rakousku přibližně 1 %.

Jako varianta technického provedení jsou nabízeny také evakuované ploché kolektory. Jejich parametry však nejsou lepší než u kvalitních běžných plochých kolektorů, hlavně proto, že vakuum v nich je velmi nedokonalé, i když se po letech vždy znovu vyčerpávají.

Obr.8: Vakuové trubicové kolektory

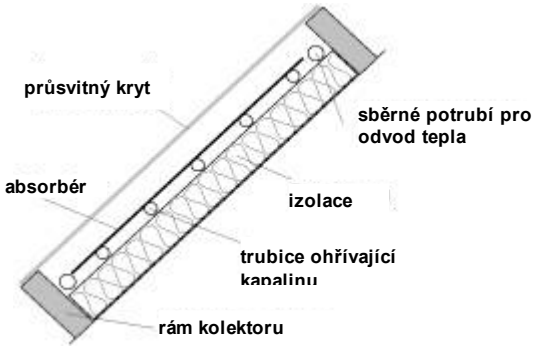
3.1.4 Ploché kolektory

Pro ohřev pitné vody a v rostoucí míře i pro účely vytápění bývají využívány převážně ploché kolektory. Protože se všechny dále zmiňované informace ohledně dimenzování a instalace vztahují k tomuto typu, bude zde popsán o něco přesněji.

Plochý kolektor se v podstatě skládá z pláště kolektoru, absorbéru, tepelné izolace a průhledného krytu.

Dopadající sluneční záření proniká průhledným krytem (sklem) a dopadá na absorbér. Ten záření pohlcuje (absorbuje) a tím se zahřívá. Pokud bychom z něj teplo neodebírali, zahřál by se na velmi vysokou teplotu.

Tento skleníkový efekt známe i z běžného života: v autě, které stojí krátkou dobu na slunci, teplota rychle roste – obzvlášť, je-li uvnitř tmavé vybavení. Také v tomto případě pronikne sluneční záření skrze okno a je při dopadu na tmavý povrch pohlceno. Dlouhovlnné infračervené záření, které ohřátá sedadla vyzařují, ale skrze sklo neproniká a ani horký vzduch ze zavřeného auta nemůže uniknout. Kolektor se od auta liší tím, že z něj teplo odvádíme; kovovým černým absorbérem protéká tekutina, jejíž teplota se přitom zvyšuje o řadu stupňů.



Obr.9: Řez plochým kolektorem

3.1.5 Tepelné ztráty plochého kolektoru

Sluneční záření nejprve dopadá na průhledný kryt kolektoru. Na obou jeho rozhraních se část záření odrazí (dohromady osm a více procent), část se pohltí během průchodu krytem, na absorbér tak dostane nanejvýš devět desetin dopadlého záření. Velikost ztrát odrazem je závislá na úhlu dopadu záření, i na počtu vrstev krytu a jejich indexu lomu. Ztráty pohlcováním v materiálu krytu jsou tím větší, čím menší je propustnost daného materiálu pro sluneční záření. Protože kryty z umělých hmot většinou rychle stárnou a stávají se stále více pohltivé, osvědčily se kryty skleněné.

Záření dopadající na absorbér je téměř všechno pohlceno. Kolik tepla lze z absorbéru odvést, záleží na vlastnostech povrstvení absorbéru. To by mělo mít vysokou schopnost absorbce (být co nejtmavší) a přitom co nejnižší koeficient emise. Schopnost absorbce je charakterizována koeficientem absorbce α. U povrchů natřených solárním lakem (černá disperzní termoplastická základní barva) i u dobrých selektivních povrstvení leží hodnota koeficientu absorbce mezi 0,94 a 0,97. Solární lak absorbuje většinou o něco lépe než selektivní povrstvení, je tedy o něco dokonaleji černý.

Ohřátý absorbér ale také sám vyzařuje (emituje). Toto záření (dlouhovlnné infračervené záření) se od slunečního záření liší vlnovou délkou. Vlnová délka, na které předměty nejvíce září, je nepřímo úměrná jejich absolutní teplotě. Slunce září nejvíce v oboru viditelném, na vlnové délce kolem půl mikrometru. Předměty kolem nás mají teplotu asi dvacetkrát nižší (300 K oproti šesti tisícům) a nejvíce proto září na vlnové délce kolem deseti mikrometrů. Takové záření, na rozdíl od slunečního, sklem vůbec neprochází; trocha se odráží, většina pohlcuje. Sklo se tím od absorbéru ohřeje a září o to více zase zpět na něj.

Vyzařování, a tedy i ochlazování absorbéru je úměrné emisnímu koeficientu (emisivitě) „e“ povrchu pro takové dlouhé vlnové délky. Ta je u všech klasických materiálů v rozmezí 0,8 až 0,9, jen čisté kovy mají emisivitu 0,02 až 0,06. Až na konci dvacátého století byly vyvinuty speciální vrstvy obsahující kovy, které mají emisivitu také velmi nízkou, ale současně dobře pohlcují sluneční záření, nebo je naopak, na rozdíl od kovových vrstev, dobře propouštějí. Ty druhé se používají na okenních sklech, ty první na absorbérech. Protože se vůči dlouhovlnnému záření chovají úplně jinak než vůči slunečnímu, „vybírají si“, říká se jim selektivní povrchy. Nejhorší mají emisivitu 0,20, nejlepší jen 0,04. Naproti tomu solární lak má běžnou emisivitu kolem 0,87, vyzařuje tedy až dvacetkrát více.

Emisivita je doplňkem odrazivosti do jedné. Povrchy, které mají nízkou emisivitu, mají také současně vysokou odrazivost pro záření stejných vlnových délek. Nejlepší absorbéry tak dlouhovlnné záření valnou většinou (z 95 %) odrážejí (pohltí jen 5 %), zatímco sluneční záření valnou většinou pohlcují (pohltí asi 95 % a odrazí jen 5 %). To se označuje jako selektivita.

Solární lak se nanáší až na hotový absorbér, zatímco selektivní povrchy se nanášejí na materiál, z nějž se absorbér sestavuje, předem v továrně (i když existovala i jakási selektivní samolepicí fólie). Staré metody vytváření selektivních povrchů s emisivitou přes 10 % využívaly nanášení galvanického, v elektrolytové lázni.

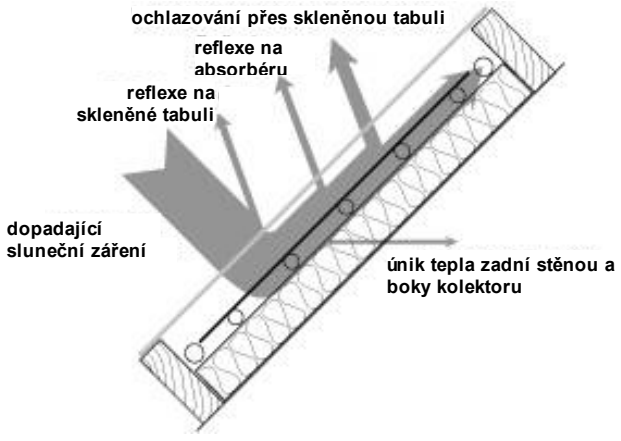
Vedle těchto tradičních postupů byly začátkem devadesátých let vyvinuty nové fyzikální postupy, techniky vakuového naprašování nebo napařování. Tato hi-tech povrstvení, která jsou ve srovnání s galvanickou metodou podstatně šetrnější k životnímu prostředí a energeticky méně náročná, dávají ty nejnižší emisivity, tedy nejnižší tepelné ztráty z absorbéru vyzařováním. Ve vyspělých zemích se začala masově uplatňovat koncem devadesátých let.

Tepelné ztráty ale vznikají také z důvodu tepelného proudění (konvekce) vzduchu. Rozhodující překážkou pro ně (a také pro ochlazování absorbéru větrem) je průhledný kryt kolektoru. Proudí ale také vzduch v dutině mezi absorbérem a krytem. Takové ztráty lze mírně snížit zvětšením tloušťky dutiny, mnohem více pak přidáním další dutiny oddělené další průhlednou vrstvou, stejně, jako to děláme v oknech. Každá taková další průhledná vrstva ale ubere minimálně jednu desetinu slunečního záření (hlavně odrazem) a sníží tak ohřívání absorbéru.Více tepla se tak z kolektoru stěží získá, nehledě na cenu takové další průhledné vrstvy. Bilance nákladů a výnosů přidáním druhé průhledné vrstvy nebývá v běžných případech zisková.

Ztráty konvekcí jsou menší u kolektorů fasádních, kdy ohřátý vzduch proudí nahoru podél absorbéru, místo aby se vydal rovnou ke sklu. Ze stejného důvodu lépe tepelně izolují svislá okna oproti oknům střešním (zvlášť výrazně se to projevuje u oken se selektivním povrstvením uvnitř dutiny, stejně jako u kolektorů se selektivními absorbéry).

Teplo uniká i za zadní strany absorbéru. Při použití dostatečně tlusté tepelné izolace ale jsou takové ztráty relativně malé.

V systémech na ohřev pitné vody mohou ploché kolektory při běžné spotřebě teplé vody dosahovat v závislosti na svém dimenzování tepelných výnosů 250 kWh/m^2 až 550 kWh/m^2 za rok.



Obr.10: Tepelné ztráty plochého kolektoru

3.1.6 Charakteristické ukazatele pro ploché kolektory

Důležitým měřítkem kvality slunečního kolektoru je průběh účinnosti (charakteristická křivka) kolektoru. Účinnost kolektoru je definována jako poměr tepla odevzdaného kolektorem ohřívané tekutině a slunečního tepla dopadlého na kolektor. Vysoká účinnost je žádoucí především u teplot nad 40 °C.

Účinnost je určena následujícími faktory: druh a kvalita plochy absorbéru, jeho geometrický tvar, tepelná vodivost absorbéru, průsvitnost krytu, dále pak tepelné ztráty absorbéru vyzařováním, konvekcí a vedením tepla. Při kvantitativním srovnání se ukazuje,že pro účinnost jsou rozhodující především ztráty vyzařováním.

Účinnost je hodnotou, závislou na momentálních podmínkách provozu kolektoru – na rychlosti větru, ale hlavně na oslunění a teplotách. Charakteristická křivka kolektoru je závislost účinnosti na poměru teplotního rozdílu $T_k - T_v$ (rozdíl průměrné teploty kapaliny v kolektoru a venkovní teploty) a příkonu slunečního záření na kolektor.

Nejvyšší běžně dosažitelná účinnost je taková, při které je průměrná teplota kapaliny protékající kolektorm T_k rovna okolní venkovní teplotě T_v (zhruba řečeno, nevznikají tepelné ztráty do okolí). Taková mezní účinnost bývá označována jako faktor konverze η_0.

- **faktor konverze η_0 :**

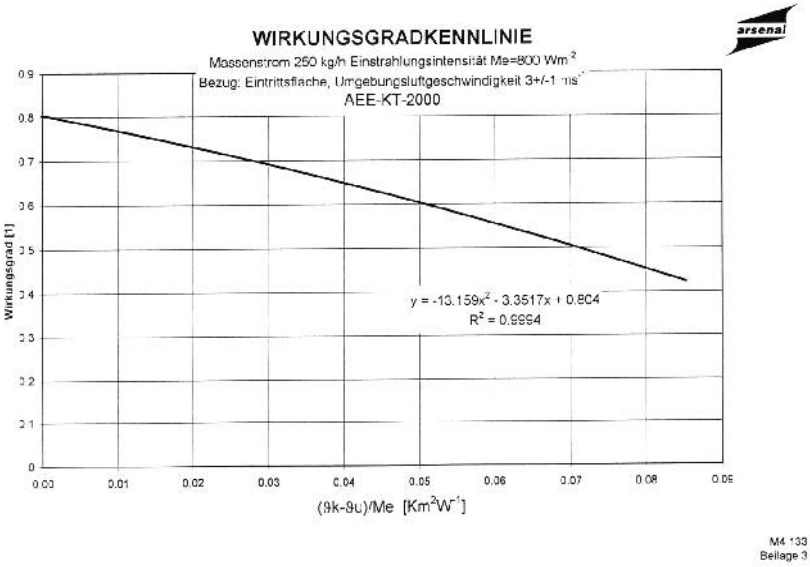
účinnost kolektoru za podmínky, že průměrná teplota média v absorbéru je stejná jako teplota okolního vzduchu.

- **měrné tepelné ztráty U / W/m²K :**

průměrná hodnota tepelných ztrát kolektoru na jeden metr čtvereční jeho plochy dělená teplotním rozdílem mezi absorbérem a okolním vzduchem.

- **klidová teplota / °C :**

maximálně dosahovaná teplota absorbéru bez odběru tepla, která nastává při intenzitě záření 1000 W/m² na vnější průhledný kryt a při teplotě okolního vzduchu 32 °C.



3.2 Typy solárních zařízení

3.2.1 Solární zařízení k přípravě teplé vody

K ohřívání pitné vody se v našich zeměpisných šířkách se vedle elektřiny nebo samostatného plynového ohřívače používá ústřední vytápění, ve kterém jsou spalovány různé formy uhlí, plyn, olej nebo biomasa. Pokud tento topný systém slouží v létě pouze pro přípravu teplé vody, pracuje kotel v mnoha případech s nejnižší možnou účinností o výši 20 % až 50 %. To znamená nejen velkou spotřebu paliva v poměru k využité energii, ale i enormní zatížení životního prostředí.

V období, kdy se netopí, lze hospodárně a šetrně k životnímu prostředí ohřívat vodu pomocí solárního zařízení.

Energie, kterou nám Slunce nabízí, postačí v letní polovině roku na pokrytí spotřeby teplé vody z 80 % až 100 %, podle velikosti zařízení. Pokud spotřebu teplé vody vhodně přizpůsobíme nabídce slunečního záření (ve dnech se špatným počasím se sprchujeme místo koupání), vystačíme v našich zeměpisných šířkách v letní polovině roku zcela bez dodatečného zdroje energie.

V přechodném období a v zimních měsících teplo z kolektorů v každém případě vystačí pro předehřátí vody. Ta pak musí být ještě trochu dohřáta pomocí kotle nebo patrony pro elektrický dohřev. I v zimní polovině roku bývá ale ve slunečných dnech dosahováno solárním ohřevem teploty 30 °C až 50 °C. Úspory jsou tedy značné i tehdy.

Obr.11: Charakteristická křivka účinnosti kolektoru vybudovaného svépomocí AEE KT2000 (s absorbérem TINOX). Průtok 250 kg/h., intenzita záření 800 Wm^{-2} vztaženo na prosklenou plochu, rychlost okolního vzduchu 3(±1) m/s.

Zařízení se samovolnou cirkulací

Tato zařízení jsou provozována samotížně, tedy bez oběhového čerpadla. Voda ohřátá v kolektoru stoupá vzhůru, chladnější voda ze zásobníku teče dolů (princip termosifonu). Ohřívání zásobníku trvá tak dlouho, dokud je absorbér teplejší než zásobník. Vztlakové síly jsou poměrně slabé a trubky proto musí být dostatečně dimenzovány. Potrubí by také mělo být co nejkratší a pokud možno bez oblouků, aby kladlo proudění co nejmenší odpor.

Obr.12: Samotížné zařízení pro ohřev sprchové vody (Foto: Wilk)

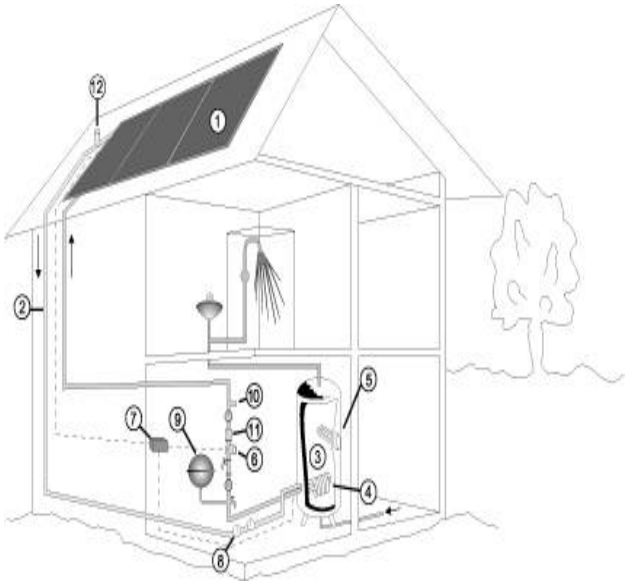
Nejjednodušší z těchto solárních zařízení na principu termosifonu jsou v provozu v zemích severní Afriky a jižní Evropy. Bývají většinou instalována na plochých střechách. V podstatě se skládají pouze z kolektorového okruhu s nemrznoucí kapalinou, zásobníku a potřebného potrubí. Složitější sestavu s dvěma zásobníky ukazuje obrázek 12.

Solární zařízení s nuceným oběhem

V našich klimatických podmínkách se používají téměř výhradně dvouokruhové systémy s nuceným oběhem, kde cirkulace v kolektorovém okruhu je dosahováno oběhovým čerpadlem. Tento systém se vyznačuje prostorovým oddělením kolektoru a zásobníku, neboť kolektory jsou většinou instalovány na střechu a zásobník umístěn do sklepa.

Funkce solárního zařízení

Teplo představované dopadajícím slunečním zářením je kolektorem (1) předáváno kapalině solárního okruhu (směsi vody a kapaliny zajišťující mrazuvzdornost), která proudí potrubím (2) do zásobníku/bojleru (3). Tam předavačem tepla (4) ohřívá pitnou vodu. Tepelný zásobník by měl mít takový objem, aby obsahoval zásobu ohřáté vody na několik dnů.



Obr.13: Schéma solárního zařízení pro ohřev vody s nucenou cirkulací

Instalováním přídavného topného tělesa (např. elektrického) (5) je zabezpečena dostatečná teplota ohřáté pitné vody i při déletrvajícím špatném počasí.

Kapalina, která byla ochlazena předáním tepla do zásobníku, teče zpět ke kolektoru. Tlačí ji tam čerpadlo (6). Elektronický spínač (7) zabezpečuje, aby čerpadlo běželo pouze tehdy, když je od slunečního kolektoru očekáván energetický výtěžek – tj. kapalina v kolektoru je patřičně teplejší než pitná voda u dna zásobníku.

Jak zásobník, tak i potrubí jsou dobře tepelně izolovány, aby bylo zamezeno zbytečným tepelným ztrátám. K dalšímu základnímu vybavení solárního zařízení patří teploměry (8) - jeden v potrubí s kapalinou vstupující do zásobníku a jeden pro kapalinu vystupující; je vhodné je mít co nejblíže zásobníku.

Expanzní nádoba (9) vyrovnává změny objemu kapaliny při měnících se teplotách a udržuje v solárním zařízení vhodný provozní tlak.

Brzda samotížné cirkulace (11) zabraňuje samotížnému proudění při zataženém nebi a v noci, když by naopak zásobník předával teplo chladnějšímu kolektoru. Přetlakový ventil (10) zabezpečuje, aby při nadměrně zvýšeném tlaku mohla kapalina ze solárního okruhu uniknout. Odvzdušňovací ventil (12) se montuje na nejvyšší místo, aby bylo možné vypustit plyn nashromážděný v nejteplejším místě okruhu. Dalšími doplňky zařízení jsou uzavírací a plnicí kohouty.

V zimní polovině roku bývá zpravidla pitná voda v horní třetině zásobníku dohřívána topným kotlem prostřednictvím dalšího předavače tepla. Elektrický dohřev se tehdy u takových tzv. trivalentních zásobníků nepoužívá.

3.2.2 Solární zařízení pro vytápění

Senzační přírůstky na začátku devadesátých let, kdy instalovaná plocha kolektorů pro ohřev užitkové vody rostla v Rakousku ročně až o 100 %, ukázaly, že tepelná solární zařízení jsou vyzrálá a technicky spolehlivá. Tisíce zařízení každodenně demonstrují možnosti tohoto zdroje tepla, bezesporu nejšetrnějšího k životnímu prostředí.

Stále více stavitelů, kteří jsou již motivováni solárními zařízeními pro ohřev pitné vody, uvažuje o využití slunečního záření také pro vytápění.

Nabídka slunečního záření se vyvíjí vzhledem ke spotřebě energie nepřímo úměrně, tj. v létě, když moc potřeba topit není, je nabídka vysoká a v zimě, když je zapotřebí velké množství tepla, je nabídka nízká. To samozřejmě vede k otázce jak energii akumulovat.

V zásadě je možné energii získanou v létě uchovat na zimu ve velkých zásobnících vody (sezónní zásobníky o objemu 70 až 150 m^3 pro 130 m^2 obytné plochy) a vystačit tak pouze se slunečním zásobováním, jak dokazuje několik zařízení vybudovaných v minulých letech.

Předpokladem pro plné (ale i jen částečné) solární vytápění je vysoká kvalita tepelného zaizolování budovy, tj. roční spotřeba topné energie musí být nižší než 50 kWh na metr čtvereční obytné plochy. Dalším předpokladem je nízkoteplotní vytápění, zvláště vhodné je vytápění podlahou nebo stěnami.

Obr.14: „Haus Nader" je ze 100 % vytápěn sluncem

Z ekonomického pohledu je sezónní akumulace solární energie pro stavby typu rodinného domu (pro 1-2 rodiny) velmi nákladná, není tudíž realizovatelná v širokém měřítku.

Projektem zajímavým i z ekonomického hlediska je částečně solární vytápění. S kolektory o ploše 20 až 50 m^2 v kombinaci s tepelnými zásobníky (1 až 5 m^3), které jsou schopny vyhřívat dům několik hodin (během noci) až několik zatažených dnů může být vytápění pokryto až z 50 %. V porovnání se systémy vybavenými sezónními zásobníky jsou zde podstatně nižší náklady.

V roce 2000 činil v Rakousku podíl těchto kombinovaných zařízení zhruba 50 % z celkové plochy ten rok instalovaných kolektorů.

Při zhotovování absorbéru a montáži kolektoru lze za odborného dohledu přispět vlastní prací, což umožňuje instalovat solární systémy za výhodnou cenu.

Protože se v těchto zařízeních používají poměrně velké plochy kolektorů (15 až

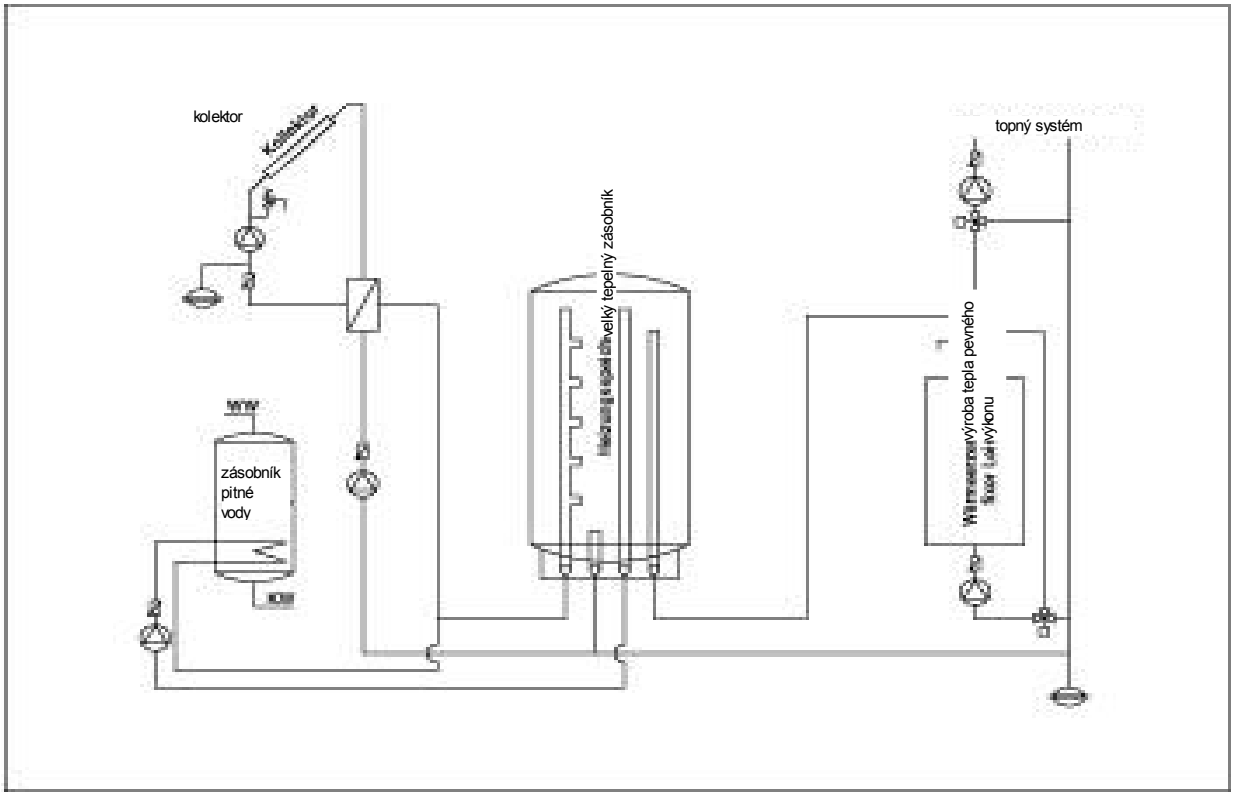
50 m^2) a je požadována především vysoká výtěžnost v zimním období, bývají zde využívány výhradně pásové systémy se selektivní vrstvou. Tyto pásové systémy rovněž umožňují jednoduché hydraulické zapojení absorbérových polí, neboť mohou být provedeny jako velkoplošný kolektor. Podstatnými aspekty solárních zařízení pro vytápění jsou dále sklon plochy kolektoru, který by měl vzhledem k horizontální rovině činit přinejmenším 40 stupňů, a co nejlepší orientace k jihu.

Svépomocná stavba těchto komplexních zařízení od stavitelů vyžaduje, aby se věcí důkladně zabývali. Proto v oblasti systémů pro částečně solární vytápění nabízí AEE detailní poradenství a plánování zařízení, které přesahuje běžné poradenství pro svépomocné stavební skupiny.

Svépomocná práce se u zařízení pro solární vytápění ve většině případů omezuje na přípravu komponent v dílně, montáž kolektorů a instalaci potrubí do kotelny. Napojení na konvenční topný systém a instalace zásobníku bývá většinou provedena ve spolupráci s instalatérem.

Obr.15: Zařízení pro solární přitápění, rodiny Walder/Klammer ve Villachu

Obr.16: Schéma zapojení systému Walder/Klammer



4 Dimenzování solárních zařízení pro ohřev vody

4.1 Spotřeba vody

Pro dimenzování solárního zařízení pro ohřev pitné vody je rozhodující očekávaná spotřeba vody v domácnosti. Ta závisí na zvyklostech uživatelů. Například v rodině, kde je zvykem spíše sprchování, je denní spotřeba teplé vody podstatně nižší než tam, kde se lidé často koupají.

Tab.3: Směrné hodnoty pro odhad denní spotřeby teplé vody

	Spotřeba teplé vody (litry)	Teplota (°C)
mytí nádobí na osobu a den	12 - 15	50
mytí rukou	2 - 5	40
mytí hlavy	10 - 15	40
sprchování	30 - 60	40
koupel – normální vana	12 - 180	40
koupel – velká vana	250 - 400	40

Tab.4: Spotřeba teplé vody (45°C) pro různé uživatele

		Nízká spotřeba (liry)	Střední spotřeba (litry)	Vysoká spotřeba (litry)
obytné domy	na osobu a den	30	45	60
sportovní zařízení	na jednu sprchu	30	45	60
hostince/restaurace	na jedno místo	10	25	45
ubytovací zařízení	na jedno lůžko	30	50	100
	na jednu sprchu	30	45	60

4.2 Objem zásobníku

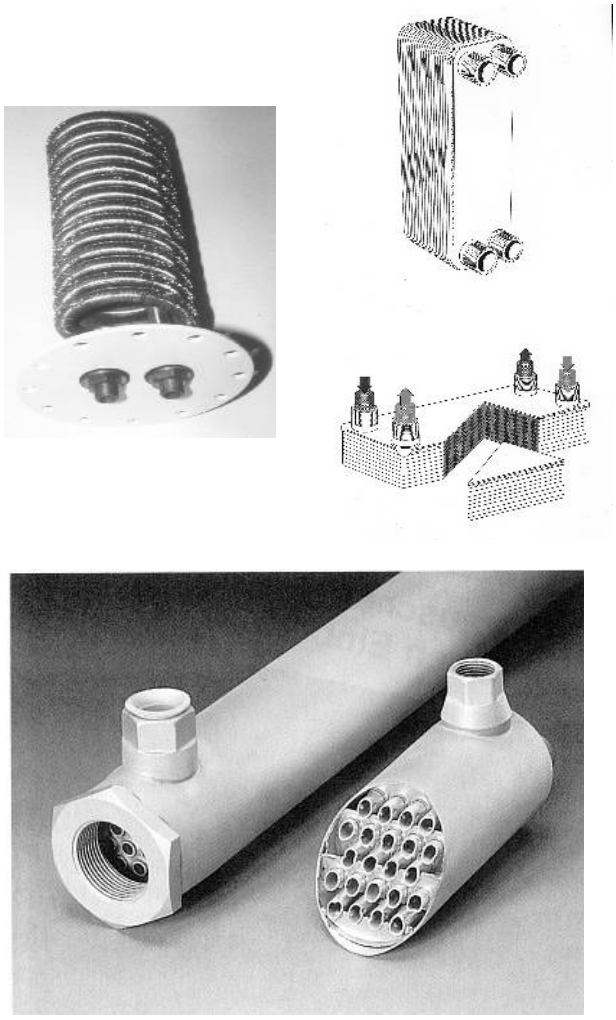
Poté, co jsme zjistili denní spotřebu teplé vody, můžeme s její pomocí zvolit objem zásobníku. Ten má činit 2 až 2,5-násobek denní spotřeby, aby bylo umožněno pokrytí spotřební špičky a zároveň překlenutí dnů chudých na sluneční záření.

Příklad:

Při spotřebě teplé vody (o teplotě 45 °C) S=50 litrů na osobu a den činí denní spotřeba domácnosti s počtem osob P=4 asi 200 litrů. Objem zásobníku O se vypočítá následovně:
$O = S \times P \times 2,5 = 50\ l \times 4 \times 2,5 = 500$ litrů

Jelikož dodavatelé nenabízí zásobníky všech objemů, je třeba se obeznámit s velikostmi obvyklými na trhu. Zásobník by se však neměl od vypočteného objemu odchylovat o více než 10 % směrem dolů ani o více než 20 % směrem nahoru.

V našem případě by to znamenalo, že vybereme zásobník přímo o objemu 500 litrů, neboť zásobníky obvykle bývají nabízeny ve velikostech 300 (400) a 500 litrů. Požadavky a kritéria, která musí splňovat zásobník pro solární zařízení, budou podrobně popsány v 7.kapitole.



Obr.17: Předavač tepla z žebrovaných trubek (vlevo nahoře) protiproudé předavače tepla: trubkový svazkový výměník teplot (dole) a deskový výměník teplot (vpravo nahoře).

4.3 Předavač tepla

U solárních zařízení, která jsou v provozu mimo nejteplejší letní měsíce, je nutné oddělit solární okruh (s nemrznoucí vodní směsí) od okruhu užitkové vody prostřednictvím předavače tepla.

Dimenzování předavače by měla být věnována zvláštní pozornost, neboť na něm z podstatné míry závisí výkonnost solárního systému. Kromě toho volba předavače tepla úzce souvisí s volbou zásobníku. Pravidla pro dimenzování ploch předavačů nabízí tabulka č.6 v kapitole 3.4.3.

V jednoduchých solárních zařízeních, jež jsou typická pro oblast rodinných domů, se používají převážně interní předavače tepla (trubkový hladký nebo trubkový žebrový předavač). Teprve ve složitějších systémech s více zásobníky se používají externí tepelné výměníky (trubkový svazkový nebo deskový výměník).

4.4 Plocha kolektoru

Když je známá denní spotřeba teplé vody, může být stanovena velikost plochy kolektoru. Ta závisí na několika faktorech:

- typ kolektoru: low-tech (černý nátěr) nebo hi-tech (selektivní povrstvení)
- stanoviště, sklon a orientace kolektoru
- velikost solárního zásobníku
- klimatické podmínky na stanovišti

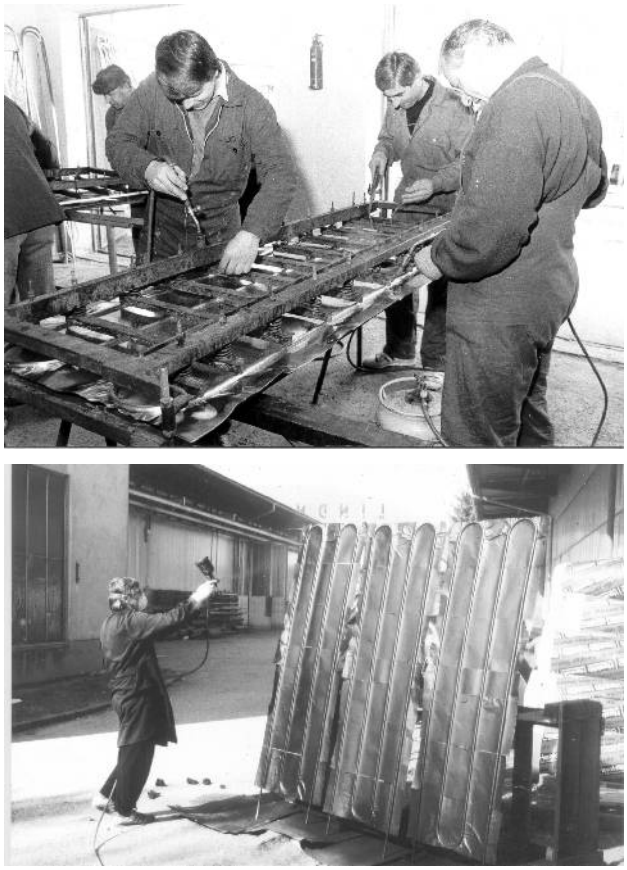
4.4.1 Výběr kolektoru

V zásadě se nabízí několik možností, jak si pořídit solární zařízení. Jednou z nich je pověřit jeho sestavením a instalací firmu, která už má v této oblasti co možná nejvíce zkušeností. Alternativa, která je obvykle nejlevnější, spočívá v tom, že se na realizaci podílíme vlastní prací a zařízení si vyrobíme částečně svépomocí nebo zcela sami. Na základě této motivace vznikly také první svépomocné skupiny pro stavbu solárních zařízení.

Od roku 1983 se v Rakousku svépomocná výroba a instalace slunečních kolektorů podstatně rozvinula. Na základě tří generací kolektorů budovaných svépomocí budou v následujícím textu představeny rozdíly ve výkonnosti mezi jednotlivými typy kolektorů. K ilustraci použijeme tři typy kolektorů a absorbérů, které jsou pro svépomocnou výrobu obzvláště vhodné, a s nimiž rakouské montážní skupiny na sklonku dvacátého století získaly rozsáhlé zkušenosti.

Jsou to kolektory svépomocné výroby s absorbérem pokrytým solárním lakem v typových provedeních K4 a K16 a dále pak selektivní pásové systémy výrobců TeknoTerm, MTI a TINOX.

V počátcích svépomocné výroby zhotovovaly montážní skupiny od roku 1984 kolektor typu K4. V tomto modelu byla použita měděná trubka o průměru 15mm, jež byla ohnuta do čtyř zákrutů a připájena na měděný plech. Do plechu byly vlisovány drážky, které měly umožnit lepší přenos tepla.



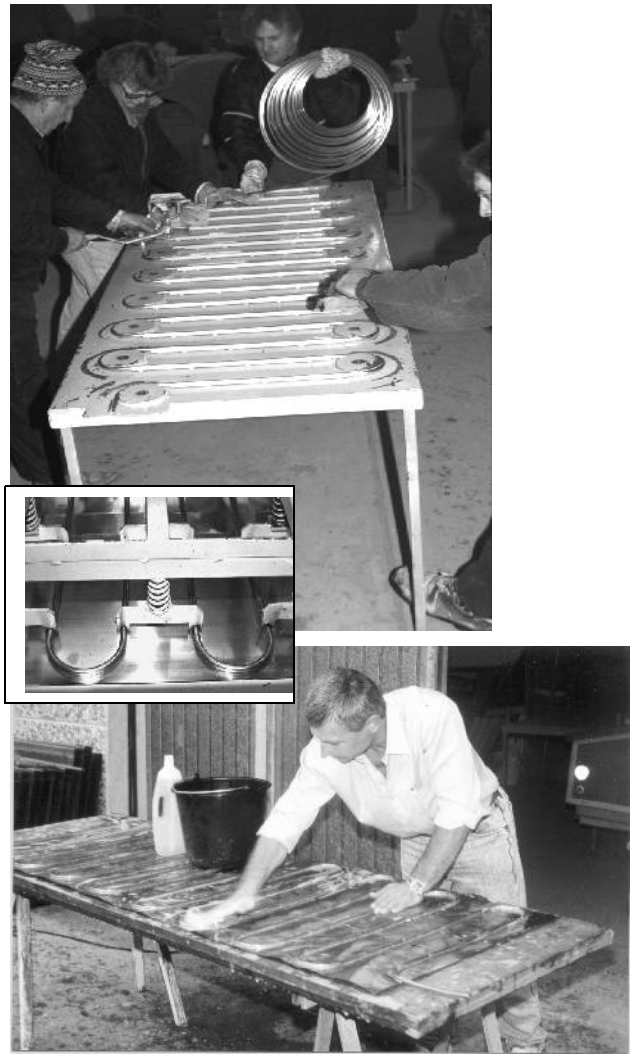
Obr.18: Výrobní postup pro kolektor K4

V roce 1991 byl typ K4 přezkoušen na technice v Rapperswilu (ITR).

Na základě výsledků testu byly provedeny vývojové změny kolektoru, které významně zlepšily jeho technické vlastnosti i systém montáže. Tak byl z typu K4 vyvinut typ K16, jako kolektor snadno sestavitelný s pomůckami pro rychlou montáž. V roce 1993 byl typ K16 přezkoušen v Institutu pro výzkum solární energie v Hannoveru (ISFH).

Se stoupající poptávkou po zařízeních pro solární přitápění rostla stále více poptávka po selektivních absorbérech. Od roku 1992 začaly svépomocné montážní skupiny zpracovávat vedle modelu K16 také průmyslově vyráběné absorbérové pásy. Po roce 1995 tyto nové systémy už nad svépomocně pájenými měděnými absorbéry převažovaly. Bylo to jednak vzhledem k podstatně lepším vlastnostem kolektoru, jednak i z důvodu mnohonásobně nižšího

pracnosti a klesajících pořizovacích cen za pásy absorbéru.



Obr.19: Příprava a sestavování kolektoru K16

Tab.5: Materiálové náklady a pracnost pro různé typy svépomocných kolektorů

Typ kolektoru	cena materiálu [Kč/m^2]	Pracnost [h/m^2]
K4	2300	3.0
K16	2600	1,5
Solaris SB (MTI)	3400	0,5
AEE KT 2000(TINOX)	3900	0,5

Zatímco kolektor K4 byl ještě velmi náročný z hlediska množství práce vynaložené na jeho přípravu a montáž, byl čas potřebný ke zhotovení typu K16 ve svépomocné montážní skupině redukován zhruba na polovinu. Pásové systémy umožňují zhotovení jednoho metru čtverečního přibližně za půl až jednu hodinu. Příprava solárního zařízení s plochou kolektoru o velikosti 10 m^2 vyžaduje v dobře organizované stavební skupině už jen půldenní práci.

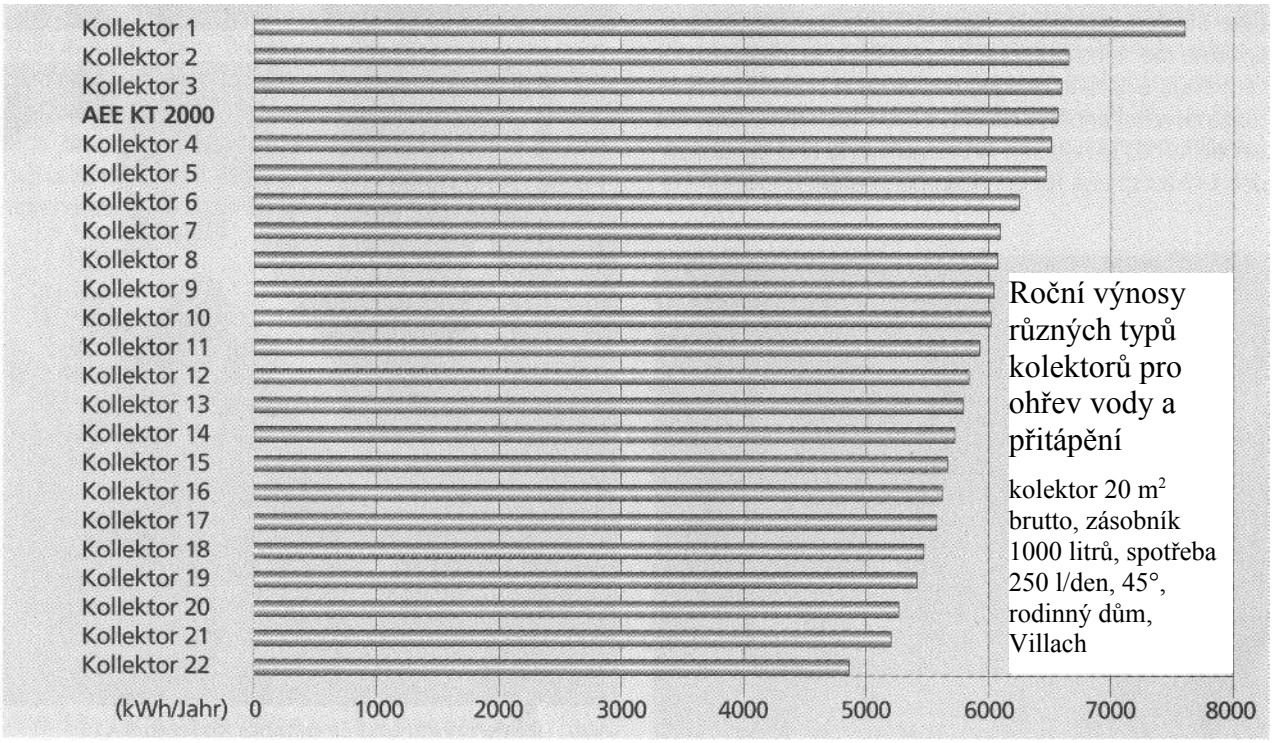
Pro výběr typu kolektoru, popř. absorbéru byla vždy určující jejich výkonnost a náklady. Pro zařízení pro ohřev pitné vody byl v montážních skupinách do roku 1994 sestavován téměř výhradně měděný kolektor typu K16 pokrytý solárním lakem – z důvodu nejlepšího poměru ceny a výkonu. Chceme-li dosáhnout určitého stupně pokrytí roční spotřeby, je sice při používání měděných absorbérů natřených solárním lakem v porovnání se selektivně povrstvenými pásovými systémy nezbytná poněkud větší plocha kolektoru, cena zařízení je ale i tak podstatně výhodnější. Pro zařízení napojená na vytápění byly už od roku 1992 přednostně doporučovány a používány pásové systémy se selektivní vrstvou.

Srovnáme-li současnou technickou úroveň kolektoru AEE KT2000 vyráběného svépomocí s konvenčními výrobky trhu, ukazuje se, že kolektor vyráběný svépomocí patří k nejlepším. Například mezi zařízeními přezkušovanými v Rakousku se umístil na druhém místě. Rozhodující veličinou pro hospodárnost solárního zařízení jsou v neposlední řadě i náklady za jednu kWh. Pokud zanedbáme nízké náklady na provoz čerpadel (cca 1 % z hodnoty vytěženého tepla), tak nás poté, co bylo solární zařízení zaplaceno a instalováno, teplo z něj již nic nestojí.

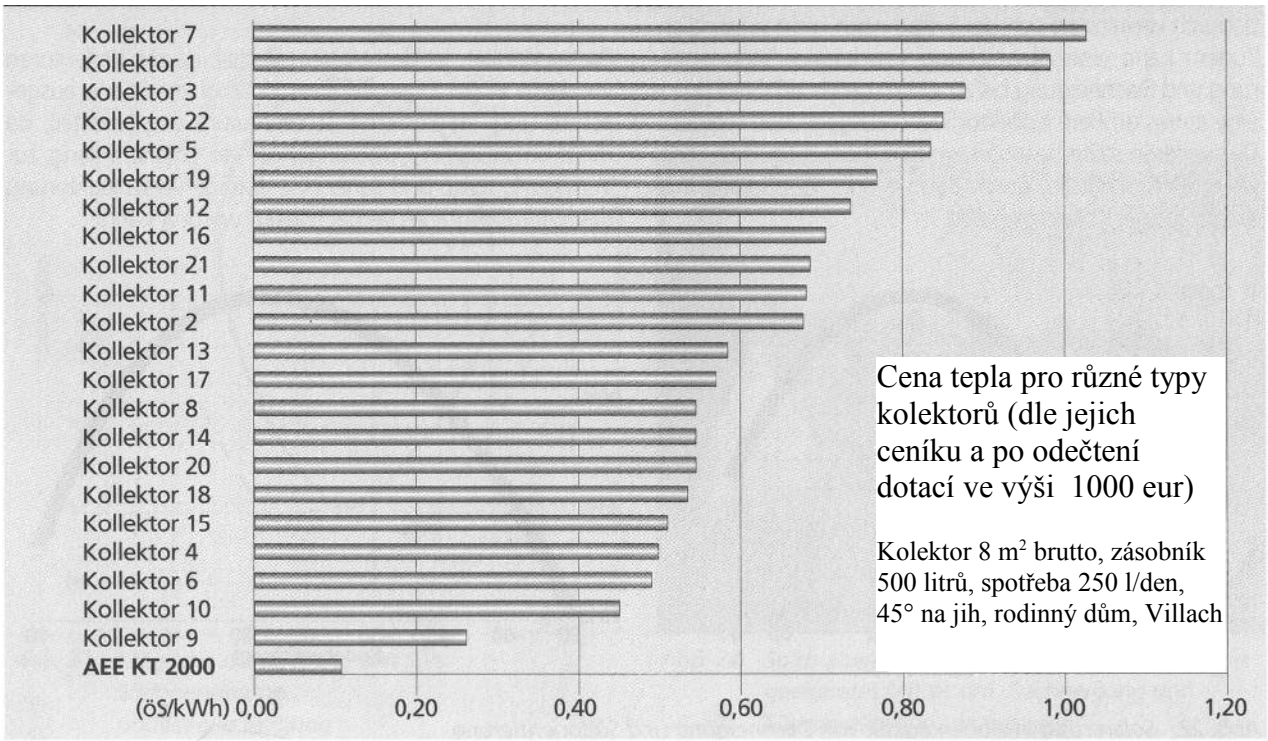
Cena tepla ze slunce tedy vyplývá z investičních nákladů (kapitálové náklady a úroky), ročního výnosu a doby životnosti.

Zde obstál kolektor svépomocné výroby obzvláště dobře.

Obr.20: Roční výnosy různých typů kolektorů pro ohřev vody a přitápění



Obr.21: Cena tepla pro různé typy kolektorů na ohřev TUV



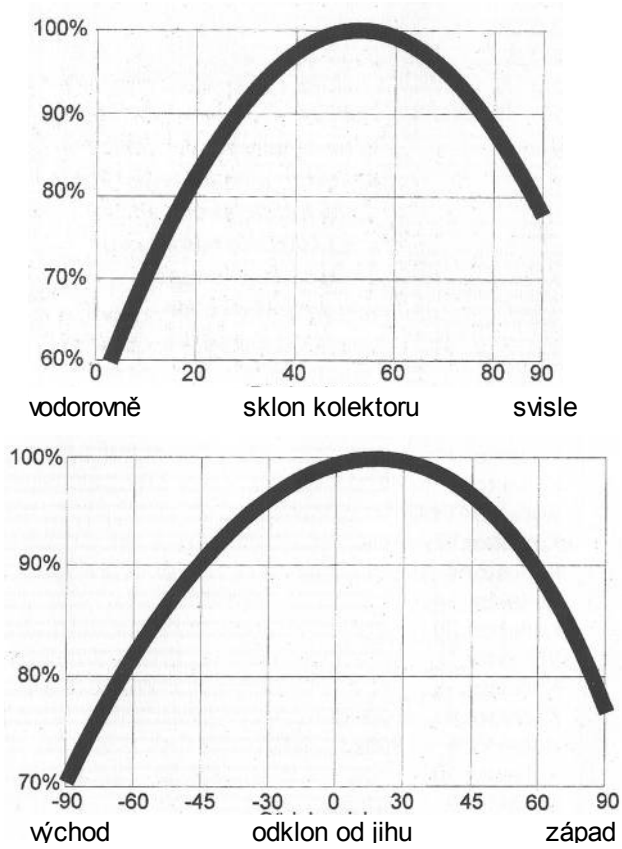
4.4.2 Stanoviště, sklon a orientace kolektoru

Místem, které se nejčastěji nabízí pro instalaci kolektoru, je plocha střechy. Není-li montáž na střechu možná, lze kolektory upevnit na vhodný podstavec v blízkosti domu, integrovat do svahu nebo postavit na plochou střechu. V každém p řípadě je vhodné dbát, aby potrubí vedoucí do zásobníku a z něj bylo co nejkratší.

Pro montáž slunečních kolektorů se nejlépe hodí plochy orientované směrem na jih. Odchylka o 45 stupňů na východ nebo západ je však zcela možná, neboť nesnižuje výnos nijak podstatně. Mimo to lze odchylku od ideální orientace na jih a od nejvhodnějšího sklonu střechy do určité míry vyrovnat zvětšením plochy kolektoru. Dále by mělo být zajištěno, aby na kolektory pokud možno v průběhu celého roku nepadal stín nějakého stromu nebo budovy.

Vedle charakteristik samotného kolektoru je totiž účinnost solárního zařízení v podstatné míře závislá také na tom, v jakém úhlu na kolektor dopadá sluneční záření. Největšího výtěžku dosáhneme tehdy, když světlo dopadá na kolektor stále kolmo – to bychom ale museli kolektorem celý den hýbat (to se nedělá, taková pokusná zařízení se dávno pokazila). Optimální sklon pevného kolektoru je v různých ročních obdobích odlišný, neboť Slunce je v létě výše než v zimě. Je-li plocha kolektoru orientována na jih, lze v letní polovině roku získat největší výnosy při sklonu 20-30 stupňů. V zimních měsících by byl nejvhodnější úhel přibližně 60 stupňů. Pro celoroční využití k ohřevu pitné vody je v našich zeměpisných šířkách u skromně dimenzovaných kolektorů ideální sklon 50 stupňů.

Tento sklon je výhodný z toho důvodu, že kolektory jsou optimálně nastaveny ke Slunci především v přechodném období. V létě to lze sotva považovat za nevýhodu, neboť většinou bývá k dispozici přebytek slunečního záření a proto může být malé zhoršení stupně účinnosti zanedbáno.

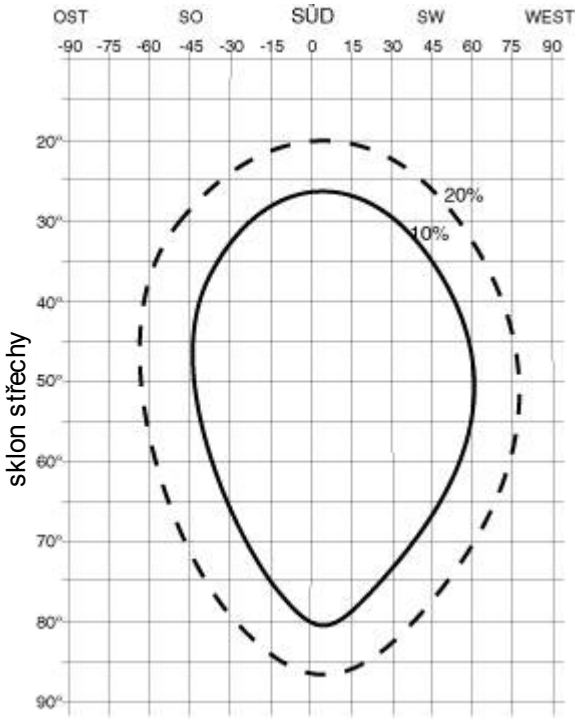


Obr.22: Solární výnos v závislosti na sklonu střechy a orientace na jih

Obecně lze říci, že solární zařízení, která by měla dosahovat velmi dobrých celoročních výnosů, by měla mít úhel sklonu mezi 40 a 60 stupni.

Při umísťování kolektoru na střechu bývá již sklon a směr většinou daný a tak není optimální orientace vždy možná. Odchylky jsou zde spíše pravidlem. V jakém rámci se klidně mohou odchylky od orientace na jih a ideálního sklonu pohybovat, ukazuje obrázek č.23. Je zjevné že např. na zahradě, chceme-li aby půdorys kolektoru byl co nejmenší, můžeme volit sklon i přes šedesát stupňů. Výhodu má v tom, že se na kolektoru nedrží sníh.

I když nemáme k umístění ideální podmínky, měli bychom upustit od různých „důmyslných“ konstrukcí k úpravě sklonu a orientace kolektoru na střeše ve prospěch pěkného vzhledu domu.



Obr.23: Možné odchylky od orientace na jih a od ideálního sklonu

Úhrnem lze říci, že odchylky od ideální polohy v rámci hodnot uvedených na obrázku č.23 lze nejlépe vyrovnat pomocí o něco větší plochy kolektoru. Jeden kolektor navíc bývá vždy levnější než nákladné systémy k upevnění kolektorů, které kompenzují sklon střechy, nebo dokonce natáčení kolektorů za sluncem, které je neobyčejně nákladné.

4.4.3 Pravidla pro dimenzování

Základem pro dimenzování našich solárních zařízení jsou co nejvyšší solární výnosy, tj. pokrýt potřebu tepla na ohřívání vody solárním zdrojem asi ze 70 % a vyhnout se příliš velkým solárním přebytkům v létě. Tento přístup přináší v měsících mimo topnou sezónu téměř 100 % solárního pokrytí, takže se topení bude v tomto období pro ohřev vody spouštět jen velmi zřídka.

4.5 Potrubí pro okruh kolektoru

V solárních zařízeních pro ohřev vody se používají především měděné trubky. Dají se snadno obrábět a osvědčily se v tisících zařízení.

Potrubí z umělých materiálů všeho druhu nelze doporučit – mimo jiné také z důvodu nedostatečné těsnosti proti difuzi kyslíku a malé teplotní odolnosti. Nevhodné jsou rovněž pozinkované ocelové trubky, u kterých kapalina (směs vody a glykolu) způsobuje problémy s korozí.

← Obr.24: Takovéto dobrodružné konstrukce nejsou vhodným prostředkem k „nápravě" sklonu střechy a orientace střechy

denní spotřeba vody litrů	objem zásobníku litrů	plocha low-tech kolektoru m^2	plocha hi-tech kolektoru m^2	plocha trubkového předavače tepla m^2	expanzní nádoba litrů
100-200	300	6-8	5-6	1,8	24
200-300	500	8-11	6-8	2,5	24-35
300-500	800	12-15	9-12	3,6	35-50

Tab.6: Dimenzování solárních zařízení pro ohřev vody

4.5.1 Průřezy potrubí

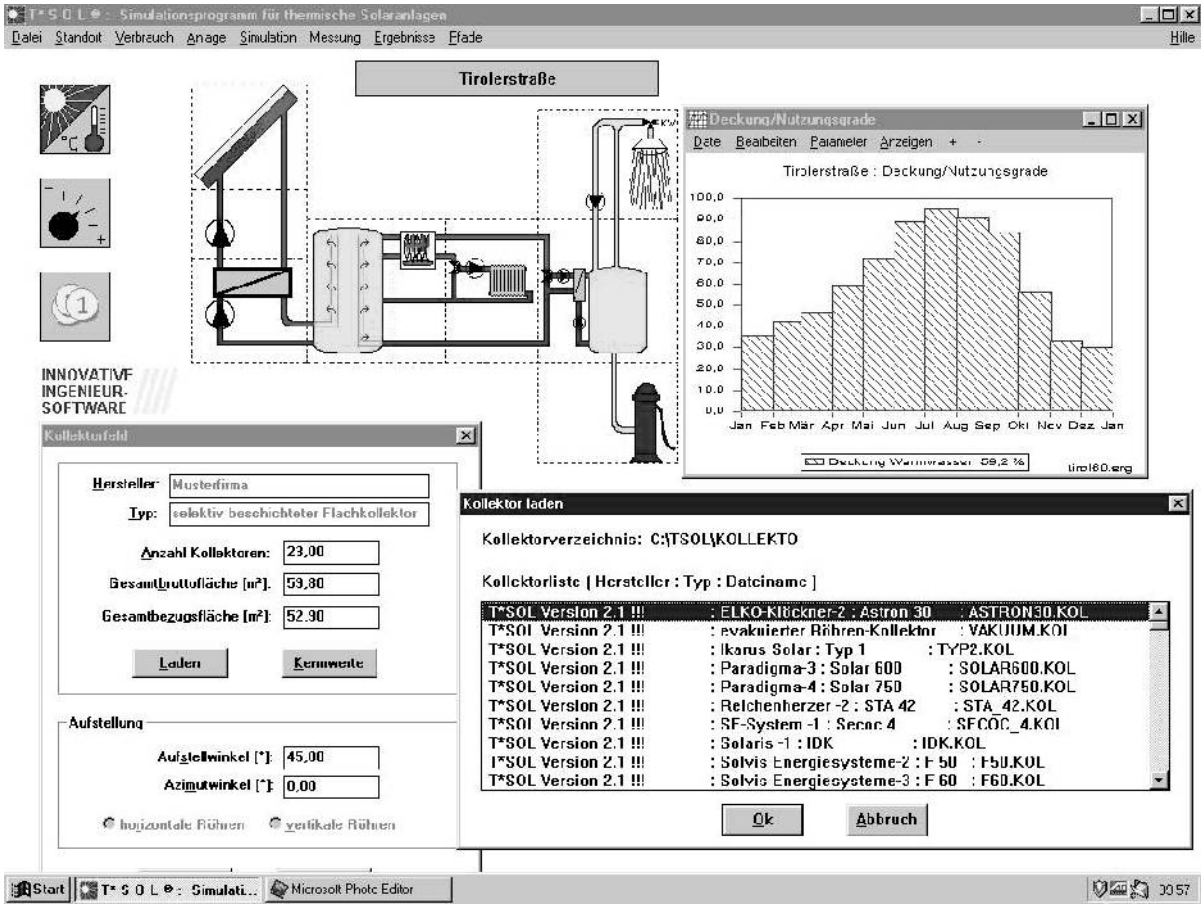
Zvolené průřezy potrubí v podstatné míře závisejí na ploše kolektoru, délce potrubí a koncentraci přísady proti zmrznutí kapaliny. Protože účinnost kolektoru značně klesá při průtoku pomalejším než 40 l/h na 1m^2 plochy kolektoru, je požadováno průtočné množství od 40 do 60 l/h na 1m^2 plochy kolektoru. Hodnoty v tabulce č.4 platí pro měděné trubky.

Tab.7: Průměry potrubí (dle celkové délky solárního okruhu)

plocha kolektoru m^2	průměr trubky pro okruh do 20 m [mm]	průměr trubky pro okruh do 50 m mm
5-8	18	18
8-11	18	22
11-15	22	22-28

4.6 Počítačová simulace solárních zařízení

Výše uvedená pravidla pro dimenzování je třeba chápat jako orientační hodnoty. Abychom mohli učinit přesnější výpověď, je důležité rozměry stanovit vzhledem ke konkrétnímu zařízení a stanovišti. Toto s pomocí počítačových programů provádějí inženýrské kanceláře, firmy specializující se na solární technologie a AEE (viz adresy v příloze). Tak lze pro plánované zařízení získat přesné informace o jeho účinnosti, o stupni pokrytí potřeb ze solárního zdroje, jakož i o potřebném dohřevu v zimních měsících.



*Obr.25: Počítačové simulace s programem T SOL**

5 Příprava komponent

Montážní skupiny si svépomocí připravují ze základních materiálů stavebnice, z nichž se pak kolektory sestavují. S ohledem
na stupeň organizace skupiny je třeba vyhradit si pro tyto práce 0,5-1 hodinu /m^2 plochy kolektoru. Podle dimenzování lze vytvářet různá kolektorová pole, jejichž velikost vyplývá z libovolně uspořádaných jednotek tvořených standardními skleněnými tabulemi o velikosti 0,75 m × 2,0 m nebo 1,0 m × 2,0 m. Pro téměř všechny typy uspořádání jsou připraveny podklady v pokynech pro montážní skupiny. Pro každou variantu uspořádání kolektorů je k dispozici seznam součástek, měřítko a návrh hydraulického propojení absorbérů v kolektoru.

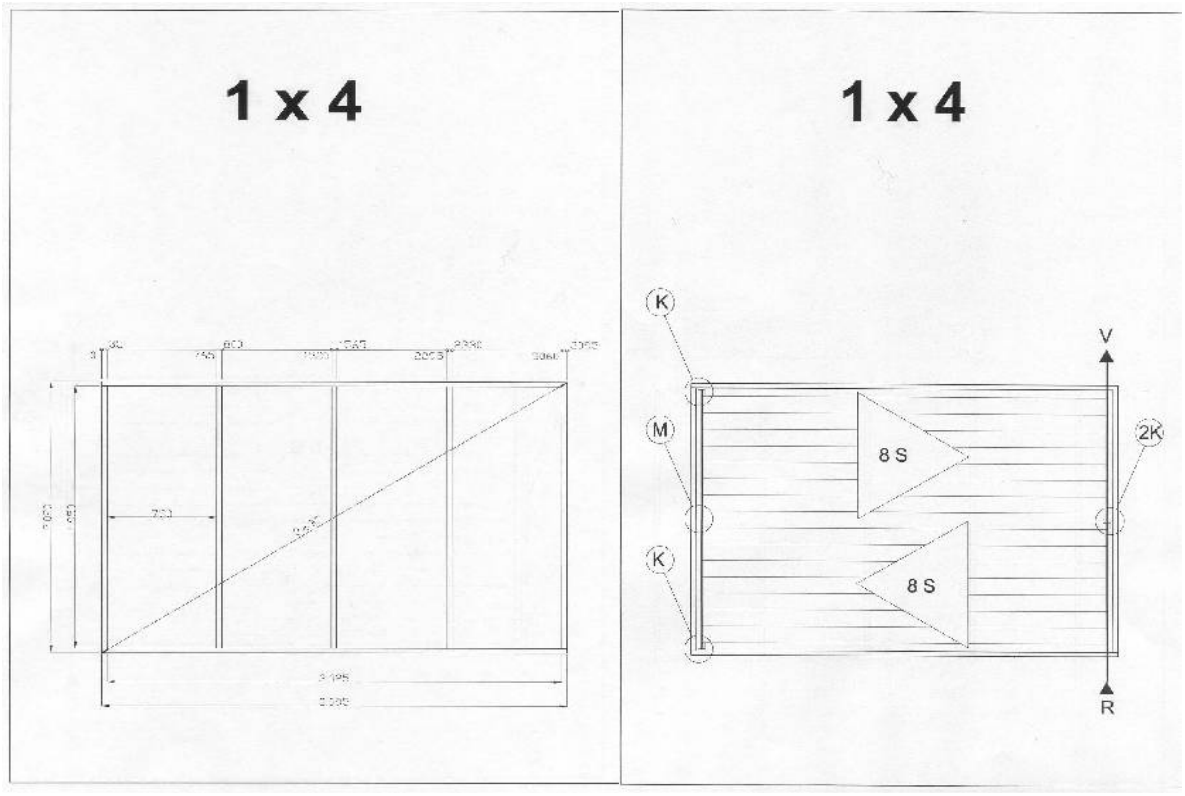
Standardní připojení vycházejí z konvenčních koncepcí *high-flow*, hydraulika kolektoru je s nimi sladěna. Velké tepelné zásobníky se zvláštním zásobníkovým okruhem, v nichž se ohřátá voda přivádí do vhodné výšky, vyžadují optimální propojení absorbérů, aby systém fungoval jak má. V takových případech poskytuje AEE za úhradu projekt, v němž je stanoveno propojení pro konkrétní případ.

Podle seznamu součástek pak montážní skupina připraví jednotlivé komponenty kolektoru.

Soupis materiálu pro 1x3 kolektor plochy 6 m^2

Označení	Rozměry	Množství	Jednotka
Součásti kolektoru			
Sběrné potrubí	zapájené,22 mm	32,00	ks
Podpěrné latě	23x35 mm	3,90	m
L-Dřevěný profil	35x35x15 mm	3,08	m
Rohový profil	Alu hnědý	3,10	m
Plastová zátka	683135001005	19,00	ks
Silikon-tuba	transparentní	1,00	ks
Alu-T-Profil	35cm, Nr. 15156	8,02	m
Krycí guma	EPDM, Nr. 15158	8,08	m
Podkl.guma pod sklo	v rolích	12,12	m
Duté gumové profily	IDK, Nr. 15172	3,00	m
Úhelník na uchyc.skla	s gum. podložkou	6,00	ks
Desky z minerální vlny	73x195x6 cm	5,00	ks
Cu-trubice pro čidlo	s objímkou	1,00	ks
Dřevo na rám	35x90x4000 mm	10,06	m
Tinox-absorbér (plech)	1x3 m	2,00	ks
Odvzdušňovací nádoba	22/28mm, samovýr.	1,00	ks
Solární lak		0,30	kg
Malé díly Cu			
Úhelník RR 22	90°/22, 5090	4,00	ks
Víčko	22mm, 5301	10,00	ks
Objímka	22mm, 5270	5,00	ks
Oblouk RR 22	90°/22, 5002a	4,00	ks
Šrouby			
Vruty do dřeva	6x150 mm	30,00	ks
Vruty do dřeva	5x90 mm	15,00	ks
Vruty do dřeva	4x30 mm	50,00	ks
Vruty do dřeva	4,5x45 mm	16,00	ks
Nerezové šrouby	4x35 mm	22,00	ks
Příslušenství			
Čistící tkanina	3M 7447 AVF 185 x	1,00	ks
Pájecí drátDIN1707	L-SnCu3, 2mm	1,00	ks
Pájecí pasta	Degufit 3000, 250g	1,00	ks
Sklo			
Solární sklo tvrzené	100x200x0,4cm	3,0	ks

Obr. 26: Seznam součástek pro kolektor typu 1 x 3



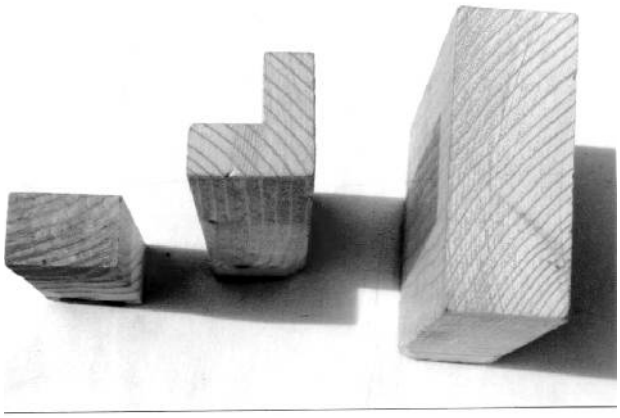
Obr. 26a: Okótování a návrh hydraulického propojení. Typický příklad pro jedno kolektorové pole typu 1 x 4. (K - die Klappe - záklopka, M - die Muffe - spojka (mufna), S - der Streif - pás)

5.1

5.2 Pracovní postup

5.2.1 Rámové hranoly a opěrné latě

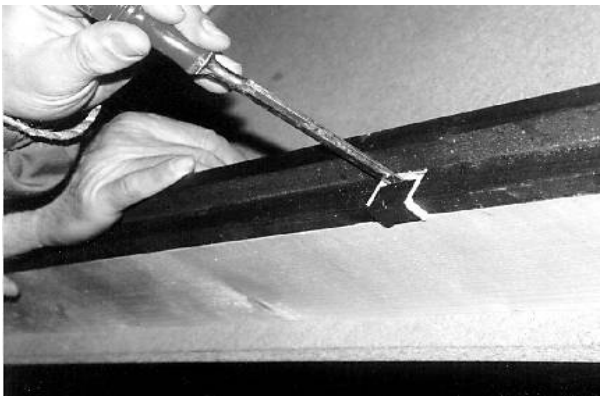
Délka latí se upraví podle seznamu součástek popř. podle souhrnného seznamu pro všechny kolektory, které jsou vyráběny ve stavební skupině. Jako výchozí materiál se použije hraněné smrkové řezivo bez suků, ohoblované ze všech stran. Toto řezivo se prodává obvykle v délkách 4 nebo 5 metrů.



Obr. 27 Dřevěné profily

5.2.2 Dřevěný L-profil

Délka L-profilu se rovněž upraví podle seznamu součástek. Vybrání pro hliníkové T-profily se vytvoří pilou a dlátem.

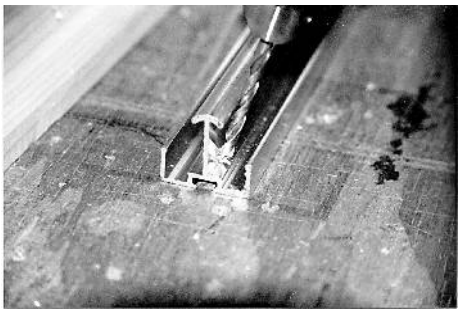


Obr. 28: Dřevěný L-profil (bude horním okrajem kolektoru)

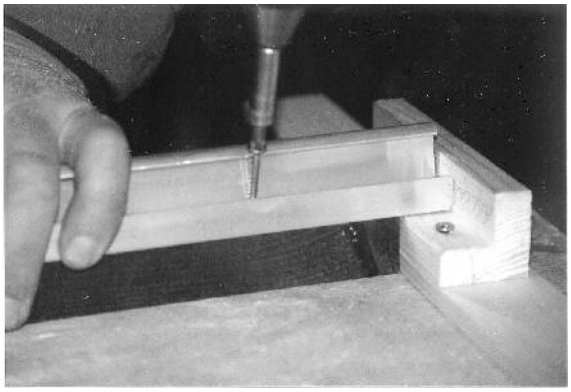
5.2.3 Aluminiové T-profily

Aluminiové T-profily jsou dodávány v délce 6 m. Jejich délka se upraví podle seznamu součástek. Do profilů se navrtají otvory tak, aby je bylo možné později přišroubovat nahoře a dole na příčné (vodorovné) dřevěné profily a připevnit je na podélné opěrné latě. Pouze oba horní vyvrtané otvory procházejí až nejhlubší částí profilu. Všechny ostatní otvory jsou navrtány šikmo do
do střední vyvýšené části profilu, aby voda, která se do hliníkového profilu případně dostane, mohla bez překážky odtékat dolů.

Oba okrajové profily se později přišroubují na postranní rámové hranoly. U zařízení s vodorovně uloženými absorbérovými pásy se ještě v dílně všechny ostatní hliníkové T-profily přišroubují s využitím šablony na opěrné latě.



Obr. 29: Vrtání hliníkových T-profilů



Obr. 30 Sešroubování hliníkovýchT-profilů a opěrných latí

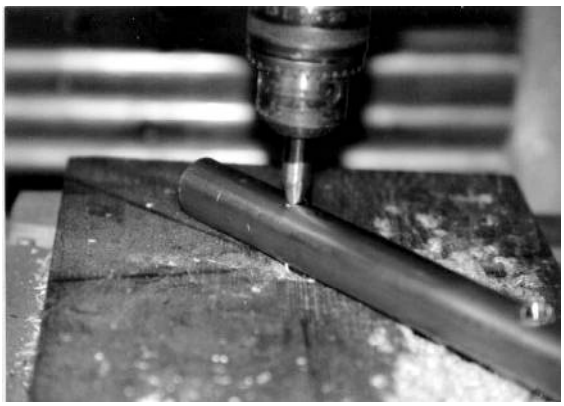
5.2.4 Gumové součástky

Gumová podložka pro položení skla na T-profil, spodní profilová guma a zasklívací guma se dodávají v rolích a je třeba je nařezat. Nařezané díly by měly být vždy o něco delší, protože guma se při nízkých teplotách smršťuje. Při montáži je potřeba je patřičně do kolektoru natlačit.

5.2.5 Sběrné trubky

Sběrné trubky, k nimž se pájí absobérové pásy, se také dají připravit v montážních stavebních skupinách. U všech standardních zapojení se používají sběrače o průměru 22 mm. Na šabloně pro vrtání se do nich předvrtají otvory asi o 2 mm menší než trubky, které se tam budou pájet.

Pro rozšíření těchto otvorů se používají speciální nástroje, jako je například Rotodrill firmy Rothenberger. Nástroj k tomuto účelu si lze také jednoduše vyrobit. Tvrdokovový vrták, jehož průměr je o 0,2 mm větší než trubka, která má být připájena, se zbrousí do kužele. Silnou stojanovou vrtačkou se tento kónický čep vtlačí při pomalých otáčkách do předem nastavené hloubky. Předvrtaný otvor se tak díky stlačení svého okraje odpovídajícím způsobem rozšíří.



Obr. 31 Rozšíření sběrné trubky jednoduchým speciálním nástrojem

5.2.6 Připájení absorbéru

Absorbční pásy jsou dodávány v délkách, v jakých budou instalovány do příslušných polí kolektoru. Maximální délka je 6 m.

V plánu hydraulického propojení je uvedeno, kolik pruhů, o jaké délce a k jakým sběrným trubkám se bude pájet. Pro pájení se absorpční pruhy položí na stůl.

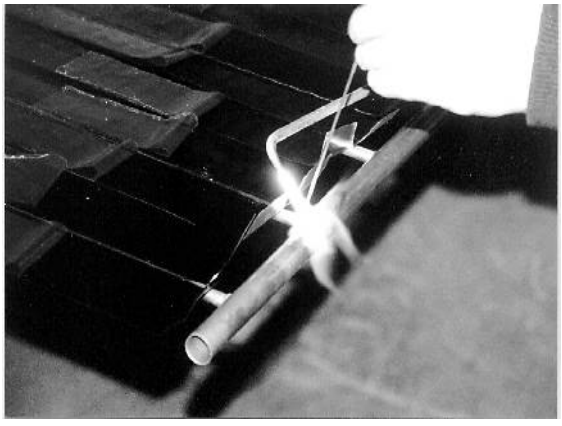
Konce trubek absorbéru se na vnějším povrchu očistí až na čerstvý kov, zasunou do sběrné trubky a pevně k ní připojí tvrdým pájením.

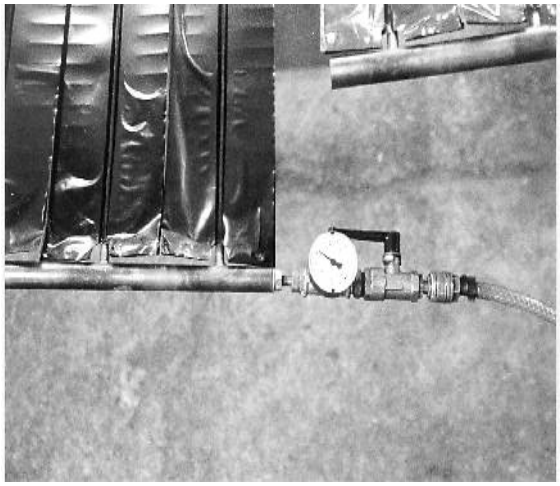
Jako alternativa tvrdého pájení pruhů a sběrně trubky se používá v některých skupinách také sběrná trubka s připájenými objímkami. Do těchto objímek se absorpční trubky pájí už měkce.

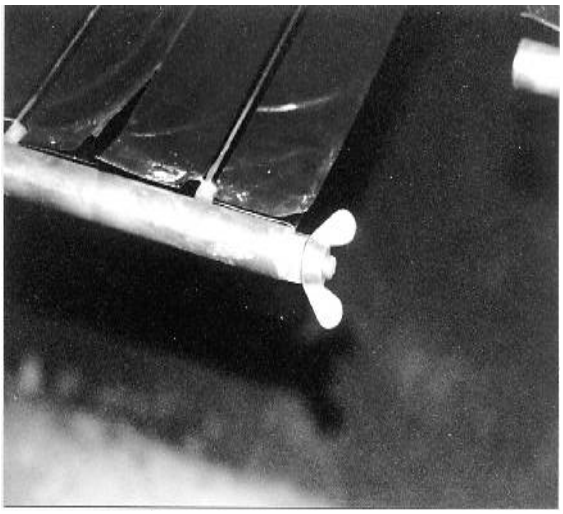
Obr. 32 Příprava absorbéru k pájení

U hotových absorbérů se před vydáním účastníkovi stavební skupiny provede zkouška těsnosti. Pro tento účel se tři ústí trubek uzavřou stlačovacími gumovými zátkami a na čtvrté se připojí manometr s kohoutem a hadicí od kompresoru, absorbér se natlakuje na 8 barů (0,8 MPa) a uzavře kohoutem. Pomocí mýdlové pěny se přezkouší těsnost pájených spojů. Ale pozor, žádná pěna se nesmí dostat na selektivní vrstvu absorbéru – vytváří skvrny! Případné netěsnosti se poznají tak, že v pěně vznikají bubliny. Pájení provádějí vždy zkušení řemeslníci, tlaková zkouška těsnosti je úkolem členů montážní skupiny.

Obr. 33: Pájení absorbéru a tlaková zkouška



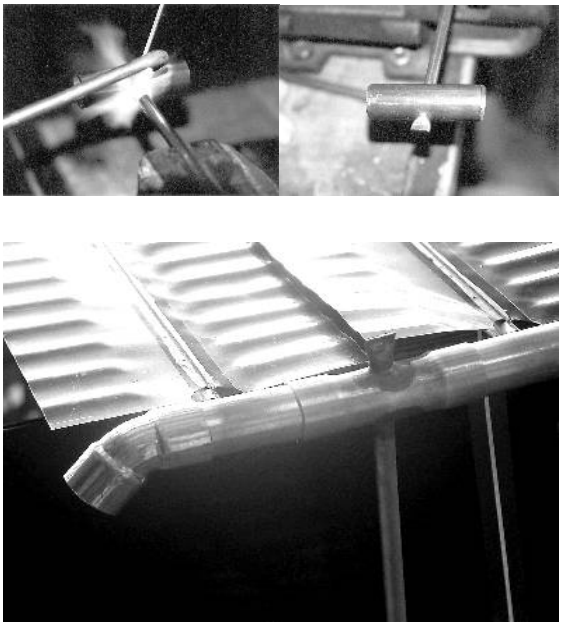




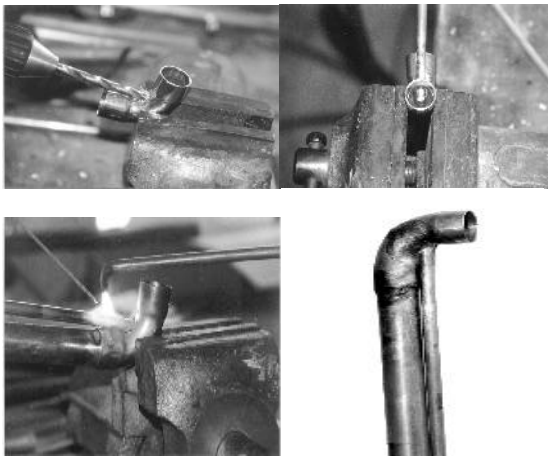
5.2.7 Objímka pro čidlo

Pro optimální umístění kolektorových čidel si montážní skupiny vyrábějí objímky (česky řečeno mufny) pro čidla. Měděná trubka 8 mm × 0,6 mm se na konci smáčkne a tvrdě spájí. Do Cu-objímky se provrtá otvor o průměru 8,5 mm skrz obě stěny. Do tohoto otvoru se vsune připravená trubka. Trubka pro čidlo a objímka se natvrdo spájí.

Objímka s čidlovou trubkou se při sestavování kolektoru připájí do poslední sběrné trubky, kde bude nejvyšší teplota, mezi dva horní pruhy absorbéru. Pro tenkou čidlovou trubku je vhodné vyvrtat zvláštní otvor vedoucí do střešního prostoru, který musí být později přístupný, aby mohlo být čidlo v případě potřeby vyměněno. Důležité je, aby čidlo měřilo skutečnou teplotu kapaliny v místě, kde opouští kolektor. Měření teploty kapaliny až mimo kolektor je na úkor včasného spínání čerpadla. Jsou-li výstupy z kolektorů ve zvláštní pozici, mohou být samozřejmě potřeba jiná, individuální řešení. Také v takových případech poskytuje AEE poradenství a stavební skupiny si mohou samy dle možností provést potřebné úpravy.



Obr. 34 Výroba objímky pro čidlo (skutečná mufna se z ní vyrobí roztažením konců trubky speciálním nástrojem)



Obr. 35 Alternativní umístění trubky pro čidlo do kolena

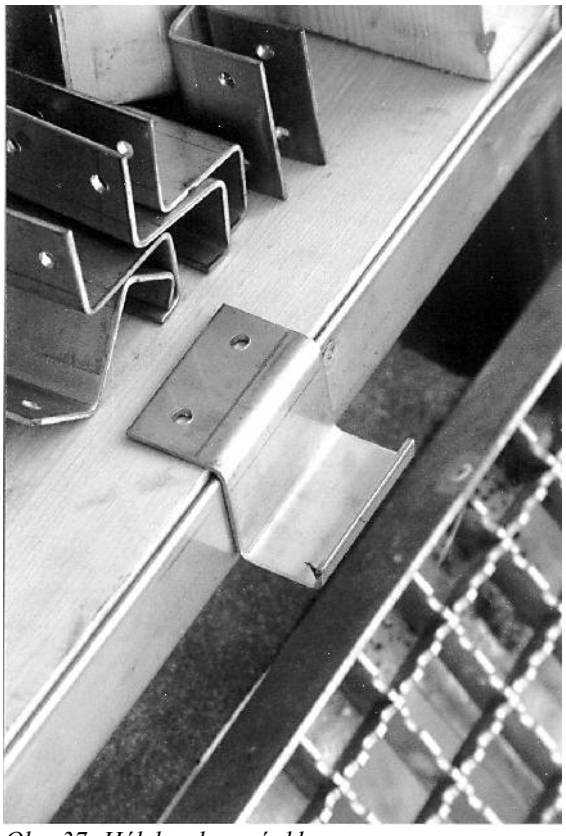
5.2.8 Trysky a distanční objímky

Různé malé součástky, které jsou potřeba k výrobě kolektorů, si lze rovněž vyrobit svépomocí nebo si je objednat. Patří k nim např. distanční objímky k propojení polí absorbéru a mufny se zaškrcením umožňující odvzdušňování absorpčních polí, jsou-li protékána střídavě dolů a nahoru.

Obr. 36: Objímka se zaškrcením a distanční objímka

5.2.9 Spodní držák skla s gumovou podložkou

Háky k uchycení skla jsou vyrobeny z dvoumilimetrového nerezu. Otvory jsou v nich obvykle již vyraženy nebo mohou být svépomocí vyvrtány speciálním vrtákem do tvrdého kovu. Pro ochranu hrany skla se mezi sklo a plechový hák vloží gumová podložka. K tomu lze využít čtyřicetimilimetrové zbytky profilů používaných pro pokládání skla na hliníkové T-profily; které se navléknou na hranu skla. Jinak lze do háků položit kousky fólie používané na ploché střechy (15 mm × 40 mm).



Obr. 37: Hák k uchycení skla

6 Montáž kolektorů

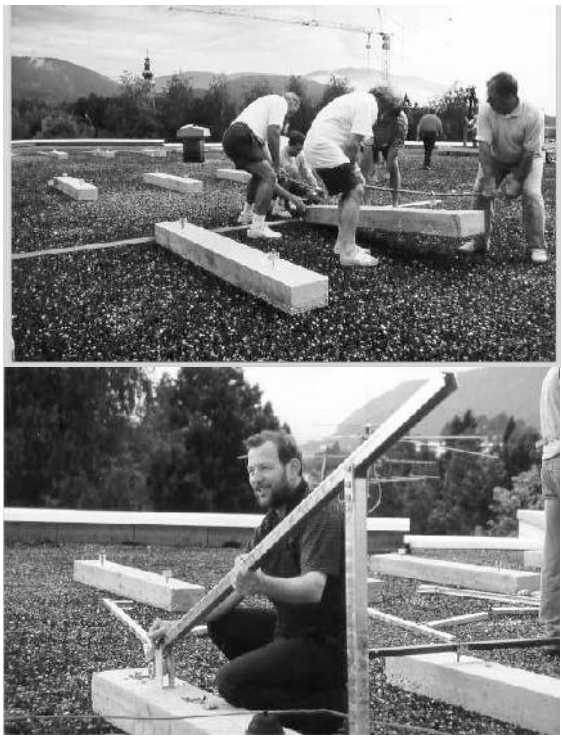
6.1 Montáž na střechu

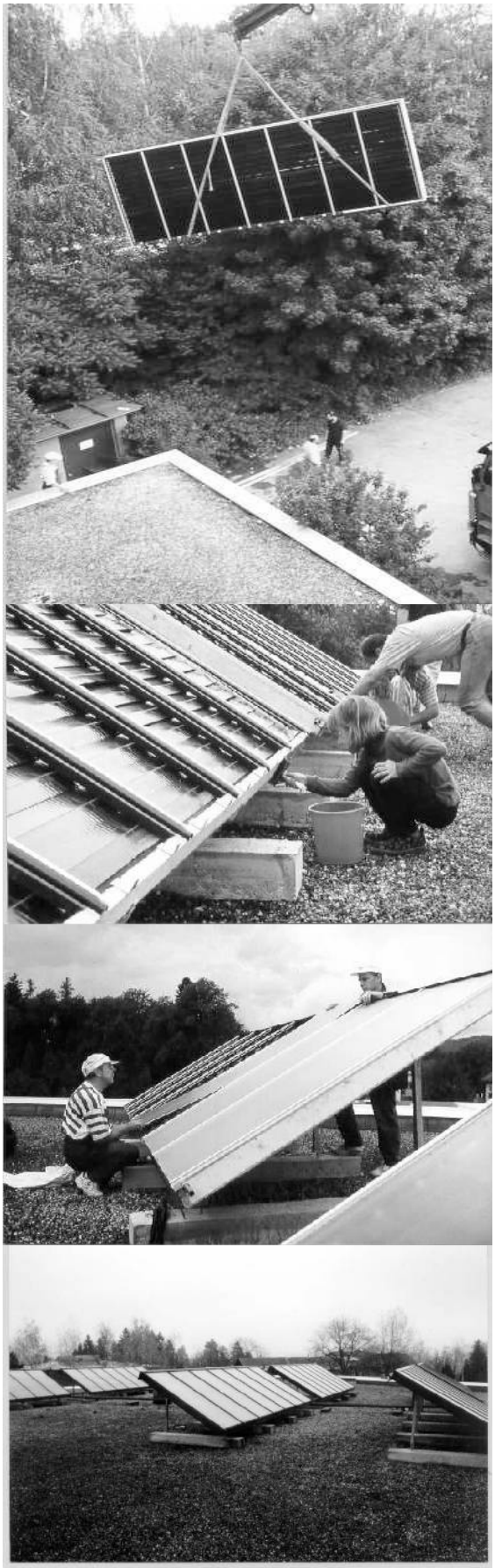
6.1.1 Montáž nad krytinu a umístění kolektorů na plochou střechu

Pro montáž nad krytinu se svépomocné kolektory hodí jako předem zhotovené velkoplošné moduly. Plochy kolektoru vystavené povětrnostním vlivům musí být pak patřičně oplechovány. Malé kolektory s plechovými vanami se dnes ve svépomocných skupinách nevyrábějí.

Při instalaci kolektorů na plochou střechu nebo zem se rovněž mohou použít hotové moduly včetně zadní stěny.

Na jedné ubytovně pro mládež ve Villachu bylo při celoalpské akci stavebních skupin připraveno 63 m^2 kolektorové plochy, betonové patky a ocelové stojky k nim za dva dny. Pomocí autojeřábu bylo celé zařízení během několika hodin vyzdviženo na plochou střechu a instalováno. Skla byla do modulů vložena a fixována až na střeše.





Obr. 38 a 38a: Instalace na plochou střechu ubytovny ve Villachu

6.2 Montáž do střechy

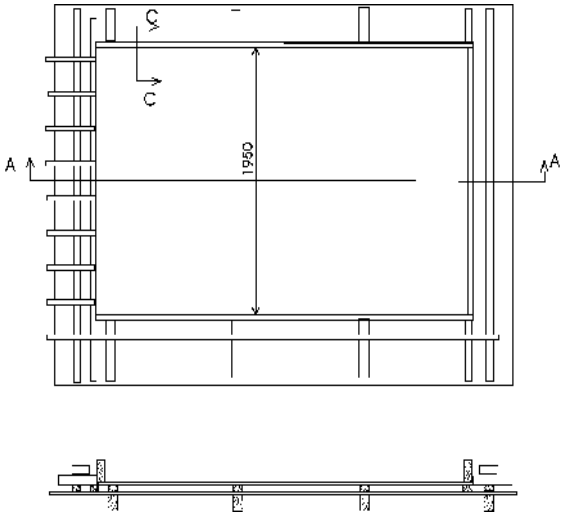
Když to dovolí orientace a sklon střechy, je integrace kolektorů do střešní krytiny nejestetičtějším a cenově nejvýhodnějším řešením. U této varianty jsou všechny stavební součásti integrovány do střechy. Vzniká tak málo venkovních ploch a žádná spojovací potrubí nevedou venkem. Ztráty tepla jsou minimalizovány.

Obr. 39: Solární zařízení integrované do střechy

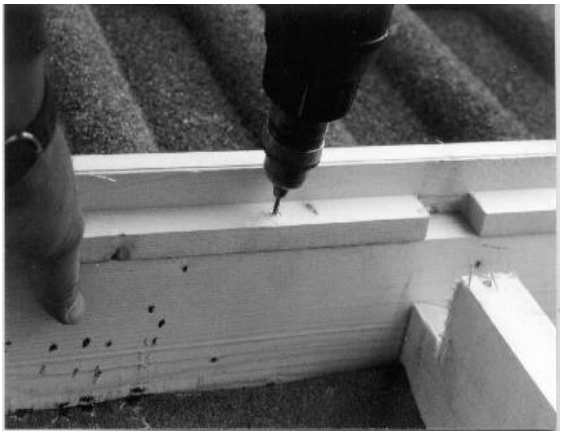
6.2.1 Montáž rámů kolektorů

Při integraci solárních kolektorů do střešní krytiny se na odpovídající ploše odstraní střešní krytina a střešní latě. Na střešní krokve popř. na kontralatě na základu je umístěno pouze dřevěné bednění nebo dřevěná deska jako nosná vrstva. Jde-li o bednění, které je prodyšné, dá se na něj s dostatečnými přesahy ještě fólie zabraňující proudění vzduchu kolektorem (může být i vodotěsná, pro všechny případy) i pro zabránění vniknutí hmyzu.

Podle typu kolektorového pole se skleněné jednotky umístí buď v jedné řadě vedle sebe nebo ve dvou až třech řadách nad sebou. Profily ze smrkového dřeva bez suků o rozměru 90 mm × 35 mm tvoří rámy kolektorů a jsou připojeny k bednění vruty s hlavami pro rychlé šroubování (Spax). Při uspořádání skel do dvou řad nad sebou se pokládají ještě stejné hranoly dovnitř v odstupu 730 (980) mm světlé šířky, které se šroubují k rámovým profilům i k zadní stěně, což je možné, neboť u dvou nebo třířadých kolektorových polí jsou absorpční pruhy většinou vestavěny svisle. U jednořadých kolektorových polí se dělá pouze okrajový rám, meziprofily odpadají. Absorpční pruhy leží u jednořadých polí většinou vodorovně. Horní okraj kolektoru na straně k hřebeni střechy tvoří L-profil, který je našroubován na horní napříč ležící dřevěný profil rámu kolektoru. Z estetických důvodů by měly být všechny dřevěné součásti, které budou u hotového kolektoru viditelné, přetřeny solárním lakem na černo. Akrylátový solární lak je odolný vůči horku a nevypařuje se.



Obr. 40: Střešní konstrukce s vestavěnými kolektory



Obr. 41: Horní dřevěný L-profil

Obr. 42: Pokládání izolačních desek z černě kašírované minerální vlny

Obr. 43 Montáž háčku k uchycení skla

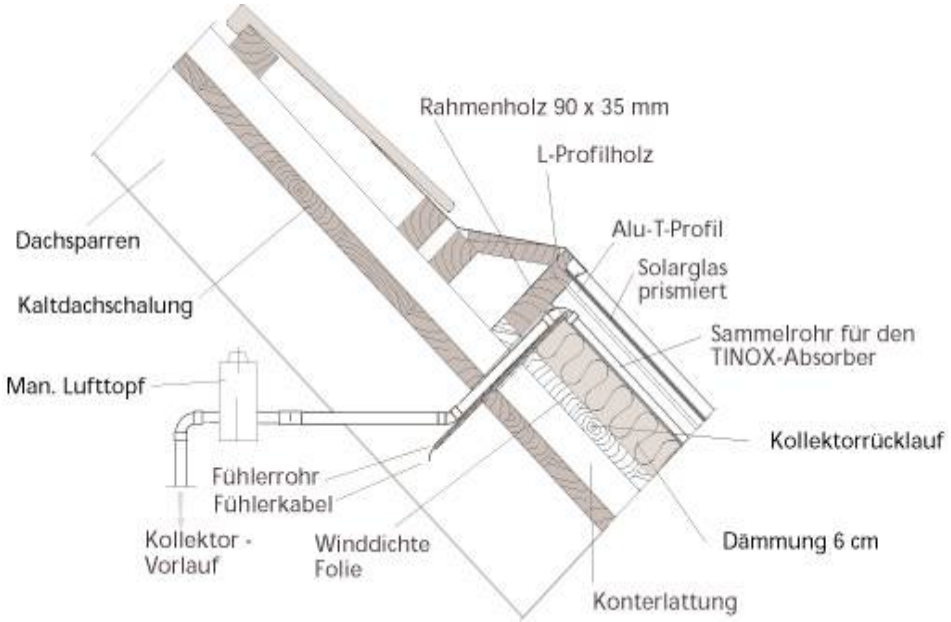
V příští pracovní etapě musí být navrtány průchody pro trubky do zadní stěny kolektoru. K tomu je vhodná vrtací korunka nebo vykružovací nástroj o průměru 35 až 40 mm. Otvory se vrtají až zcela v rohu. O kus větší než je průměr trubky se dělají, aby umožnily její volný pohyb vlivem teplotní roztažnosti, která činí 1,7 mm/ m při změně teploty o 100 K; protože se teplota mění až o 200 K, je na délce 6 m potřeba mít vůli celkem alespoň 21 mm.

Tím máme hotový obal kolektoru. Izolační desky kolektoru potažené skelnou tkaninou o rozměru 1950 mm × 730 mm × 60 mm se vkládají černě potaženou stranou nahoru. Aby klempíř po montáži kolektorů mohl bez problémů provést oplechování, tak se na spodní dřevěný profil na straně blíže k okapu se přimontuje plechový připojovací úhelník. Měl by být ze stejného materiálu jako ostatní oplechování střechy. Použití různých kovových materiálů by na střeše vedlo k elektrochemické korozi. Oplechování dolní hrany rámu se přišroubuje současně s háky pro uchycení skla. Pokud se oplechování musí složit z více částí, měly by se jednotlivé části asi o 2 cm přesahovat, přesahující plošky se slepí silikonem. Každou skleněnou tabuli budou dole držet dva nerezové háky, asi15 cm od okrajů skla.

6.2.2 Vestavba absorbérů

Absorpční pruhy se spájí už ve stavební skupině, nebo se z nich sestavují absorbérová pole přímo na místě

Od určité délky pruhu, v závislosti na typu absorbérového pásu, se absorpční pruhy vestavěné vodorovně zajišťují proti prověšování. Pro tento účel se hned po spájení absorpční pruhy snýtují se svislými proužky měděného plechu o šířce cca 2 cm. Plechový proužek se připevní tak, aby na obou stranách přesahoval asi o 3 cm. Nahoře je fixován šroubem k dřevěnému rámu. Nad sebou ležící vodorovná pole se přes plechové proužky snýtují k sobě. U dvouřadých kolektorových polí jsou absorpční pruhy položeny na výšku. Přitom není zapotřebí žádné vyztužení, protože pruhy volně visí dolů

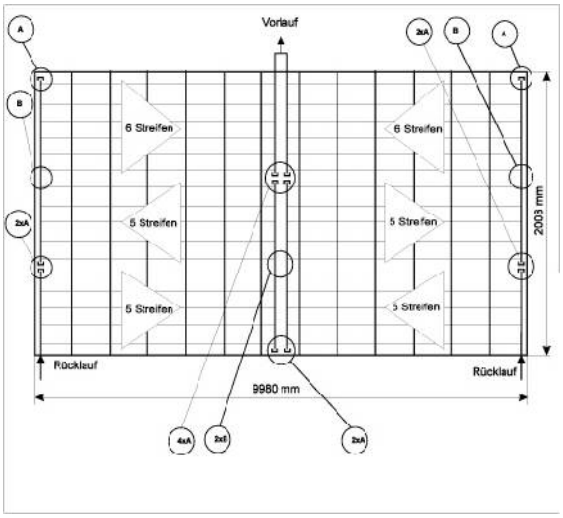


Obr. 44: Vestavění do střechy, boční pohled na horní okraj

Dachsparren	střešní krokev
Konterlattung	kontralatě
Kaltdachschalung	záklop
Man. Lufttopf	nádržka s ventilkem pro ruční odvzdušnění
Fühlerrohr	trubice pro čidlo
Fühlerkabel	kabel pro čidlo
Kolektorvorlauf	vývod z kolektoru
Winddichte Folie	fólie zabraňující cirkulaci vzduchu
Rahmenholz 90 x 35 mm	rámové hranoly 90 mm × 35 mm
L-Profilholz	dřevěný L-profil
Alu-T-Profil	hliníkový T- profil
Solarglas prismiert	jemně hrbaté solární sklo
Sammelrohr für den TINOX Absorber	sběrná trubka pro absorbér TINOX
Kolektorrücklauf	zadní stěna kolektoru
Dämmung 6 cm	izolace 6 cm

Obr.45. Spodní připojení ke střeše (na straně blíže k okapu)

Sammelrohr	sběrná trubka
Dämmung 6 cm	izolace 6 cm
Winddichte Folie	větrotěsná fólie
Kaltdachschalung	záklop
Sparren	krokve
Kolektorrücklauf	přívod do kolektoru
Konterlattung	kontralatě
Solarglas prismiert	solární sklo
Glashaltewinkel mit Gumieinlage	plechový háček pro držení skla s gumovou vložkou
EPDM Hohlprofilgummi mit Silikon befestigt	dutá profilová guma EPDM připevněná silikonem
Winkelschiene Alu-braun	oplechování hrany rámu, hnědý hliníkový plech
Rahmenholz 90 x 35 mm	rámové latě 90 mm × 35 mm



Obr. 46 Detailní schéma propojení absorbéru

Spájená absorbérová pole se položí do kolektorového rámu na izolaci. Podle kolektorového připojení jsou již připraveny ve stavební skupině různé distanční objímky. Součástky se dle plánu připraví k pájení (tj. očistí až na kov), zasunou do sebe a spájejí.

Při pájení plynovým plamenem v blízkosti dřeva je nutné učinit odpovídající bezpečnostní opatření. Hrozí nebezpečí vzniku požáru! Je třeba pod pájené místo vsunout ohnivzdornou rohož nebo plech. Použitím odporových pájecích kleští lze toto nebezpečí minimalizovat. V každém případě je nutné dávat velký pozor!

Veškeré absorbéry a sběrná potrubí musí být instalovány s alespoň mírnými spády správného směru. Žádná trubka nesmí být přesně vodorovná, natož aby se střídaly úseky opačných spádů. Spád může, při dokonale rovné trubce, být možná i pouhý jeden centimetr na šest metrů (lepší je ale několikanásobný) - je nutné jej v takovém případě pečlivě ověřit.

Obr. 47: Pokládání absorbérových polí

Dokonalé vyspádování bylo užitečné vždycky, už kvůli snadnému plnění solárního okruhu. U naprosté většiny dnešních kolektorů má ale ještě daleko podstatnější důvod: když při osluněném kolektoru neběží čerpadlo (např. proto, že zásobník je již naplno ohřátý), může rychle vznikající pára jen tehdy vytlačit z kolektoru opravdu všechnu kapalinu. Pokud by se tak nestalo a v kolektoru zůstaly někde kapky nebo dokonce celé kapsy s kapalinou, ty pak budou vřít dál, kapacita expanzní nádoby přestane za chvilku stačit a ze systému bude unikat vroucí kapalina přetlakovým ventilem

6.2.3 Připojení trubice pro teplotní čidlo

Čidlo kolektoru by mělo co možná nejpřesněji měřit teplotu kapaliny na výstupu z kolektoru. V žádném případě nesmí být čidlo připevněno až vně kolektoru.V takovém případě je teplota registrovaná solárním regulačním zařízením – pokud čerpadlo stojí – mnohem nižší než skutečná teplota kapaliny a solární čerpadlo se zapíná příliš pozdě.

Jako výhodné se ukázalo umístění čidla kolektoru tak, jak to znázorňují obrázky *34, 35* nebo *58.*

Objímka pro čidlo se obvykle pájí v kolektoru do poslední sběrné trubky a trubička pro čidlo se prostrčí izolační vrstvou a otvorem vyvrtaným v zadní stěně kolektoru. Čidlo se potom zasune do trubice a zajistí klínkem proti vyklouznutí. V případě poruchy lze čidlo vyjmout a zasunout nové. Je zcela nezbytné zajistit možnost budoucího přístupu k tomuto místu. Může dojít

k poškození čidla bleskem (to se skutečně stává) nebo přepětím a musí být vyměnitelné.

6.2.4 Tlaková zkouška kolektoru

Než se namontují skla, měla by být přezkoušena těsnost pájených spojů. K tomu se výstup nebo vstup z kolektoru uzavře tlakovou zátkou. Na druhou trubku se připojí přes manometr a kohout kompresor. Kolektor se natlakuje na 6-8 bar a pomocí speciálního spreje nebo saponátové pěny se přezkouší těsnost spojů které se pájely až na místě. Pokud je některý pájený spoj netěsný, musí se opět zahřát a lépe propájet. V každém případě je vhodné po uzavření kohoutu nechat kolektor pár desítek minut natlakovaný; tlak by se měl měnit jen podle teploty absorbéru.

Zkoušku není vhodné provádět pomocí vody. Případné netěsnosti v pájených spojích by byly vodou minerálně znečištěny, což může bránit jejich opětnému spájení. Vodou protečené netěsné pájené spoje musí být pak rozděleny a znova spájeny. Kromě toho, kdyby všechny trubky v kolektoru nebyly dokonale spádované, což by ale bylo přípustné jen u neselektivních absorbérů, jejichž náplň zůstane i při maximální teplotě (kolem 120 °C) kapalná, nějaká voda by v kolektoru zůstala a mohla by takové místo při zmrznutí roztrhnout.

Obr. 48: Natlakovaný kolektor po uzavření kohoutu

6.2.5 Montáž skleněných částí

Než mohou být položena krycí skla, musí být namontovány hliníkové T-profily. Pokud se má vestavět dvě nebo více skel nad sebe, probíhají kolektorem meziprofily shora dolů ve vzdálenosti 730 (980) mm od sebe. V tomto případě se hliníkové T-profily našroubují na ně i na boční okraje.

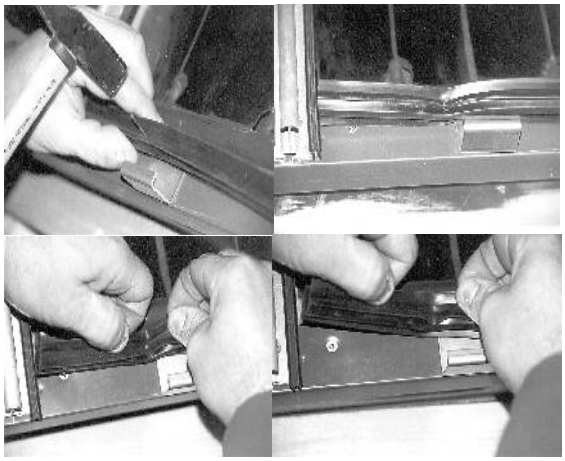
Tam, kde kolektorové pole sestává z jedné řady skel, probíhají absorpční pruhy vodorovně. V tomto případě jsou opěrné latě našroubovány na hliníkové T-profily již v montážní skupině, a spolu s nimi se pak položí shora dolů napříč na absorbéry. Profil nesoucí sklo se tak opírá nejen o horní a spodní rám, ale přes absorbér a izolační vrstvu i o zadní stěnu kolektoru.

Na hliníkové T-profily se navlečou podkládací gumové profily a stlačí podél profilu, aby dole nepřečnívaly. Na zcela vnější hrany se gumy nedávají, tam později nasadí klempíř ve výšce horní hrany skleněné tabule (5 mm nad hliníkovým T-profilem) postranní oplechování kolektoru.

Na plochu horního dřevěného L-profilu se mezi hliníkové profily do předvrtaných otvorů vtlačí dva distanční špuntíky. Sklo se o ně opře ve výšce 3 mm nad plochou L-profilu.

Na spodní rám kolektoru se mezi hliníkové T-profily nalepí silikonem dutá, případně i složitěji profilovaná guma z EPDM a pomocí hřebíků s malinkou hlavičkou se přibije (*obr. 50*). Pak se gumový profil povytáhne tak, aby hlavička horní vrstvou prošla dovnitř a držela jen dolní vrstvu profilu. Je potřeba dávat pozor na to, aby guma byla ustřihnuta asi o 2 až 5 mm delší než je meziprostor, do něhož má být položena, a byla do tohoto prostoru vtlačena celá, protože se při nízkých teplotách smršťuje a mohou se vytvořit štěrbiny, kterými pak vniká vzduch.

Obr. 49: Boční připojení na střechu



Obr. 50: Profilová guma mezi hliníkovými T-profily dole

Obr. 51: Aby byla hrana skla v háčku chráněna, navlečou se na ni kousky gumových profilů

Potom se položí skla, očištěná na vnitřní straně a na hranách. Pro ochranu hran skleněných tabulí se buď na hranu skla navleče kousek stejného gumového profilu, který je navlečen na hliníkových T-profilech, nebo se do háčku položí gumová vložka.

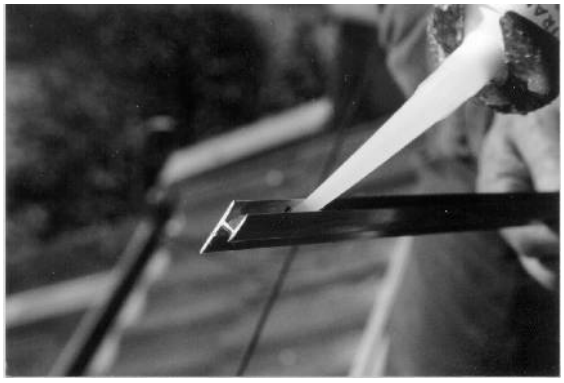
Pokud se pokládají dvě skla nad sebe, provede se příčné spojení hran umístěných nad sebou pomocí H-profilu. Nejprve musí být položena spodní skleněná tabule. H-profil se vyčistí acetonem.

Do H-profilu se vpraví dole a nahoře tenký, ale po celé délce jdoucí proužek silikonu (novou tryskou), a profil se nalepí na horní hranu spodního skla.

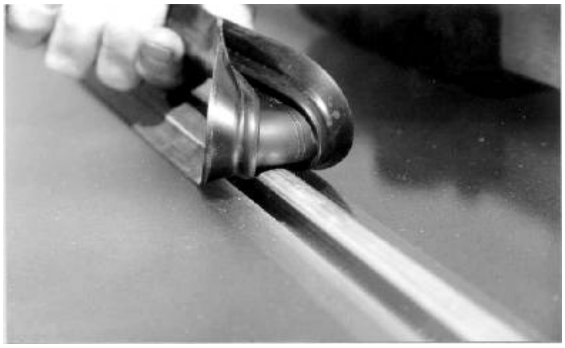
Pak se položí horní sklo a pomalu se zasune do H-profilu. Silikon je v této štěrbině bezpodmínečně nutný, protože bez utěsnění by se voda protlačila přes kapilární štěrbiny do kolektoru.

Horní okraj skla leží na distančních špuntech, které byly vsazeny do L-profilu. Mezera mezi skleněnou deskou a L-profilem se teď vyplní silikonem. Skleněná deska leží nakonec na silikonu.

Skla se pak zafixují krycí gumou. Také krycí guma se při nasazování po malých úsecích stlačuje, aby dole moc nepřesahovala, i když má délkovou rezervu; tu potřebuje, protože se při mrazech smršťuje.



Obr. 52: Příčné těsnění mezi dvěma nad sebou ležícími skly se provede pomocí H-profilu



Obr. 53: *Pokládání krycí gumy*

Guma by měla po montáži přesahovat o jeden až dva centimetry. Teprve po zimě, po dalším pokusu ji stlačit do délky T-profilu, ji lze případně zkrátit.

Nezbytné klempířské práce, které zajistí vodotěsné napojení na střešní krytinu, by měly být rozhodně přenechány profesionálnímu řemeslníkovi.

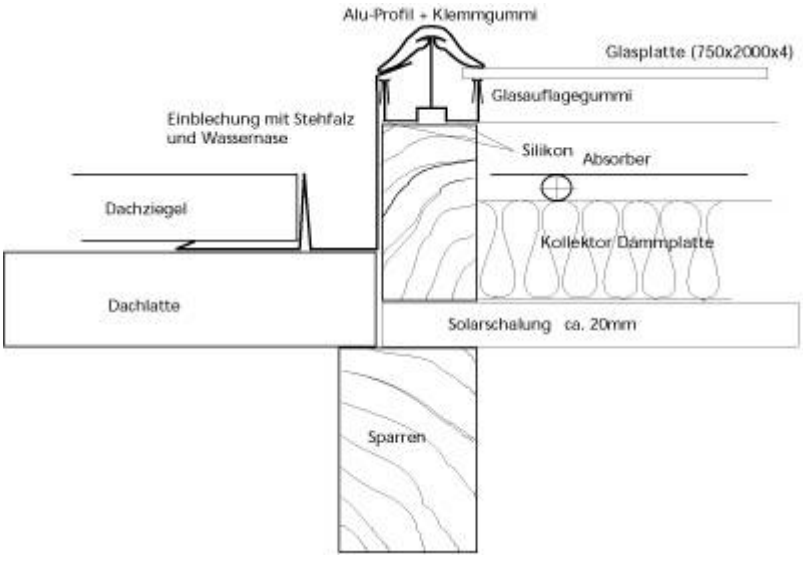
6.3 Instalace pomocí jeřábu

6.3.1 Vyhotovení a instalace velkoplošných kolektorů

V poslední době se montážní skupiny přiklánějí k tomu, aby byl velkoplošný kolektor včetně zadní stěny vyroben již v dílně. Pomocí nákladního auta nebo velkého přívěsu jsou přepravovány moduly na místo instalace a tam jsou pomocí autojeřábu vyzdvihnuty na střechu.

Když je všechno dobře připraveno, trvá montáž pomocí jeřábu asi hodinu a je někdy výhodnější než sestavování přímo na střeše.

Obr. 54: Montáž zařízení o ploše 12 m^2 pomocí jeřábu za 20 minut.



6.4 Armatury v solárním zařízení

6.4.1 Čerpadlový modul

Jako výhodné pro montážní skupiny se ukázalo také sestavení provozních a bezpečnostních komponentů do jednoho modulu. Díky organizované skupinové práci je zaručeno správné smontování všech komponentů. Navíc je pak montáž zařízení, kterou provádějí stavebníci sami nebo ji provádí instalatér, značně zjednodušena.

Modul sestává z provozně technických komponentů, jako je oběhové čerpadlo, uzavírací, plnící a vyprazdňovací kohouty, zpětná záklopka, a dále z bezpečnostních prvků, jako je přetlakový ventil, teploměr vratky do kolektoru a manometr ke kontrole provozního tlaku.

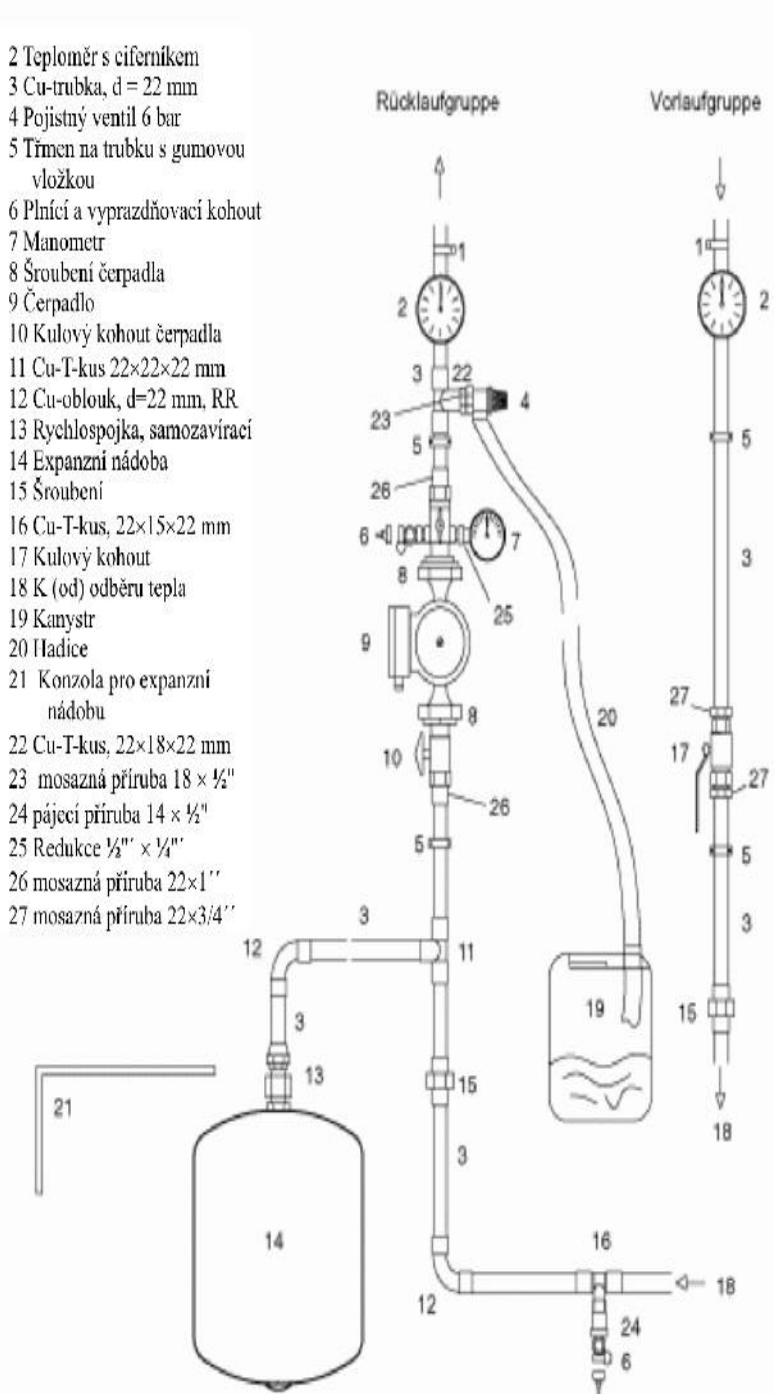
Obr. 55 Čerpadlový modul, výroba v montážní skupině

Všechny použité součásti musejí odolávat maximálním provozním teplotám v solárním zařízení (až těsně pod 200 °C).

Modul se připraví natolik, aby při montáži zařízení stačilo jen připojit expanzní nádobu a připájet k modulu měděné potrubí.

Nejdůležitější komponenty modulu a jejich funkce budou detailně popsány následujících odstavcích.

Schéma:
Solární moduly pro směr do kolektoru a směr z kolektoru, pro selektivní absorbéry

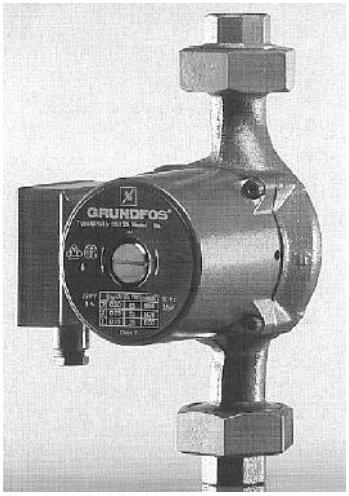


6.4.2 Oběhové čerpadlo

Vedle správného sladění plochy kolektorů a výměníku tepla určuje hmotnostní nebo objemový výkon teplotní rozdíl mezi vstupem do kolektoru a výstupem z kolektoru. Při malých rozdílech odpovídá pracovní teplota kolektoru střední hodnotě vypočtené z obou těchto teplot. Čím vyšší je pracovní teplota, tím méně příznivý je při jinak stejných podmínkách stupeň účinnosti kolektoru. Při správně naplánovaném připojení a dimenzování čerpadla by měla být pracovní teplota kolektoru pouze o 5 až 15 K (vysoký průtok) /9/ vyšší než momentální teplota v zásobníku v oblasti tepelného výměníku.

Při příliš nízkém průtoku stoupá pracovní teplota kolektoru do nežádoucí výšky. Pokud je průtok zvolen příliš velký, odebírá čerpadlo zbytečně mnoho elektřiny. Vhodný hmotnostní tok činí 40 až 50 l/h na 1 m^2 plochy kolektoru.

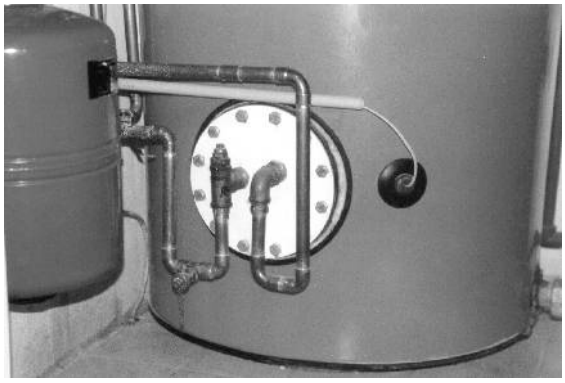
Pro malá zařízení do 12 m^2 plochy kolektoru a do 50 m délky potrubí se použijí malá třístupňová oběhová čerpadla jako je například GRUNDFOS Typ UPS 25-50. U větších nebo složitějších zařízení je pro výběr vhodného čerpadla nutný výpočet tlakových spádů.



Obr. 56a: Oběhové čerpadlo (GRUNDFOS)

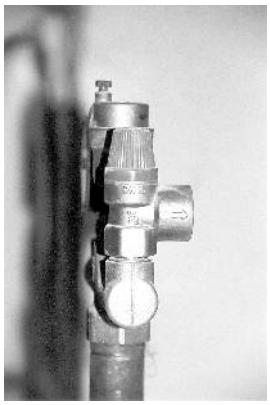
6.4.3 Zpětná klapka a pojistný ventil

Aby při nočním ochlazení kolektorů nedošlo k „vybíjení“ zásobníku samotížnou cirkulací, musí být instalována zpětná klapka. Navíc by měla být všechna připojení k zásobníku (kromě přívodu studené pitné vody) tažena přes termosifon. Tyto sifonové smyčky musejí sahat 10 průměrů trubky od připojení k zásobníku směrem dolů a nesmí být izolovány. Tak se zabrání i při nedostatečně funkci zpětné klapky tomu, aby se kolektor v noci ohříval prostřednictvím teplého zásobníku.



Obr. 56 b: Termosifonové připojení do zásobníku

Obr. 56 c: Zpětná klapka



Obr. 56 d: Přetlakový ventil

Úlohou pojistného ventilu je upouštět přetlak, který může vzniknout následkem přehřátí kolektorů. Pokud je expanzní nádoba správně dimenzována, může k tomuto problému dojít prakticky jen při poruše expanzní nádoby. Když se pojistný ventil otevře, uniká médium i ve formě páry. Na výstupu z ventilu je třeba pamatovat na odváděcí potrubí se záchytnou nádobou. Průřez výstupu ventilu však nesmí být omezen. Protože hadice z umělé hmoty (např. 1´´) je za těchto podmínek velmi horká a měkká, musí být fixována pomocí objímky. Přetlakový ventil by neměl vést do kanálu, protože pak dochází ke ztrátám mrazuvzdorné kapaliny. Poté, co byla odstraněna příčina otevření ventilu, může být médium znovu z kanystru do solárního okruhu načerpáno.

Otevírací tlak je u pojistných ventilů používaných v solárních zařízeních, v závislosti na použitém absorbéru a koncepci systému, mezi 3 až 6 bary.

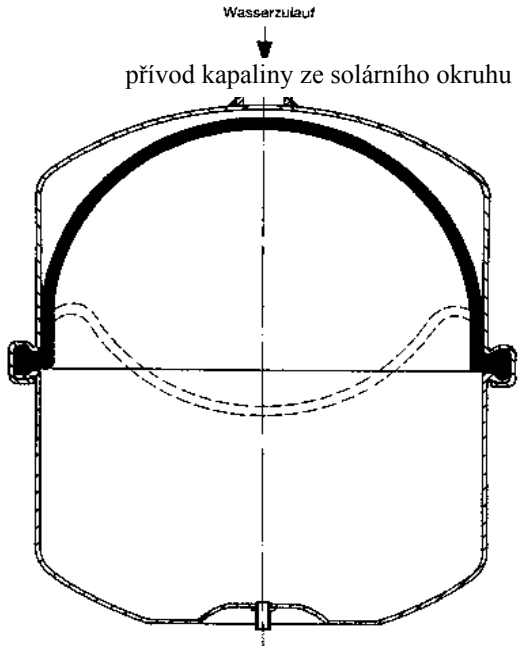
6.4.4 Expanzní nádoba

Protože se objem tekutiny v solárním okruhu se stoupající teplotou zvětšuje, je nezbytné instalovat expanzní nádobu. Plní v podstatě tři úlohy: přijímá přebytek kapaliny do zásoby, zachycuje kapalinu při jejím roztahování v důsledku zahřívání v solárním okruhu a zachycuje kapalinu vytlačenou v důsledku vzniku páry v kolektoru.

Expanzní nádoba je rozdělena gumovou membránou na dvě části. Jedna část je vyplněna plynem. Ta musí ve studeném stavu vykazovat určitý přetlak o hodnotě asi o 0,5 bar nižší než je provozní tlak zařízení. Tak je zaručeno, že objemové ztráty vzniklé odlučováním zbytkového vzduchu ze solárního okruhu po naplnění zařízení a kontrakcí kapaliny v mraze budou vyrovnány.

Přetlak nádoby činí obvykle 2,5 bar a měl by být před montáží zkontrolován manometrem. Když chybí tlak, může být vzduch doplněn pumpou nebo pomocí kompresoru (u benzínové pumpy).

Při výpadku elektrického proudu nebo provozní poruše za plného slunečního svitu dochází v kolektorech k tvorbě páry (v každém případě, pokud jsou použity moderní selektivní absorbéry). Stejně je tomu, když regulace vypne čerpadlo, protože zásobník již dosáhl nejvyšší přípustné teploty (běžný stav za letního slunečného počasí). Vznikající pára rychle vytlačuje kapalinu z kolektorů. Aby bylo možné zvládnout i tento problém, je expanzní nádoba dimenzována tak, aby mohla pojmout veškerou kapalinu obsaženou v kolektorech, navíc k přebytkům objemu vznikajícím teplotní roztažností kapaliny až po bod varu. Tak je dosaženo toho, že ani v extrémních podmínkách nedojde k otevření pojistného ventilu.



Obr. 57: Expanzní nádoba

Při klesající teplotě absorbéru pára kondenzuje a zařízení se znovu naplňuje kapalinou z expanzní nádoby. Odvzdušňovat není co, protože v kolektoru byla pára a nikoli vzduch. Během parní fáze se nesmí provádět odvzdušňování, protože jinak tepelné médium ve formě páry unikne ze systému a je ztraceno.

Předepsaný objem expanzní nádoby pro solární zařízení s plochou kolektorů do 8 m^2 a délkou potrubí do 20 m je 24 litrů, pro větší zařízení do 12 m^2 činí 35 litrů.

Montáž expanzní nádoby se provádí přes speciální armaturu. Jedná se o šroubení, které samo těsní, když musí být expanzní nádoba vyměněna. Expanzní nádoba musí totiž být, stejně jako přetlakový ventil, s kolektorovým polem spojena nepřerušeně.

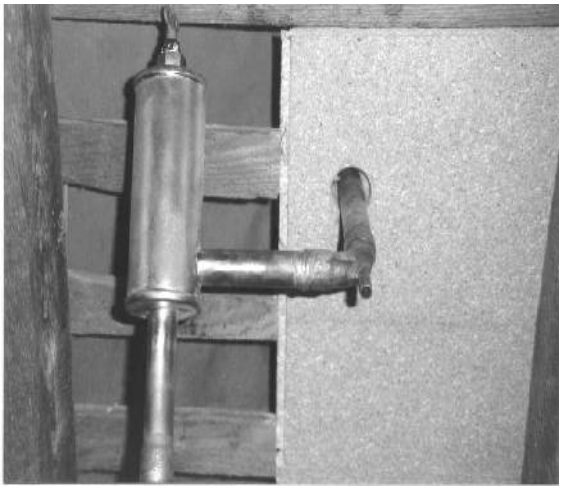
6.4.5 Kontrolní přístroje

Pro kontrolu tlaku a teploty je do čerpadlového modulu vestavěn teploměr a manometr. Provozní tlak zařízení musí být nastaven tak, aby i na nejvyšším místě zařízení (zpravidla v kolektorech) byl vždy ještě minimální tlak 1 bar. Protože se manometr obvykle nachází v blízkosti zásobníku, tedy většinou ve sklepě, musí se k tomuto minimálnímu tlaku ještě přičíst statický tlak vodního sloupce (10 m vodního sloupce odpovídá tlaku 1 baru). Zpravidla se zařízení plní přetlakem 2,8 – 3 bar.

6.4.6 Montáž odvzdušňovacích ventilů

Aby při plnění a během provozu mohl odcházet vzduch

ze systému, musí být na nejvyšším místě systému umístěno odvzdušňovací zařízení. U zařízení integrovaných do střechy je nejlepší, když je jejich vývod tažen ve vnitřním prostoru střechy od kolektorů vodorovně nebo lehce stoupá. Malé odchylky potrubí směrem dolů po výstupu z kolektoru jsou ale často nutné a nezpůsobují žádné problémy. V každém případě by mělo být odvzdušňovací zařízení instalováno na dobře přístupné místo na půdě a ve svislé poloze, aby do něj mohly snadno unikat bublinky vzduchu.



Obr. 58 Odvzdušňovací nádobka s ručně ovládaným ventilkem a zvláštní upevnění trubičky pro čidlo, která v přívodním porubí zasahuje až do kolektoru

Pro vysoké teploty se hodí zejména kovem utěsněné ruční odvzdušňovací zařízení s nádobkou pro odlučování a jímání plynu. Odvzdušňovací ventilek musí být přístupný a v případě potřeby se ručně otevře.

Automatické odvzdušňovací ventily se pro systémy se selektivními absorbéry použít nesmějí. Jsou-li absorbéry starobylé, jen černě natřené, pak se automatické odvzdušnění může použít jen tehdy, když je provozní tlak v solárním okruhu tak vysoký, že v absorbéru nemůže vznikat ani při teplotách kolem 120 stupňů pára. Automatické odvzdušnění solárního okruhu s low-tech absorbéry musí být odolné takovým teplotám, tj. nesmí mít např. plovák z umělé hmoty.

7 Instalace potrubí

Potrubí mezi kolektorem a zásobníkem by mělo být nejlépe z mědi. Pro instalaci jsou k dispozici polotvrdé měděné trubky, prodávané v délce 5 metrů, nebo měkké měděné trubky v rolích po 25 metrech.

Použití polotvrdých měděných trubek umožňuje přesné kladení potrubí, vyžaduje ale více pájení, změny směru musí být vždy prováděny pomocí fitinků (tvarovek). Přitom je třeba si povšimnout, že se dává přednost obloukům s větším poloměrem, protože vykazují menší odpor proudu, a stačí tedy nižší výkon čerpadla.

Zvláštní pozornost se má při kladení potrubí věnovat skutečnosti, že jeden metr měděné trubky – bez ohledu na světlost – se při teplotním rozdílu 100 K roztáhne o 1,7 mm.

Pokud se na to nedbá při instalaci a potrubí nemá možnost se rozpínat, mohou v důsledku napětí vznikat trhliny v potrubí, ve fitincích nebo v místech spojů.

Platí základní pravidlo: trubka mezi dvěma pevnými body musí mít možnost se rozpínat.
U krátkých úseků potrubí může být možnost rozpínání obvykle vytvořena promyšleným vedením potrubí a správným umístěním třmenů.

Pokud by rovné potrubí mezi fixovanými místy nemělo kam se rozpínat, je třeba vestavět do něj dilatační prvky ve formě dilatačních ohybů nebo kompenzátorů.

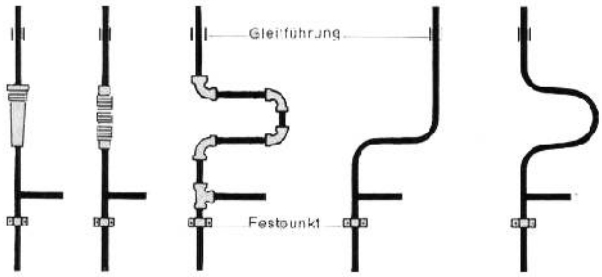
Upevnění trubky na stropy a stěny se provádí v odstupech cca 1,5 m prostřednictvím třmenů s dříkem a závitem, aby mohly být připevněny hmoždinkami.

Při umisťování trubkového třmenu na trubku je třeba dbát na to, abychom se vyhnuli vytvoření tepelných mostů. Proto musí být upevnění trubky zevnitř vyloženo gumou. Mnohem lepší je třmen umístit až na tepelnou izolaci trubky. Takové velké třmeny jsou ale těžko k dostání a jsou drahé.

Obr. 59: Dilatační prvky (Festpunkt: pevný bod, Gleitfuehrung: kluzné uložení).

7.1 Vývod z kolektoru

Do potrubí vedoucího z kolektoru se do blízkosti zásobníku instaluje teploměr. Jako výhodná se ukázala také instalace uzavíracího kohoutu před vstupem do zásobníku (i na výstupu z něj), protože umožňuje provádět údržbu zásobníku, aniž by se musel vyprázdnit celý solární okruh. Uzavírací kohout musí být ovšem vestavěn tak, aby nebylo možné neúmyslné uzavření potrubí mezi kolektorem a expanzní nádobou. To znamená, že páka nebo kolečko musejí být z uzavíracího kohoutu sundány.



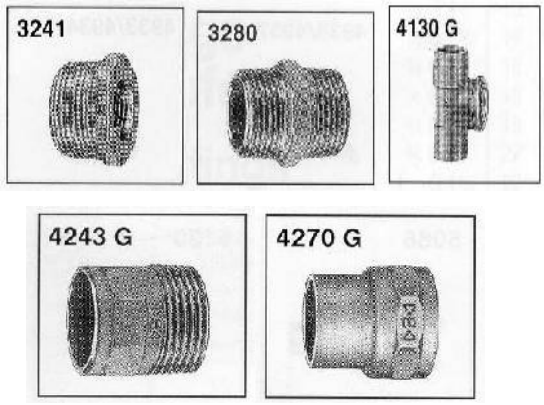
7.2 Přívod do kolektoru

Do vratného potrubí od zásobníku ke kolektorům se do blízkosti zásobníku vestaví prefabrikovaný čerpadlový modul se všemi provozními a bezpečnostně technickými náležitostmi.

Potrubí mezi kolektorem a pojistným ventilem nesmí být uzavíratelné. Na nejnižším místě potrubí, obvykle na výstupu ze zásobníku, se instaluje T-kus s kohoutem na vyprazdňování solárního okruhu.

Přechody k armaturám a jiným závitovým přípojkám jsou při výrobě opatřeny fitinky ze žluté nebo červené mosazi.

Obr. 60: Pájecí fitinky z mědi /4/, série 5000



Obr. 61: Pájecí a šroubovací fitinky *mosazi série 4000 a 3000 /4/*

7.3 Vedení potrubí

U již postavených obytných budov velmi často vyvstává otázka, jak může být potrubí vedeno bez velkých zásahů do budovy od kolektorové plochy na střeše až k zásobníku.

Jako jedna z často praktikovaných možností se nabízí vedení trubek větrací šachtou nebo nepoužívaným komínem. Pokud je komínem vedeno potrubí, musí být shora utěsněn před povětrnostními vlivy a pro účely vytápění již nesmí být používán.

Komín nesmí mít již žádné další otvory, které by umožňovaly připojení kotle nebo kamen. Další možností je skryté vedení potrubí podél vnější zdi ve sklepě zakončeném okapu nebo
ve falešném dřevěném trámu ze tří prken.

Obr. 62: Vedení potrubí okapovou rourou

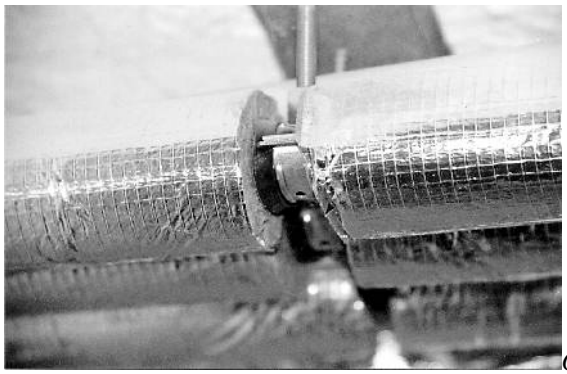
7.3.1 Tepelná izolace potrubí

Je třeba dávat velký pozor na to, aby izolace potrubí solárního okruhu byla celistvá a neporušená.
Při špatné nebo nedostatečné tepelné izolaci potrubí může být roční výnos solárního zařízení
o patnáct procent nižší než u dobře izolovaného zařízení.

Abychom se tomuto problému vyhnuli, mělo by být potrubí o průměru do 22 mm izolováno vrstvou silnou alespoň 20 mm a potrubí s větším průměrem vrstvou o tloušťce nejméně 30 mm.

Izolační materiál musí být schopen krátce odolávat teplotám do 170 °C.

Obalům na trubky z umělohmotné pěny není taková tepelná odolnost vždy dána, proto musí být potrubí před obalením těmito materiály ovinuto filcem. Izolační materiály z minerálního vlákna nezpůsobují žádné problémy. Jako velmi snadno instalovatelné se ukázaly hliníkem potažené izolační obaly se zářezem, které se nasadí na trubky a slepí hliníkovou lepící páskou. Vhodné jsou také některé speciální kaučukové výrobky.



Obr. 63 Pečlivá izolace trubky zabraňuje tepelným ztrátám.

Samozřejmě také trubková kolena a spojovací součásti musejí být bez přerušení izolovány. Jediné výjimky tvoří čerpadlo a připojovací sifon zásobníku (viz obr. 56).

Čerpadlo je možné zaizolovat tehdy, je-li připojeno přes tepelnou pojistku (která jej odpojí, pokud okruhem neprotéká kapalina a čerpadlo tak není její prostřednictvím chlazeno).

Pokud je potrubí vedeno venku nebo pod zemí, musí být dostatečně tepelně izolováno a zasunuto do roury, která je chrání před povětrnostními vlivy. K tomu se hodí trubky z umělé hmoty, které se používají pro odpadové potrubí nebo také neděrované drenážní hadice. Jako izolační hmota by měl být v tomto případě použit kaučuk, protože sestává z uzavřených buněk a tím pádem není citlivý vůči vlhkosti.

Přirozeně lze zvolit také předizolované zemní tepelné potrubí, jednotrubkové nebo dvoutrubkové. Některé z těchto výrobků mají také integrovaný vodič pro čidlo, který by jinak musel být pokládán kolem trubek zvlášť.

7.4 Pájené spoje

Existují v zásadě dva různé postupy pájení: měkké a tvrdé. Rozdíl spočívá v různých teplotách při zpracování a v použité pájce. Pro spojování měděných trubek je možné zvolit různé měkké a tvrdé pájky.

Kritériem výběru měkkých pájek je výška požadované teplotní odolnosti, kterou ne všechny měkké pájky splňují.

Pro měkké pájení solárních zařízení se nelépe osvědčila pájka L-SnCu3 a příslušná pájecí pasta. S těmito materiály lze vyrábět absolutně spolehlivé spoje trubek

.

7.4.1 Měkké pájení

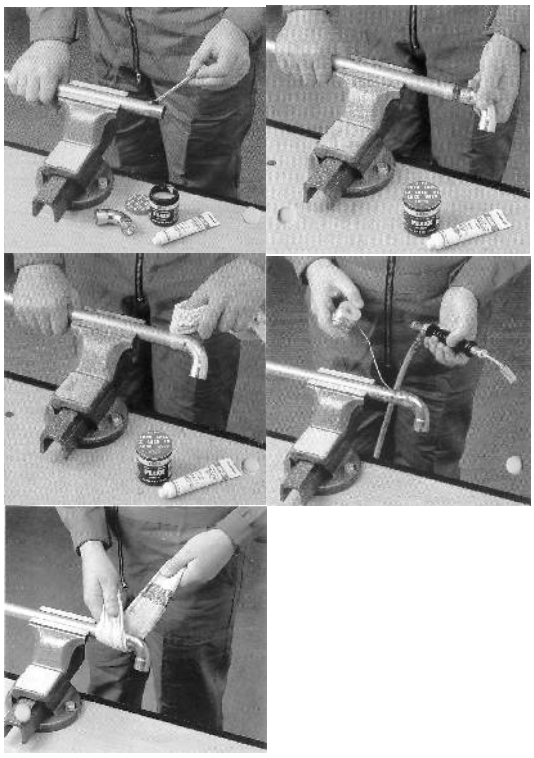
Pájení trubek a fitinků se provádí v tomto sledu: trubka zbavená otřepu (grotu) se zvenčí a fitink zevnitř čisticí žínkou odrhne až na čistý kov. Očištění trubky a fitinku je mimořádně důležité pro bezvadné spájení.

Trubky bychom se nyní na čistém místě neměli dotknout, hlavně ne rukou, protože se tam jinak znova vytvoří oxidová vrstva.

Očištěný konec trubky se přetře štětcem namočeným v tavidle a nakonec se vsune do fitinku až po zarážku. Měkkým plamenem se pak obě části rovnoměrně zahřejí.

Pro pájení je nutná pracovní teplota přibližně 270 °C. Při dosažení této teploty se měděná trubka zbarví do červena. Nyní se při odvráceném plameni přiloží k pájené štěrbině pájka.

Roztavená pájka se kapilárním účinkem vsákne do spáry a vyplňuje ji. Pájka do spoje přidává tak dlouho, dokud se neobjeví na okraji spáry jako kompletní prstenec. Při ochlazování se nesmí se spojenými částmi pohnout. Potom se otřou mokrým hadříkem zbytky agresívního tavidla



Obr. 64: Pracovní postup při měkkém pájení /5/

7.4.2 Tvrdé pájení

Tvrdé pájení se provádí za pracovních teplot vyšších než 450 °C. Oblast tavení doporučené pájky leží mezi 630 °C a 810 °C. Také při tvrdém pájení se části určené ke spájení očistí na kov, zasunou a sletují.

Otvory ve sběrných trubkách, jak byly připraveny pro zhotovení sběrné nádoby, musí být kulaté, souosé s trubičkami absorbérových pásů a bez trhlin.

Délka přesahu musí být více než trojnásobná oproti stěně vsouvané trubičky. Šířka kapilární štěrbiny nesmí překročit 0,3 mm. Použijí se stříbrné pájky, které jsou buď obaleny tavidlem, nebo samy obsahují coby tavidlo fosfor. Při tvrdém pájení se vysoké teploty dosáhne propan-kyslíkovým nebo acetylen-kyslíkovým hořákem. Pájené místo se předehřeje při dvojnásobné vzdálenosti hořáku, než je délka kuželového jádra plamene. Základní teploty je dosaženo, když povrchová plocha vypadá zcela zredukovaná (deoxidovaná). Při stejné vzdálenosti hořáku se pak části dále ohřívají na pracovní teplotu (tmavočervený žár). Pak se vzdálenost hořáku zvýší na 4-5 násobek délky jádra, pájka se přiloží ke kapilární štěrbině a v rozptýleném plameni roztaví. Tímto způsobem se pájená štěrbina z více stran po částech zaplní. Pájka se nesmí tavit v jádru plamene, protože se tím pokazí. Leží-li pájená místa nad sebou, pracuje se,

stejně jako u měkkého pájení, směrem zdola nahoru. Zbytky tavidla by měly být, ještě dokud je spájené místo teplé, okartáčovány za pomoci vody.

Při tvrdém pájení se v podstatě zničí oxidová vrstva měděné trubky U sanitárních instalací to může mít za následek v závislosti na složení vody zvýšené riziko koroze. V sanitární oblasti by se tedy mělo provádět pouze měkké pájení.

8 Zásobník

Po kolektorech je zásobník teplé vody (boiler) druhou základní součástí solárního zařízení. Správná volba a dimenzování zásobníku je rozhodující pro stupeň solárního pokrytí, jehož má být dosaženo.

O správném dimenzování zásobníku bylo již pojednáno v odstavci 3.4. Tato kapitola by měla usnadnit především správnou volbu typu zásobníku.

Protože nabídka energie ze slunce neodpovídá vždy momentální potřebě teplé vody, je nutné mít zásobu ohřáté pitné vody na určitou dobu (1-2 dny). V zařízeních pro solární ohřev pitné vody se používají především stojaté tlakové zásobníky. Zásobníky na trhu jsou buď ze smaltované oceli, nerezu nebo z oceli potažené vrstvou umělé hmoty.

8.1 Rozvrstvení teplot

Zásobník by měl by být vždy stojatý, neboť jen taková geometrie umožňuje výrazné teplotní zvrstvení. Vodorovně ležící zásobníky se pro použití v solárních zařízeních kvůli nedostatečnému oddělení různě teplé vody nehodí.

Při „nabíjení“ zásobníku ze solárního okruhu se studená voda ohřívá předavačem tepla v nejnižší části zásobníku. Pokud se odebírá horká pitná voda z nejvyšší části zásobníku, přitéká u dna nová studená voda. Ta zůstává na dole, protože má vyšší hustotu než teplá voda. Aby přitékající voda setrvačností neproudila výše, toho se dosáhne dostatečným průřezem přívodního otvoru a vložením plechových překážek, které brání svislému promíchávání. Pokud se teplá voda odebírá dále, posunuje se rostoucí objem studené vody jako píst nahoru, aniž by na rozhraní teplot docházelo k významnějšímu promíchávání.

Toto vrstvení vychází vstříc solárním kolektorům, protože účinnost kolektoru je tím vyšší, čím nižší je jeho pracovní teplota. Proto musí být předavač tepla ze solárního okruhu umístěn v zásobníku co nejníže. Dostatečně dimenzované předavače pracují s tak malým teplotním spádem mezi protékající mrazuvzdornou směsí a okolní vodou, že od předavače vzhůru probíhá promíchávání jen do výše s teplotou o několik stupňů vyšší. Teprve až se okolí předavače ohřeje na téměř stejnou teplotu, jakou má vršek zásobníku, začne se ohřívat celý obsah zásobníku současně.

Místo vnitřního předavače tepla s žebrovanými trubkami je možné použít externí předavač, protiproudý (deskový nebo se svazkem trubek). Při jeho použití je možné docílit toho, že si pitná voda a kapalinou solárního okruhu téměř vymění mimo zásobník své teploty (až na pár stupňů). Jde pak o to, dostat ohřátou pitnou vodu do zásobníku až do té výšky, která odpovídá její teplotě, aniž se by se předtím ochladila průtokem vodou chladnější nebo promícháním s ní. Už v devadesátých letech byla vyvinuta řada variant takového vrstvení. To má výhodu v tom, že jakmile svítí slunce naplno, lze ohřívat vršek zásobníku a mít tak během krátké doby k dispozici dostatečně teplou vodu, i když většina zásobníku ještě zůstane chladná.

V zásobnících, které obsahují několik ohřívačů, se rozlišuje objem připravený k odběru, rezervní objem a mrtvý objem.

8.1.1 Objem připravený k odběru

Je to ten objem vody, který je pomocí přídavného systému pro ohřev (ústřední topení nebo elektrický topná vložka) občas dohřát na pohotovostní teplotu, když není k dispozici dostatek sluneční záření nebo je mimořádně vysoká spotřeba teplé vody.

Pohotovostní objem by měl být co možná nejmenší, aby byl solárnímu zařízení vždy k dispozici velký objem vody k ohřívání, a kolektor tak mohl pracovat s žádoucím stupněm účinnosti. Velikost pohotovostního objemu se volí dle druhu přídavného zdroje energie, druhu systému pro ohřev teplé vody a výkonu příslušného ohřívače uvnitř zásobníku

Přídavná energie	Přípojný výkon	Potřebný pohotovostní objem
Průtokový ohřívač elektrický nebo plynový zařazený v potrubí až za zásobníkem	takový, jaký je potřeba pro ohřev studené vody při nejvyšší spotřebě	žádný
Olejový kotel je v topném období stále v pohotovosti	plný výkon kotle	na maximální hodinovou spotřebu
Plynový kotel je v topném období stále v pohotovosti	plný výkon kotle	na maximální hodinovou spotřebu
Kotel na dřevo	plný nebo snížený výkon kotle	denní spotřeba; když je větší, večer se zatopí
Dálkové topení	plný přípojný výkon nebo jen jeho část	na maximální hodinovou spotřebu
Elektrický ohřev bez časového omezení	až 15 % denní potřeby, z ekologických důvodů raději méně	polovina denní spotřeby
Elektrický ohřev s časovým omezením (noční proud)	25% denní spotřeby v kW; z ekologických důvodů raději méně	na jednodenní spotřebu

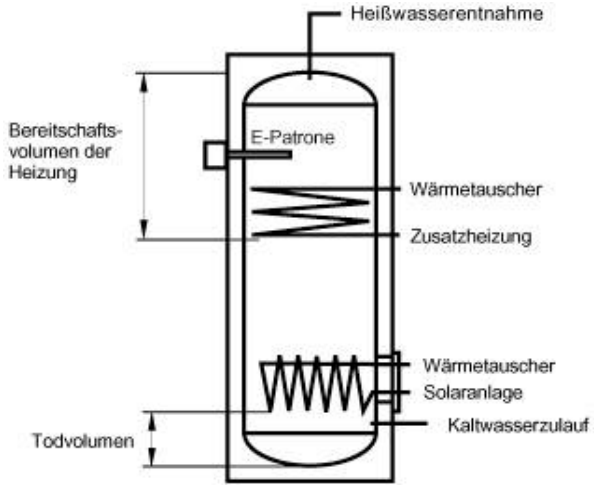
8.1.2 Solární rezervní objem

Jako solární rezervní objem je označován objem pod teplou pitnou vodou připravenou k odběru, který má solární

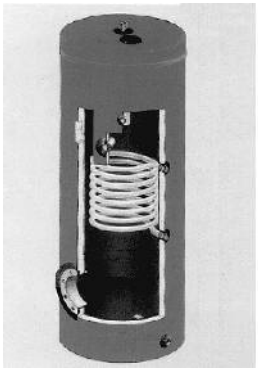
zařízení k dispozici pro ohřívání. Pro dosažení optimálního stupně účinnosti a vysokých výnosů musí být rezervní objem co největší.

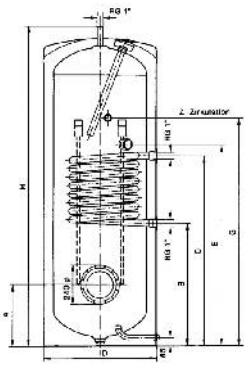
8.1.3 Mrtvý objem

Mrtvý objem zásobníku je oblast, která leží pod spodní hranou nejnižšího ohřívače (předavače tepla ze solárního okruhu) a nemůže být přímo ohřívána, jen velmi zvolna vlivem tepelné vodivosti vody. Tato oblast zásobníku je pro tepelnou akumulaci bezcenná.



Obr. 65 Objem zásobníku a jeho rozdělení





Obr. 66 Solární zásobník s přírubou pro variantní volby předávání tepla ze solárního okruhu, od AUSTRIA EMAIL

8.2 Izolace zásobníku

Aby ohřátý zásobník stydl co nejméně, je bezpodmínečně nutná dostatečná tepelná izolace zásobníku. Vhodná je izolace o minimální tloušťce 80 až 120 mm. Přitom se musí dávat pozor na to, aby izolace těsně přiléhala k tělesu zásobníku, a příruby, všechny přípoje trubek, elektrická topná tyč, teploměr atd. byly kryty izolací co možná beze škvír, spojitě.

Ztráty v těchto připojovacích elementech by neměly být podceňovány. V extrémním případě mohou takové ztráty dosahovat mnohonásobku těch, které nastávají skrze tepelnou izolaci hladkých míst zásobníku.

Vybírány by měly být pouze zásobníky s fixním pěnovým nebo beze spár přiloženým tepelně izolačním obalem. Druhá, cenově velmi výhodná možnost spočívá v tom, že koupíme zásobník bez izolace a po instalaci jej opláštíme v několika vrstvách celkem 120 mm tlustou izolací z minerálních vláken opatřenou aluminiovou fólií (dobrý smysl má ale vrstva tloušťky až stejné, jako je poloměr zásobníku, pozn. překl.).

8.3 Přídavný ohřev

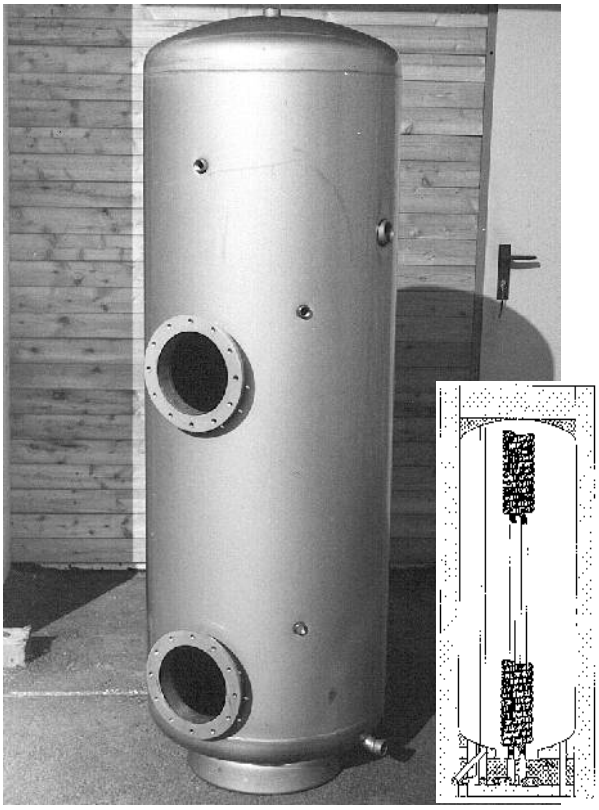
Protože solární zařízení v období s nízkým slunečním svitem (zimní polovina roku) nemůže zcela pokrýt potřebu teplé vody, je nezbytné pamatovat na dohřívání vody z jiného zdroje. V principu je lze provádět elektrickou topnou tyčí nebo přes ústřední topení.

Dohřívání pomocí elektrické topné tyče by mělo z ekologických a také ekonomických důvodů být používáno jen mimo topnou sezónu a tehdy, není-li k dispozici topný kotel pro zimní provoz.

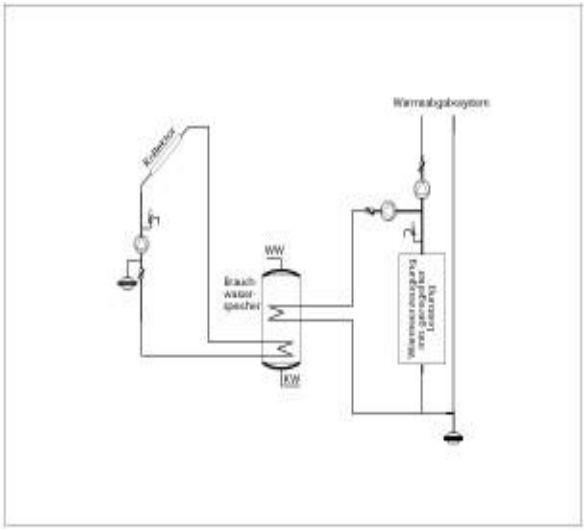
U běžných zásobníků je třeba počítat pro vestavění elektrické topné tyče s objímkou 6/4´´ . Ta by se ale měla bezpodmínečně nacházet v horní třetině zásobníku, abychom se vyhnuli zbytečným tepelným ztrátám z této nejteplejší části zásobníku, a aby pro solární zařízení zůstal dostatečně velký objem pitné vody k ohřívání. Teplotu elektrického dohřevu lze zpravidla nastavovat plynule a měla by být nastavena co možná nejníže (jistě ne přes 55 stupňů).

Časté bývá i dohřívání přes kotel ústředního topení a přídavný předavač tepla v zásobníku. Předavač by měl být zařazen do horní části zásobníku tak, aby jím bylo možné ohřívat pouze vodu pro jednodenní potřebu, tedy zhruba polovinu objemu zásobníku.

Pokud je tento horní ohřívač tepla vestavěn příliš blízko k dolnímu, je solárnímu zařízení odebrána možnost dodávat do zásobníku s dobrou účinností teplo, které mohou kolektory během topné sezóny získat. To vede k nižším stupňům solárního pokrytí, protože solární zařízení ve slunečných zimních dnech nemá k dispozici žádnou studenou vodu k ohřívání. I teplá voda, která má být spotřebována zítra, se ohřívá pomocí topení již dnes. Při použití neregulovaného kotle může být přihřívání zásobníku řízeno prostřednictvím solární řídící jednotky. Jen je potřeba použít takovou, která umí spínat jak čerpadlo solárního okruhu, tak i čerpadlo pro přihřívání zásobníku z kotle. Přesný popis těchto elektronických řídicích přístrojů naleznete v kapitole 8.



Obr. 67: Nerezový solární zásobník Pink a solární zásobník se dvěma integrovanými ohřívači z žebrovaných trubek (SOLVIS GmbH, Braunschweig)



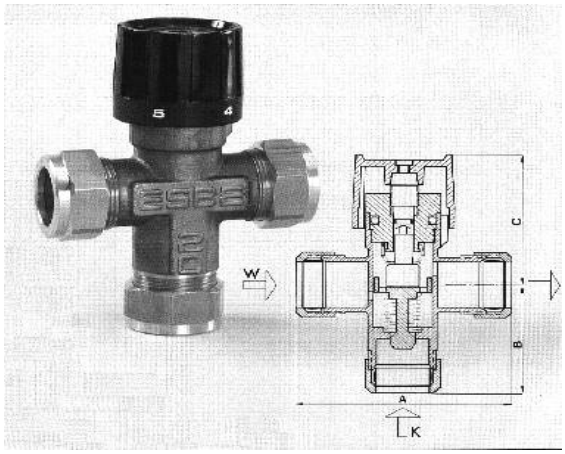
Obr. 68 Dohřívání pitné vody v zimě ústředním topením.

8.4 Směšovací ventil

Na regulační jednotce solárního zařízení je nutné nastavit maximální přípustnou teplotu zásobníku. Ta by na jedné straně neměla být kvůli tvoření vodního kamene příliš vysoká, na druhé straně se občas z hygienických důvodů volí alespoň 60 °C (to má smysl tam, kde voda nebyla chlórována a mohla by obsahovat legionely). V praxi se pak maximální teplota v zásobníku nastavuje podle tvrdosti vody až mezi 60 °C až 95 °C. Při takových teplotách ale už může dojít k opaření. Je proto potřeba na výstup ze zásobníku přidat směšovací ventil (termostatický směšovač), který se nastaví na 50 °C. Ten zaručí, že do teplé vody jdoucí ze zásobníku je vždy přimícháno tolik studené vody, aby teplota vody v potrubí nepřesáhla 50 °C.

Vedle ochrany před opařením nabízí tento ventil také další výhody. Ztráty vzniklé distribucí vody do potrubní sítě a usazování vodního kamene v trubkách i v armaturách jsou díky nižším teplotám sníženy.

Je-li přítomnost legionel vyloučena např. zbytkovým chórem v pitné vodě, je jednodušší a spolehlivější nastavit maximální teplotu zásobníku těsně pod 60 °C, pak je směšovací ventil zbytečný a vodní kámen se v zásobníku tvoří jen málo (vadí hlavně tím, že postupně velmi zvýší tepelný odpor předavače tepla a kolektory pak pracují na zbytečně vysoké teplotě, s menší účinností). (pozn. překl.)



Obr. 69: Termostatický směšovací ventil pro pitnou vodu (Zdroj: ESBE AB)

8.5 Připojení pračky a myčky nádobí

K solárnímu zásobníku popř. rozvodu teplé vody může být také
(hadicí vhodnou pro teploty do 60 °C) přímo připojena pračka a myčka. U praček, které mají pouze připojení na studenou vodu, je k tomu nezbytný předřadný přepínací přístroj, který zvolí teplou vodu, jen když je potřeba. Tak se může značně snížit spotřeba elektřiny k ohřívání vody v pračce. Úspory při napojení pračky či myčky na zásobník solárně ohřáté teplé vody jsou až 1 kWh na jeden cyklus praní či mytí.

Napojením těchto přístrojů na teplou vodu se zvýší také účinnost solárního zařízení, protože pracuje na nižší teplotní úrovni. Zejména v letních měsících se díky hojnosti slunečního tepla dá elektrický ohřev téměř vyloučit.

Obr. 70 Předřadné zařízení AEE pro běžné pračky

8.6 Instalace zásobníku

Ideálním stanovištěm pro zásobník není po boku topného kotle ve sklepě. Místo pro zásobník by mělo být zvoleno tak, aby vzdálenosti mezi kolektorem, zásobníkem a místy odběru užitkové vody byly co nejkratší a teplá voda byla rychle k dispozici. Neizolovanou půdu lze doporučit jako vhodné místo pro instalaci jen tehdy, když jsou zásobník a především přívod a odvod pitné vody opravdu velkoryse izolované, protože při silném mrazu by jinak přívodní potrubí zamrzlo. Při instalaci na půdu nebo do obytných prostor je třeba pamatovat na to, aby v případě vzniku netěsnosti v zásobníku mohla voda odtékat kanálkem na podlaze nebo postavit zásobník do záchytné vany.

9 Regulace

Důležitou součástí solárního zařízení je regulace. Na trhu je nabízena řada typů zařízení spínajících dle rozdílu teplot s rozsáhlými možnostmi použití i pro řízení složitých systémů.

Spínací jednotka porovnává – při nejjednodušší variantě – dvě teplotní čidla: teplotu absorbéru s teplotou v zásobníku ve výšce předavače tepla. Oběhové čerpadlo zapne tehdy, když je teplota absorbéru o určitou nastavenou hodnotu vyšší než teplota spodku zásobníku. Pokud tento požadavek již není splněn, jednotka čerpadlo opět vypíná.

Vedle této základní funkce nabízí většina spínacích zařízení ještě funkce přídavné, jako je limitování teploty v zásobníku za účelem snížení tvorby vodního kamene na předavači tepla při teplotách přes 60°C a také pro zabezpečení zásobníku proti přehřátí. Při překročení nastavitelné maximální teploty je buď zabráněno dalšímu přísunu energie vypnutím solárního čerpadla nebo se přebytečná energie ze zásobníku začne odebírat prostřednictvím okruhu ústředního topení (pokud se tím dům nepřetopí). V zimě může jednotka spínat také automatické dohřívání zásobníku prostřednictvím systému ústředního topení.

Řídicí jednotky od různých výrobců, které jsou na trhu, jsou koncipovány tak, aby pro každou rozumnou standardní hydraulickou variantu soustavy existovalo hotové, někdy i velmi důmyslné elektronické řešení. Z toho jednoznačně vyplývá trend k volně programovatelnému přístroji, s nímž je v zásadě možné řešit všechny standardní varianty a řadu jejich variací. S takovým přístrojem lze také řídit nejrůznější způsoby ohřevu pitné vody v kombinaci s částečně solárním topením a řízením směšovače horké a studené vody.

9.1 Montáž řídící jednotky

9.1.1 Elektrická připojení

Připojení řídící jednotky k oběhovému čerpadlu a elektrické síti není nijak zvlášť náročné, když se postupuje podle pokynů a detailních schémat připojení, která jsou k takovému zařízení přibalena. Řídící jednotky by měly být do sítě připojitelné oddělitelně, tj. zástrčkou, protože tím je zjednodušena montáž a umožněno snadné zařazení ochranného filtru proti přepětí.

Musí se dávat pozor na příslušná bezpečnostní opatření při zacházení s elektrickými zařízeními (možnost smrtelného úrazu).

9.1.2 Montáž teplotního čidla

Čidla mění teplotu na elektrické signály, které mohou být řídicí jednotkou porovnávány. Pro snímání teplot má rozhodující význam správné umístění čidel.

9.1.3 Kolektorové čidlo

Kolektorové čidlo by mělo měřit teplotu v blízkosti výstupu z kolektoru uvnitř sběrné trubice nebo na jejím povrchu a umožňovat co nejpřesnější zjištění teplot kapaliny v kolektoru. V žádném případě nesmí být čidlo na výstupní trubce až vně kolektoru. Montáž kolektorového čidla byla detailně popsána v *kapitole 5*. Kabel kolektorového čidla je většinou ze silikonu, protože PVC kabely nesnesou tak vysoké teploty a stanou se drobivé.

9.1.4 Zásobníkové čidlo

Zásobníkové čidlo měří teplotu vody v zásobníku v oblasti předavače tepla. Na všech solárních zásobnících je pro uložení čidla připravena buď ½´´ mufna nebo je v nich už rovnou dutá patrona pro čidlo. Pokud není, tak se do mufny takové mosazné ponorné pouzdro zašroubuje (k těsnění se použije koudel). Stejně jako v kolektoru se i spodní čidlo zasune do pouzdra co nejhlouběji a zajistí se svěracím šroubem proti vyklouznutí. Přenos tepla mezi ponorným pouzdrem a čidlem může být zlepšen pastou vedoucí teplo.

Důležité: Ne všichni výrobci používají stejná teplotní čidla, různé typy čidel tedy nejsou vzájemně zaměnitelné. Pro každou regulaci musí být použita čidla, pro něž je konstruována.

9.1.5 Připojovací kabely čidel

Většina výrobců dodává čidla s krátkým připojovacím kabelem. Proto je prakticky vždy nezbytné tento připojovací kabel prodloužit alespoň dvoužilovým elektrickým kabelem. Pro délky přes 20 m by měl být průřez vedení 1,5 mm^2. Pro kratší vedení stačí 0,75 mm^2.

10 Uvedení do provozu

V zásadě by mělo být solární zařízení po montáži co nejrychleji uvedeno do provozu. Zejména u novostaveb to ale není vždy možné. Pokud uvedení do provozu není možné hned po instalaci, nesmí v takovém případě být provedena zkouška těsnosti pomocí vody. Pokud je pro tlakovou zkoušku použita voda a potrubí není poté znova naplněno vodou, dochází ke korozi a může vzniknout nebezpečí zmrznutí zbytkové vody.

Pokud se ke zkoušce těsnosti použije vzduch, neutrpí systém v prázdném stavu žádné škody.

Před plněním kolektorového okruhu bychom se měli ujistit, že byly provedeny následující práce:

- všechny spoje trubek byly spájeny
- oběhové čerpadlo a regulační zařízení jsou připojeny k síti
- zásobník je připojen k vedení teplé a studené vody a naplněn
- šrouby na přírubovém poklopu zásobníku jsou dotaženy
- je správně nastaven přetlak v expanzní nádobě
- všechny oddělovací ventily jsou otevřeny

10.1 Propláchnutí zařízení

Před naplněním vodou s nemrznoucí kapalinou by měl být solární okruh propláchnut vodou. Tak se z potrubí odstraní částečky špíny a zbytky tavící přísady.

Plnící kohout u čerpadla se napojí hadicí na vodovodní potrubí, vypouštěcí kohoutek v nejnižším místě okruhu se otevře. Pal se do okruhu pustí voda, a jak propláchne krátký úsek k výpustnému kohoutku, uzavře se kohout mezi nimi..

Nyní se solární okruh pomalu plní, až voda začne vytékat z vypouštěcího kohoutku. Nechá se vytékat až několik minut. Pak se opět vyprázdní; je vhodné jej vypustit do kanystrů, čímž zkontrolujeme objem solárního okruhu. Vzápětí se naplní směsí vody a přísady proti zmrznutí.

10.2 Plnění zařízení

Aby solární zařízení mimo tropické oblasti mohlo být v provozu celý rok, musí být naplněno nemrznoucí směsí. Plnění solárního okruhu se provádí nejlépe pomocí plnícího čerpadla, podobným způsobem jako při proplachování. Připravená směs se pomocí plnícího čerpadla (vrtačkové, ruční nebo odstředivé čerpadlo) vtlačí do systému a nastaví se tlak v systému o cca 0,5 bar vyšší než přetlak v expanzní nádobě. Tak je zajištěno, že objemové ztráty vzniklé odlučováním plynu (hlavně oxidu uhličitého) ze systému během prvních dnů provozu budou moci být vyrovnány.

Důležité je také odvzdušnění čerpadla. To se provádí uvolněním hřídelového šroubu (Wellenschraube) na čelní straně pláště.

Počet otáček čerpadla se nastaví tak, aby teplotní rozdíl mezi vstupem a výstupem z kolektoru při plném slunečním svitu nepřekročil 10 až 15 K.

10.3 Nemrznoucí vodní směs

Čistá voda by byla výhodná svým extrémně vysokým specifickým teplem, ale pro použití v solárním okruhu je nutné jí zčásti pokazit přísadou proti zmrznutí. Přísady pro provoz s pracovními teplotami přesahujícími 80 stupňů jsou tvořeny především některým z glykolů, dvojných alkoholů. Ethylenglykol, jedna z nejběžnějších přísad, který se používá především v chladičích automobilů, je jedovatý. Nejedovaté nemrznoucí kapaliny s propylenglykem vyvinuté pro solární zařízení se prodávají pod různými obchodními názvy (Antifrogen L, Tyfocor L, Gelbin, Bärenfrostschutz L, Solaren…). Abychom získali dostatečnou odolnost vůči zmrznutí, je třeba dodržet minimální koncentrace uvedené v tabulce 8.

V našich šířkách by měla být solární zařízení plněna koncentracemi 35-40%. Ale už od koncentrace 25% už nehrozí žádné nebezpečí roztržení trubek, při extrémním mraze se kapalina změní v dostatečně plastickou ledovou kaši. Čím vyšší je koncentrace glykolu, tím větší musí být průtok solárním okruhem, protože glykol se ohřívá rychleji než voda; spotřeba elektřiny roste ještě rychleji, protože glykol, hlavně dokud není horký, také hůře teče.

Je potřeba dbát na to, aby voda pro solární okruh neobsahovala žádný chlór nebo jiné přísady (ideální je převařená, ještě horká dešťová voda; převařením z ní unikne oxid uhličitý; vody z městského řádu se převařením zbaví také chlóru). Podle zkušeností vydrží zde uvedené přísady proti zmrznutí mnoho let. Přesto by měla být koncentrace přísady proti zmrznutí a hodnota pH každé dva roky kontrolována. Pro měření koncentrace se používají běžné hustoměry.

Přísady na bázi propylenglykolu nesmějí být kvůli svým hygroskopickým vlastnostem použity v solárních okruzích, do kterých má přístup vzduch.

Likvidace prostředků proti zmrznutí se musí provádět podle předpisů pro likvidaci zvláštního odpadu.

Aby mohlo být zjištěno potřebné množství přísady proti zmrznutí i vody na namíchání směsi, musí být znám objem solárního okruhu. Údaje v tabulce 9 usnadňují jeho vypočtení (kontrola objemu viz výše, při vypouštění proplachovací vody).

Tabulka 8: Minimální koncentrace nemrznoucího prostředku

Začátek tvoření krystalů ledu	koncentrace		Hustota při 20°C kg/m^3
	Hmotnostní %	Objemová %	
-10	26	25	1023
-15	33	32	1027
-20	39	37	1035
-30	48	46	1040

Tabulka 9.: Objemy jednotlivých součástí solárního okruhu

Konstrukční část	Obsah
měděná trubka 18 mm	0,201 l/bm
měděná trubka 22 mm	0,314 l /bm
předavač tepla 1,8 m^2	1,5 l
předavač tepla 2,5 m^2	2,0 l
předavač tepla 3,6 m^2	3,0 l
Kolektor K16	0,4 l/m^2
Absorbér TINOX (10 mm)	0,5 l/m^2
Absorbční pruhy TeknoTerm	0,55 l /m^2

11 Údržba solárního zařízení

Solární zařízení se už koncem osmdesátých let osvědčila jako spolehlivá a obvykle mající jen velmi malé nároky na údržbu. Přesto by mělo být zařízení čas od času zkontrolováno:

- Zůstává tlak v zařízení konstantní?

- Je teplotní rozdíl mezi vstupem a výstupem z kolektoru nižší než 10 K?
- Běží čerpadlo za slunečního svitu?
- Stojí čerpadlo při velké oblačnosti a v noci a je přitom vstup i výstup z kolektoru studený?
- Není slyšet zvuky způsobené přítomností vzduchu v potrubí?

Sporadická údržba:

4 Očistit krycí tabule kolektoru, pokud jsou velmi špinavé!

5 Kontrola koncentrace přísady proti mrznutí (co dva roky).

6 Kontrola hodnoty pH (co dva roky). Klesne-li pod 6,6, začne médium způsobovat korozi a musí být vyměněno (snad stačí je neutralizovat, pozn. překl.)

7 Zkouška pojistného ventilu

8 Kontrola elektroinstalace dle předpisů

12 Organizace svépomocných montážních skupin

Spolupráce v organizované montážní skupině umožňuje optimální využití různých kvalifikací jednotlivých členů. Ne každý má potřebnou zručnost a řemeslný um, dílnu, nástroje, organizační talent a dobré nákupní podmínky. Ve skupině se jednotliví členové doplňují a vytvářejí vhodný celek. Pokud se i tak vybavení a know-how nedostává, může pomoci spolupracovník AEE nebo jiné organizace.

AEE podporuje a pečuje o svépomocné montážní skupiny od roku 1983. Prostřednictvím vytvořené poradenské infrastruktury pokrývající celou Evropu může být poskytována organizační a technická podpora svépomocným montážním skupinám v mnoha zemích. To se podařilo především spoluprací s jinými organizacemi (ekologické poradenství, energetické svazy, zemědělské odborné školy, místní vzdělávací střediska, obce,…).

12.1 Praktická strategie

Jednotliví zájemci, iniciativy nebo také obce se obracejí na AEE nebo partnerské organizace. Jsou zprostředkování přednášející a prováděny organizační přípravy pro večerní přednášky. Organizace přednášky v určitém místě probíhá většinou prostřednictvím jednoho nebo více zájemců o svépomocnou montáž solárních zařízení.

Zde se ukázala jako velmi účinná především spolupráce s institucemi pro vzdělávání dospělých. Když přednášku organizuje člověk, kterého všichni místní znají, je zpravidla překonán počáteční ostych a vyvolán velký zájem. Mnozí zájemci si přicházejí pro radu přímo do AEE a jsou nasměrování na skupiny, které v daném regionu momentálně pracují.

V montážních skupinách se osvědčil následující postup:

• Úvodní přednáška

Na této první přednášce jsou zájemci informováni o možnostech využití sluneční energie. S použitím fólií a komponentů zařízení je vysvětlena jeho funkce a montáž.

• Exkurze

Dalším krokem je exkurze k již existujícím zařízením s možností pohovořit s provozovateli zařízení o jejich

zkušenostech.

• Dimenzování solárních zařízení

Spolupracovník AEE spolu se zájemcem navrhne dimenzování zařízení a vysvětlí připojení k dosavadnímu topnému a teplovodnímu systému.¨

• Vytvoření montážní skupiny

Jeden až čtyři lidé ze skupiny převezmou koordinaci a organizaci montážní skupiny. Rozsáhlé technické i organizační know-how obdrží tito vedoucí montážní skupiny na seminářích AEE. Pro organizování vývoje skupin nabízí AEE schémata pro vedení montážních skupin, softwarové balíčky a v případě potřeby také dozor odborných spolupracovníků.

Montážní skupina pracuje jako samostatný hospodářský subjekt a rozhoduje autonomně o všech záležitostech.

• Chystání součástí systémů

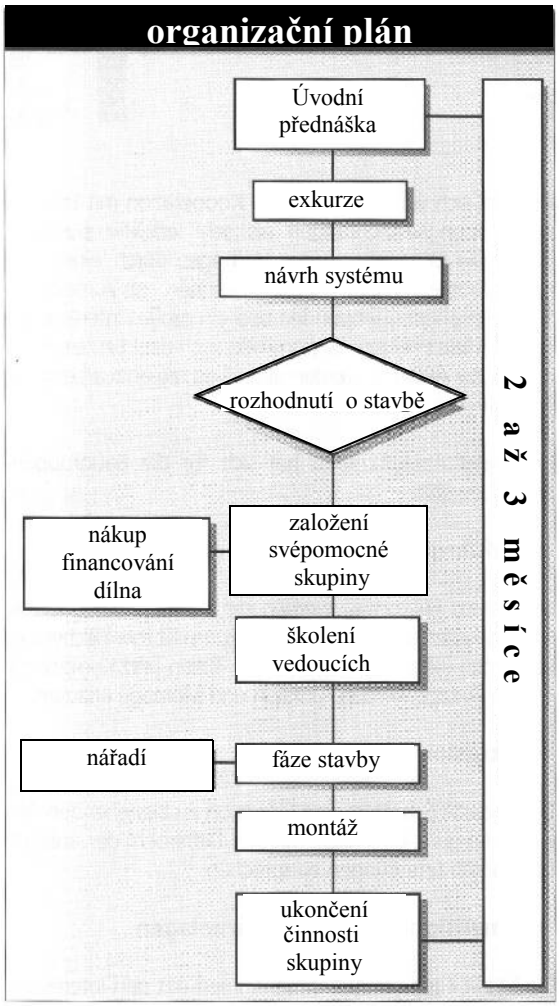
Po nákupu materiálů popř. součástek se společně letují absorbéry a vyrábějí se zbývající části. Nástroje, které jsou k tomu potřeba, jsou montážním skupinám poskytnuty AEE. Prací v montážních skupinách s odborným dozorem se mohou účastnit i technicky méně obratné osoby. Po ukončení společné přípravy následuje výdej komponent.

Ve Villachu provozuje AEE vlastní dílnu. Zájemci, kteří ve svém regionu nenajdou žádné stejně smýšlející, mohou přijít do Villachu, zde si smontovat své zařízení a týž den si s sebou vzít domů své komponenty.

Tímto způsobem byla ve Villachu již smontována zařízení, které dnes využívají slunce v Neapoli, Toulouse nebo Ulmu.

• Montáž

Montáž zařízení na střechy není úkolem montážní skupiny. Provádí si ji buď majitel svépomocí nebo se obrátí na místní řemeslníky.

Pracovní postupy při instalaci kolektorů jsou předváděny na pravidelných stavebních seminářích, tam si je také zájemci mohou nacvičit, takže montáž pak není pro šikovné zájemce nikterak náročná.

Obr. 71 Organizační kroky montážní skupiny