

# Nutné změny svépomocného solárního systému užívaného v programu *Slunce pro Bílé Karpaty*

Veronica / Jan Hollan

11. apríl 2001

## Obsah

### 1 Úvod

Léta montování a údržby svépomocných solárních systémů (doslova „slunečních soustav“), jejichž veškeré části navrhl původně Jiří Svoboda, ukázala jejich slabiny. Ty sice provoz neznemožňují, ale přinášejí dost starostí. I si nimi nicméně všechny soustavy, kterých si někdo alespoň jednou týdně všímá, už léta docela pěkně fungují.

Není naštěstí těžké slabiny odstranit. Už to mohlo být dávno hotovo, jen by muselo vývoji věnovat více lidí více času. Ale lépe pozdě než nikdy.

### 2 Slabiny, které se projevíly

- Ze solárního okruhu se až moc rychle vypařuje líh a dokonce i voda. Uživatelé, kteří kapalinu nedoplňují tak často, jak je potřeba, pak mívají kolektor naplněný kapalinou jen zčásti, což má za následek nižší účinnost a ještě vyšší výpar.
- Při výpadku proudu (kdy kolektorem neprotéká kapalina) se vypaří celý obsah kolektoru.
- Solární okruh se někdy postupně stává netěsným, což udržování dostatečného objemu kapaliny v něm činí nemožným.
- Velký únik u některých soustav způsobuje je kazová polyetylénová hadička v předavači tepla do nádrže, která místy praská.

- Na některých soustavách se pokazila teplotní čidla, protože byla omylem zatmelena kyselým tmelem. Čerpadlo pak buď běželo i v noci nebo se naopak nezapínalo ani když mělo. Uživatelé ale neměli o spínání žádnou dokumentaci a tak ani možnost snadno zjistit příčinu nefunkčnosti.
- Těsnění mezi skly kolektoru nebylo pořádně přitlačené (nedokonalost konstrukce) a poté, co lep přestal působit, některá těsnění sebral vítr. Na černý absorbér se pak začalo prášit, čímž zesvětlal. Další snížení účinnosti kolektoru je způsobené prouděním vzduchu mezerou bez těsnění.
- Černé natření absorbéru není dost trvanlivé. Nejstarší provedení (asfaltový lak) vede k zesvětlení a rozpadu laku, novější se syntetickou základní barvou a emailem k odlupování emailu.
- Chybějící dilatační spáry kolem přívodů do kolektoru způsobují posouvání plechů absorbéru (vznik mezer) a snad i přispívají ke stahování gumových hadic.
- Uživatelé nemají všichni doma lihoměr nebo se nenaučili jej několikrát ročně použít ke změření koncentrace lihu v solárním okruhu. Líh dolévají odhadem a nezanedbatelný jeho výpar vedl u značného počtu soustav k zamrznutí dolních trubek absorbéru.
- Naštěstí takové zamrznutí vede zpravidla jen k vysunutí hadic připojujících trubky k rozvodnému potrubí, takže kapalina vyteče a trubky se většinou neroztrhnou.
- O problémech při provozu soustav nevede nikdo záznamy, takže přispívají k vývoji jen náhodně na základě ústních sdělení nebo při návštěvách spojených s opravami.
- U některých soustav s nesprávně vedenými hadicemi (buď zmáčkнутými nebo trvale zavzdušněnými) klesá průtočnost solárního okruhu až k nule, což vede k varu kapaliny v kolektoru a úniku lihu.
- Výpar z neutěsněné nádrže bývá tak veliký, že při návštěvách nalézáme nádrže ze třetiny prázdné. Tepelná kapacita a hlavně rychlost ohřevu užitkové vody tak značně klesá a tím i účinnost celé soustavy.
- I u dobře udržovaných soustav je spínání čerpadla neoptimální – buď se zapíná zbytečně pozdě (nevyužijí se chvíle mírně zatažené) nebo pozdě

vypíná (tedy vlastně chladí). Na vině je absence teplotních čidel na hadicích solárního okruhu a tedy nemožnost dokonalého seřízení.

I přesto většina soustav funguje poměrně dobře, tj. poskytne ročně více než patnáct set kilowatthodin tepla na ohřev užitkové vody.

## 3 Co je nutné změnit a jak

Už hotové soustavy je možné vylepšit tak, aby byly spolehlivější a vyžadovaly méně pozornosti, nové soustavy je nutné v řadě detailů stavět jinak. V některých případech nevím dobře, jak na to, v jiných už asi ano. Více hlav by asi vědělo víc, proto bych velmi uvítal poznámky všech uživatelů, montérů a udržovatelů. Začnu změnami, které jsem si buď už úspěšně ověřil nebo je považuji za nepochybně nutné.

Klíčové je přitom jiné uspořádání solárního okruhu, které takřka vyloučí únik páry z něj. Původní zapojení bylo vlastně úplně hloupé, škoda, že to nikoho nenapadlo dřív než na podzim roku 1999.

### 3.1 Solární okruh

- *Expanzní nádrž musí být připojena na dlouhé odbočce z vratné (chladnější) větve solárního okruhu, musí být velká, průsvitná a na očích. Není-li na očích, musí být na viditelné místo svedena elektrická kontrola hladiny v ní. Nové soustavy je nutné montovat všechny takto, staré je nezbytné tak všechny postupně upravit. Z přehřátého kolektoru (když nejde proud nebo když čerpadlo nemá být sepnuté, protože je nádrž už celá hodně ohřátá) pak nic neuteče pryč, jen vzniklá pára vytlačí kapalinu do expanzní nádrže, po ochlazení kolektoru se kapalina do něj zase vrátí.*

Dno expanzní nádrže by mělo být asi půl metru nad vrškem kolektoru.

Expanzní nádrž se snadno vyrobí z polyetylénového kanystru s plochým dnem. Do jeho rohu se namontuje výústka umožňující připojení hadice. Zatím jsme našli jedinou vhodnou součástku, ze které lze výústku vyrobit, totiž plastovou zátku do toaletních mís. Tu stačí provrtat, dořezat její závit téměř do konce (půlcoulovým očkem) a začátek závitu naopak odstranit (tak, aby nebyl průběžný). Nádrž je pak vhodné namontovat mírně šikmo, aby výústka byla v nejnižším místě.

Plnění nádrže, pokud není na dobře přístupném místě, lze zajistit pomocí hadičky procházející těsně jejím uzávěrem (a pokud možno pod ním rozšířená, aby nemohla vypadnout). Na opačném konci může hadička procházet ještě těsněji uzávěrem PET láhve, a touto láhví se dá kapalina do nádrže vytlačit (určitě to jde, pokud můžeme láhev držet ne níže, než dva metry pod expanzní nádržkou).

Po doplnění expanzní nádrčky se hadička vsune do dlouhého polyetylénového pytle místo do PET láhve. Jako průchodka může sloužit gumová hadice. Pytel by měl mít objem až deset litrů. Hadička má jít až na dno pytle, tak se bude do expanzní nádrže nasávat zpět zkondenzovaný líh.

Pro doplňování platí totéž, co dřív – doplňujeme-li líh, musíme kapalinu z okruhu odpouštět a nakonec ji vrátit do expanzní nádrže, aby se koncentrovanější líh dostal z odbočky vedoucí ke kanystru až do okruhu samého.

- Systém nesmí obsahovat automatické odvodušnění na vršku kolektoru. Tam má být jen možnost odvodušnění ručního, jinak musí vršek zůstat naprosto těsný. Těsnost nemůže trvale zajistit plastová hadice (teplota tam přesahuje sto stupňů) ale jen *hadice gumová, krytá před sluncem a uzavřená nahoře pevně přichycenou zátkou*.
- *Solární okruh musí mít* všude (včetně trubek absorbéru) alespoň mírný spád, všechna nejvyšší místa musí být ručně odvodušnitelná. To předpokládá jednosměrné protékání absorbéru (rozvodné a sběrné potrubí s vnějším průměrem 18 mm musí být na opačných stranách, obě s deseti vývody s roztečí devět centimetrů) a pečlivé uložení hadic na latě místo zavěšení s několika průhyby. Hadice nesmí být nikde namáhána tak, aby se mohla zploštit.

Spád všech trubek kolektoru je důležitý proto, aby při vypnutí čerpadla a plném slunci skutečně všechna kapalina byla z absorbéru vytlačena párou a nezůstaly žádné loužičky, nejlépe ani kapky. Pak se totiž odpaří nejvýš deset gramů lihu a vzniklých pět litrů páry vytlačí kapalinu z kolektoru. Jinak by zbylá kapalina dále vřela a lihové (pak i vodní) páry probublávaly až do expanzní nádrže a z ní (až by ji zahřály na teplotu varu) nakonec až pryč ze solárního okruhu. Při dobrém spádu a vhodném zakrytí expanzní nádrže předpokládám, že by se musel ročně dolévat méně než litr lihu.

- V solárním okruhu s velkými výškovými rozdíly se nesmějí používat hadice z měkčeného PVC (nejlépe je vyloučit je vždy), ale jen hadice polyetylénové a předavače tepla do nádrže musejí být z hliníkových trubíček místo z polyetylénové hadičky. Konce hliníkových trubek je potřeba opatřit několika zářezy v podobě prstýnků, aby se snížila možnost jejich vyklouznutí z gumové propojovací hadičky při tlaku přes desetinu megapascalu (u vysokých budov, kde je kolektor na střeše a nádrž o několik pater níž).

Svorky na spojích hadic je nutné (alespoň v prvních letech) každoročně dotahovat, hlavně ty, které jsou vystaveny nejvyšším teplotám. Jinak tudy začne unikat kapalina.

- Předavač tepla do nádrže musí mít *dobře separované trubky či hadičky*, aby mezi nimi mohla proudit voda. Hliníkové trubky lze fixovat hliníkovým drátem, polyetylénové hadičky např. navlečenými kousky tlusté gumové hadice – lepší by mohly být *keramické prstýnky* (Raschigovy kroužky), ty je potřeba opatřit. U polyetylénového předavače tepla musejí navlečené prstýnky současně zajišťovat, že hadice nebudou vyplavávat.

Před uložením do nádrže je nutno předavač propláchnout a provést jeho tlakovou zkoušku. Do nádrže se umístí už naplněný a odvzdušněný, prostě se nechá klesnout na dno. Nesmí se tam nijak připevňovat, aby jej bylo možné kdykoliv snadno vytáhnout ke kontrole či opravě.

- Před napuštěním měkkou vodou by se měla i část okruhu mimo ohřívač zásobníku důkladně propláchnout tlakovou vodou. *Je nezbytné provést tlakovou zkoušku* celé napuštěné soustavy v době, když nepraží slunce (s manometrem a pumpičkou připojenými místo expanzní nádrže).
- Pro dolévání solárního okruhu se smí používat výhradně líh bez xylenu (xylen se odseparuje po smíchání lihu půl na půl s dešťovou vodou) nebo *dešťová voda*. Dolévání tvrdé vody by i dobře provedený solární okruh s malým odparem po dvaceti letech dost znehodnotilo.

## 3.2 Stavba kolektoru

- *Horní hranol*, o nějž se budou opírat skla, musí být dřevěný, polystyrén se v tomto nejteplejším místě kolektoru taví.

- *Krajní hranoly* musejí být rovněž dřevěné, pokud možno z tvrdého dřeva, s osazením pro závěrečné stlačení skel. Před jejich uložením se na okraje rámu přidají přitlačné šrouby s kováním (viz dále).
- *Průchodní otvory* v rámu pro zapojení solárního okruhu musí umožňovat délkové změny absorbéru o několik centimetrů
- Absorbér musí obsahovat alespoň *pět trubkovic*, tj. příčných plechů s děrami se správnou roztečí. Kromě rovnoměrnosti osnovy absorbéru (tedy devíticentimetrové rozteče trubek) tyto příčné plechy také tvoří oporu absorbéru o spodní hranol (jinak se absorbér sesune a jeho vlastní plechy se dole deformují). Trubkovnice mají shora tři výřezy, v nichž budou uloženy oporné lišty pro skla.
- Absorbér je nutno natírat *černou základní barvou*, nejlépe disperzní z Telurie Skrchov. Musí být ovšem velmi dokonale odmaštěný. Natírat se musí na místě (v kolektoru) a ne před deštěm nebo večerní rosou. (Černý email se používat nesmí, oloupe se.)
- Skla, má-li těsnění mezi nimi trvale fungovat, na sebe musejí dokonale navazovat. (To je problém větší při opravě, kdy se může poněkud vydrolit heraklit spodního hranolu.) Řešením je opřít je kromě horního dřevěného hranolu o další *tři tenké lišty*, z nichž jedna bude téměř dole. Lišty budou spočívat ve výřezech v trubkovnicích. Mohly by být bílé, ale stačí asi i čisté dřevo. Kromě eliminace rozličného průhybu skel je další užitečná funkce lišt ta, že omezí rozdíl teplot nahoře a dole v kolektoru.
- *Polypropylénové hranolky*, o které se sklo dole opírá, musejí být tak široké, aby se nemohly převrátit, nejlépe by měly být *přinýtované*. Jinak se při manipulaci se skly pohnou některé tak, že nefungují.
- Dolní okraj rámu, o který se budou přes hranolky skla opírat, musí být dokonale přímočarý, jinak k sobě skla nebudou pasovat. Kdyby přímkový nebyl, je nutno to vynahradit *podložením některých hranolků*.
- Při manipulaci se skly je nezbytné používat *držadlo s dvojicí přísavek*.
- Skla, která na sebe dobře navazují a mají přesně umístěná těsnění mezi sebou, se nakonec *postlačují k sobě* pomocí šroubů na obou bocích kolektoru a držadla s přísavkou. Šrouby přitom poslouží jen jako doraz, posun skel se děje pomocí držadla. Při takové fixaci těsnění není nutné, aby na něm byla lepkavá vrstva, lze použít i těsnění staré.

### 3.3 Nádrž

- Stejně jako v solárním okruhu, *je velmi žádoucí mít v nádrži měkkou vodu, nejlépe dešťovou*. Stojí za to si doma před montáží připravit zásobu dešťové vody, např. postavením jiné takové nádrže pod rýnu. V každém případě je ale nezbytné použít dešťovou vodu pro dolévání vypařené vody – jinak by v ní stále přibývalo vysráženého vápence, který zpomaluje tepelný tok jak do tlakového zásobníku tak i z předavače tepla ze solárního okruhu.
- Pro kontrolu a dolévání vody do nádrže stačí prostinká věc: hadička sahající asi deset centimetrů pod horní okraj nádrže a venku visící alespoň půl metru dolů. Když se do ní foukne a není slyšet bubláni, bylo už dávno potřeba vodu doplnit. Jinak se naopak voda nasaje a prohnutou hadičkou se zjistí přesně výška hladiny v nádrži (tj. hadička poslouží jako vodoznak). Hladina by měla za horka (60 stupňů) sahat jen centimetr (až dva, pokud staré spínání nelimituje teplotu nádrže) pod nejnižší místo okraje, za studena o o dva níž. Pokud je jí méně, hadičku zavodníme celou a přetočíme do nádrže *dešťovou vodu* z nějaké nádoby postavené na nádrži. Chybějící centimetr znamená potřebu doplnit asi šedesát litrů.

Kontrolu je nutné provádět alespoň jednou za rok, přinejmenším vždy v půli srpna, když poprvé po horkém létě kontrolujeme koncentraci lihu v solárním okruhu.

- Původní představy o cestách, jak bránit výparu z nádrže i úniku tepla, se ukázaly jako nedokonalé a dokonce zbytečně složité. Ve skutečnosti je nejučinnější pomocí uzavřít nádrž nahoře velmi pečlivě polyetylenovou fólií. Tu je dobré instalovat ještě před tepelným izolováním nádrže, tj. nalepit ji izolepou na boky nádrže a kolem hadic pomocí izolepy zhotovit co nejtěsnější prostupy. Dodatečně ji lze tupým tenkým předmětem nastrkat za boční izolaci. Hlavní je ale pak přitížení fólie k hornímu okraji nádrže, na to je potřeba zatížit po okrajích horní izolační desku alespoň třiceti kilogramy závaží.

Nechat navíc plavat na hladině nějaký polystyrén je možné, ale nepodstatné. Je zajímavé, jak je takový polystyrén v nádrži, která byla naplněna tvrdou vodou, už po dvou letech těžký – sotva plave, jak je prosycen vápencem.

- Boční izolace nádrže je málo platná, pakliže pod ní může proudit vzduch. Aby nemohl, proto je potřeba hranovými plechy polystyrénové desky opravdu důkladně přitisknout, k tomu je potřeba dost tlustý vázací drát opásaný ve třech výškách kolem nádrže. Po napnutí musí dráty zvučet jak struna. Vhodné je i podložení napnutého drátu na středech širších desek dřevěnou latí, pro ještě lepší přitlačení a vypnutí.

Přitlačení ale ani pak není dokonalé. Proto je potřeba důkladně *utěsnit všechny škvíry* ve stycích polystyrénových desek nebo kolem hranových plechů. Nejsnáze se to dělá tenkými klíny z pěnového polystyrénu, nařezanými ostrým nožem. U stěny se dá místo toho nepřístupná spára překrýt svislými lačkami, jdoucími od přitlačného plechu až na konec spáry.

### 3.4 Elektrické řízení a měření

- Elektronický spínač chodu čerpadla musí mít další funkci: *vypínání čerpadla, pokud teplota u dna nádrže dosáhne 55 stupňů*. Zatím to lze zajistit přidáním dalšího stejného spínače s dalším čidlem a konstantním rezistorem místo druhého čidla. Budoucí spínače musí mít tuto funkci v sobě, velmi žádoucí by byla i čitelnost obou teplot na displeji. Údaje teplot umožní snadnou kontrolu čidel bez nutnosti jejich odpojení a přeměření jejich odporu.
- ještě lépe by bylo, kdyby byl spínač řízen též přítomností vody v expanzní nádrži – kdyby tam kapalina nebyla, čerpadlo by neběželo.
- Je nutné, aby LEDka indikující chod čerpadla byla umístěná tam, kde se na ni někdo běžně dívá. Obvykle to musí tedy být LEDka další, připojená paralelně k té ve spínači samotném.
- Vodiče musí být možné ze spínače odmontovat i bez otevření jeho víčka – k tomu stačí vyvrtat nad šroubky konektorů otvory.
- Teploměr, který doposud měřival jen teplotu u vrchu nádrže, musí mít možnost přepínání na řadu dalších čidel. I kdyby spínač čerpadla udával teploty u spodku nádrže a v kolektoru, může se hodit ještě kontrolní měření teploty u spodku nádrže. Pro kontrolu funkce solárního okruhu je nezbytné měřit teplotu kapaliny jdoucí do kolektoru a z něj. Pro uživatele je ale nejzajímavější teplota ohřáté užitkové vody i teplota vody studené přitékající k ohřátí jejich rozdíl násobený spotřebou ohřáté vody

udává vlastně teplo získané díky solárnímu systému. (Teplota ohřáté vody je stejná, jako teplota u vršku nádrže jen když se ohřívá dlouho. Při nárazovém odběru přes sto litrů už bude voda poněkud chladnější.)

Nejjednodušší řešení je takové, že se na potřebná místa vsunou *termistory* (15 k $\Omega$  pro levný teploměr, který užíváme dnes) s připájenými vodiči (jeden, tj. „zem“, může být pro více čidel společný) a všechny vodiče se přivedou na jedno místo, nejspíše do koupelny. Přepojování teploměru na různá vnější čidla může nejlevněji obstarat svorkovnice („čokoláda“) a banánek s jedním vodičem z teploměru.

U teploměru má být i LEDka (na tu je také potřeba pamatovat alespoň s jedním vodičem, lépe se dvěma) indikující běh čerpadla, – to smí běžet jen když z kolektoru přichází voda alespoň o čtvrt stupně teplejší než jde do něj. Aby tak malé rozdíly teplot byly věrohodné, musí být čidla velmi přesně stejná, což se stěží podaří. Není ale těžké zjistit, nakolik se čidla liší – stačí je na nějakou dobu dát k sobě na tutéž hadici a zapisovat údaje obou z nich za různých teplot hadice. Je na uživateli, aby se tomu pár dní věnoval.

- Každý, kdo je ochoten zapisovat různé teploty a pak je opsat do počítače (stačí jako textový soubor), by také měl dostat *vodoměr*, aby mohl zaznamenávat i spotřebu ohřáté vody. Pokud je ochoten chodit i k solárnímu okruhu, měl by mít také vodoměr udávající oběh v tomto okruhu – alespoň pro prvních několik let, dokud ho zajímá systém podrobně sledovat. Vodoměr v solárním okruhu prozradí, že voda proudí pomaleji než jindy a tak může odhalit nějaký problém v průchodnosti okruhu, při normálním chodu pak přesně vyjádří počet hodin, kdy běželo čerpadlo.
- *Deník o provozu systému* je ale povinen vést každý, komu jsme pomohli soustavu v rámci našeho programu namontovat. Minimálně je do něj nutné zapisovat všechny problémy, kterých si uživatel všiml, všechny opravy a údržbu systému (tj. i množství dolité vody či lihu) a kromě případných jiných měření hlavně údaje o naměřené koncentraci lihu. Ten, kdo ji v srpnu, září a říjnu nezměří, nedoplní případně líh až na koncentraci 20% na konci října (a nepořídí o tom záznam), nemůže mít žádné nároky na bezplatnou pomoc při opravě soustavy poškozené mrazem.

- Koncentrace lihu je natolik důležitá, že každý uživatel musí mít doma lihoměr. Je to sice sto sedmdesát korun navíc, ale ušetří práce nebo i materiálu za tisíce korun.
- Soustava, která je zařízena tak, že výpar lihu je i v létě minimální, by měla mít koncentraci lihu trvale dvacetiprocentní. Získá tak dobrou ochranu před letním přehříváním solárního okruhu.

## 4 Co je také vhodné změnit, ale kdoví jak

U jiných změn si nejsem moc jistý, že mají být provedeny právě takto. Potřebné ale jsou.

### 4.1 Konstrukce kolektoru

- I *spodní hranol* by měl být *dřevěný*. Jen takový je mechanicky odolný a lze jej spolehlivě použít i po demontáži a opětném složení kolektoru. Je jen otázka, jestli nebude při dešti bývat namočený. Neměl by být, pokud budou odtokové otvory čisté. Aby na něj voda vůbec nestékala ze skla, musel by být nadzdvížen o několik milimetrů tlustší podložkou.
- Aby se odtokové otvory neucpaly a do kolektoru neteklo zbytečně moc vody, je vhodné *dolní spáru* mezi sklem a rámem co možná *utěsnit*, tmelem nebo pružnou páskou.
- Problémů s dosavadním standardním rámem a uložení skel v něm je dost na to, aby se u nových instalací dávala přednost úplné absenci hliníkového rámu – nejlépe zabudováním kolektoru místo střešní krytiny.
- Místo D-profilů ze silikonové gumy by byly vhodnější profily tvaru H.

### 4.2 Solární okruh

- Zpětná klapka by pokud možno měla být ve svislé poloze tak, aby mohla fungovat jen gravitačně, bez přitlačné pružiny. Přítlačná pružina způsobuje zbytečně vysoký odpor (tj. zpomaluje proudění v okruhu) a zvyšuje nebezpečí, že se v klapce zachytí nečistota, která znemožní její zavření. Při svislé montáži zpětné klapky je lépe pružinu vyjmout.

- Pokud je zásobník zhruba stejně vysoko jako kolektor, je lépe zpětnou klapku vynechat a nahradit ji vedením hadic pod úrovní spodku kolektoru i zásobníku.
- Ideální samozřejmě je, když je kolektor níže než zásobník. Pokud je vršek kolektoru na úrovni dna zásobníku, nestačí to ještě na samotížný provoz, ale zpětnou klapku lze vynechat určitě. Stojí za to zásobník, pokud je na půdě, dát poněkud výše (výborně se uplatní dvojice či trojice ráků pod ním překrytá vrstvou desek) a kolektor naopak až na samotný dolní okraj střechy.
- *Rozvodné a sběrné potrubí* v kolektoru a nádrži by asi bylo lepší z polypropylénu než z pozinkované oceli. Nemůže pak korodovat a není nutné je nechávat zinkovat. Pokud by z polypropylénu byla i případná součástka se zpětnou klapkou, byl by v okruhu jen hliník a vzdálená litina čerpadla, napadání korozi by bylo zmenšeno. Svařování polypropylénu je operace, kterou ovládá řada instalatérů. Polypropylénové rozvody v kolektoru by zajistily, že teploty hadic připojených na kolektor by nepřesáhly osmdesát stupňů (při dostatku lihu).
- Únik tepla z čerpadla a armatur v jeho blízkosti je veliký, větší než z celé délky hadic izolovaných pěnovým polyetylénem. Stojí proto za to, umístit čerpadlo do těsné izolační skříňky. Může být celá z polystyrénu, může být i ze dřeva a polystyrénem co možná úplně vyložená.  
To přinese jediný problém, totiž možnost přehřátí čerpadla v případě, že by v něm byl jen vzduch. Nejlepší obranou je ovládat spínání čerpadla i přes čidlo v expanzní nádrži – když v systému nebude dost kapaliny, čerpadlo se nerozběhne. Nouzovou náhradní možností je příložná tepelná pojistka, jako se užívá u zásobníkových ohříváčů vody.
- Jak dobře řešit spínání dle hladiny v expanzní nádrži, to nevím. Určitě je ale taková věc moc potřebná. Soustav, které byly pěkně vyschlé, jsem už viděl dost.
- Plastové hadice se sice připojují a spojují rychle, ale těsné jsou takové spoje jen na čas. Jestli se po několikerém dotažení v prvních letech už situace ustálí, nevím.
- Je velmi žádoucí obarvit roztok lihu v solárním okruhu, aby byla hladina v expanzní nádrži zdálky vždy dobře patrná. Nevím ale, čím obarvit.

Hypermangan je úplně nevhodný, jak jsem si ověřil bohužel až neúspěšným pokusem.

## 5 Co je ještě vhodné dělat jinak a co ne

Co dělat jinak, to už momentálně nevím. Je to spíš na všech těch, kteří ony levné a jednoduché sluneční soustavy užívají a mají s nimi starosti.

O dvou věcech ale vím, že se jinak dělat nemají, i když si to nejjeden uživatel myslel.

Ta nejčastější připomínka se týká *připojení trubiček absorbéru na rozvodné trubky*. To má skutečně být uděláno nepřiliš pevně. Tak, že při tlaku metru a půl vodního sloupce jsou spoje těsné, *ale když se přece jen stane, že kapalina začne zamrzat, tak je naděje, že se hadice svlečou a zabrání tak popraskání trubiček*. Je to levná a poměrně účinná bezpečnostní pojistka. (Nahradit by ji mohlo leda nějaké hi-tech elektronické hlídání koncentrace lihu, které by kapalinu ze soustavy vypustilo, kdyby při teplotě pod nulou nebylo lihu dost, ale to by asi stálo přes deset tisíc korun.)

Vím také, že *není vhodné nahradit líh* (etylalkohol) jako přísadu pro zajištění mrazuvzdornosti kapaliny v solárním okruhu alkoholem dvojným či trojným, s vyšším bodem varu (*etylén*)*glykolem* či *propylénglykolem*. Nejen kvůli tomu, že se takové těžké alkoholy zvyšují viskozitu kapaliny a snižují tak průtok v okruhu. Horší je, že údajně napadají pozinkované části systému (rozvodné potrubí v kolektoru a na dně nádrže. Nejhorší ale je, že se odstavený kolektor evaporuje příliš pozdě, až při teplotě nad sto stupňů, a hadicemi je pak vytlačována vřelá voda. To nesou dobře ani hadice, a už vůbec ne jejich pěnová izolace z polyetylénu.

Líh ve skutečnosti má důležitou funkci v tom, že i v létě udrží teplotu v obou hadicích pod osmdesáti stupni. Proto by jej i tehdy mělo být ke dvaceti procentům. Jeho úniku ze soustavy lze účinně zabránit konstrukčně.