

HYBRIDNÝ ZDROJ ENERGIE PRE RODINNÝ DOM

Ing. Milan Novák
THERMO|SOLAR ŽIAR s.r.o.
Na Vartičke , P.O.Box 45
965 03 Žiar nad Hronom
Tel.: +421 45 601 6000
Fax: +421 45 6722844
E-mail: novak@thermosolar.sk

Abstrakt

V blízkosti Žiaru nad Hronom je situovaný rodinný dom, ktorého energetické potreby na vykurovanie a prípravu teplej úžitkovej vody (TÚV) sú kryté predovšetkým slnečnými kolektormi a tepelným čerpadlom. S cieľom zvýšiť efektívnosť využitia tepla dom je vybavený stenovým a podlahovým vykurovacím systémom a je dobre tepelne zaizolovaný.

Zastavaná plocha rodinného domu spolu so zimnou záhradou je 135 m². Obytná plocha je približne 240 m², vrátane podkrovia.

Obvodové múry tvoria porézne dierované tehly o hrúbke 45 cm, spájané perlitovou maltou a 25 mm hrubá vrstva heraklitových dosák. Strecha je zaizolovaná 250 mm vrstvou minerálnej izolácie a podlahy na prízemí 150 mm hrubou vrstvou tvrdého polystyrénu. Na oknách včítane zimnej záhrady sú použité izolačné dvojsklá plnené argónom s antireflexnou vrstvou.

Na sedlovej streche orientovanej na juho-juho-západ je umiestnených 28 m² plochých vákuových kolektorov Heliostar 400 V. Prebytky tepla v lete sú využívané na ohrev exteriérového bazénu, prípadne sa ukladajú do zeme.

Deficit slnečného žiarenia v zimnom polroku sa vyrovnáva tepelným čerpadlom zem – voda. Zdrojom nízkopotenciálového tepla pre tepelné čerpadlo je jednak zemný kolektor (rúrky v zemi) a jednak nízkopotenciálové teplo zo slnečných kolektorov. Rúrky zemného kolektora sú uložené v navezenej vlhkej ílovitej pôde bez prístupu spodnej vody.

Oba zdroje tepla, slnečné kolektory i tepelné čerpadlo sú napojené na centrálny zásobník tepla. Je to zaizolovaná sklolaminátová nádrž o výške cca 6 m a objeme 5000 l, ktorá prechádza približne stredom domu oboma podlažiami. V strede zásobníka je umiestnená stratifikačná rúra, do ktorej sú zaústené výstupy zo slnečných kolektorov i tepelného čerpadla. Vďaka nej sa vstupujúca voda o danej

teplote nemieša s vodou v zásobníku, ale ukladá sa podľa teploty v jednotlivých horizontoch. Voda s nižšou teplotou prúdi do spodných častí zásobníka, s vyššou teplotou do vrchných. TUV sa získava z 200 l bojlera, ktorý je umiestnený nad centrálnym zásobníkom tepla a je s ním gravitačne prepojený. Prípadný doohrev zabezpečuje elektrická špirála v hornej časti.

Odvod vody o vhodnej teplote do vykurovacieho systému usmerňujú dva elektroventily umiestnené v rôznych výškach centrálného zásobníka tepla a sú ovládané regulátorom.

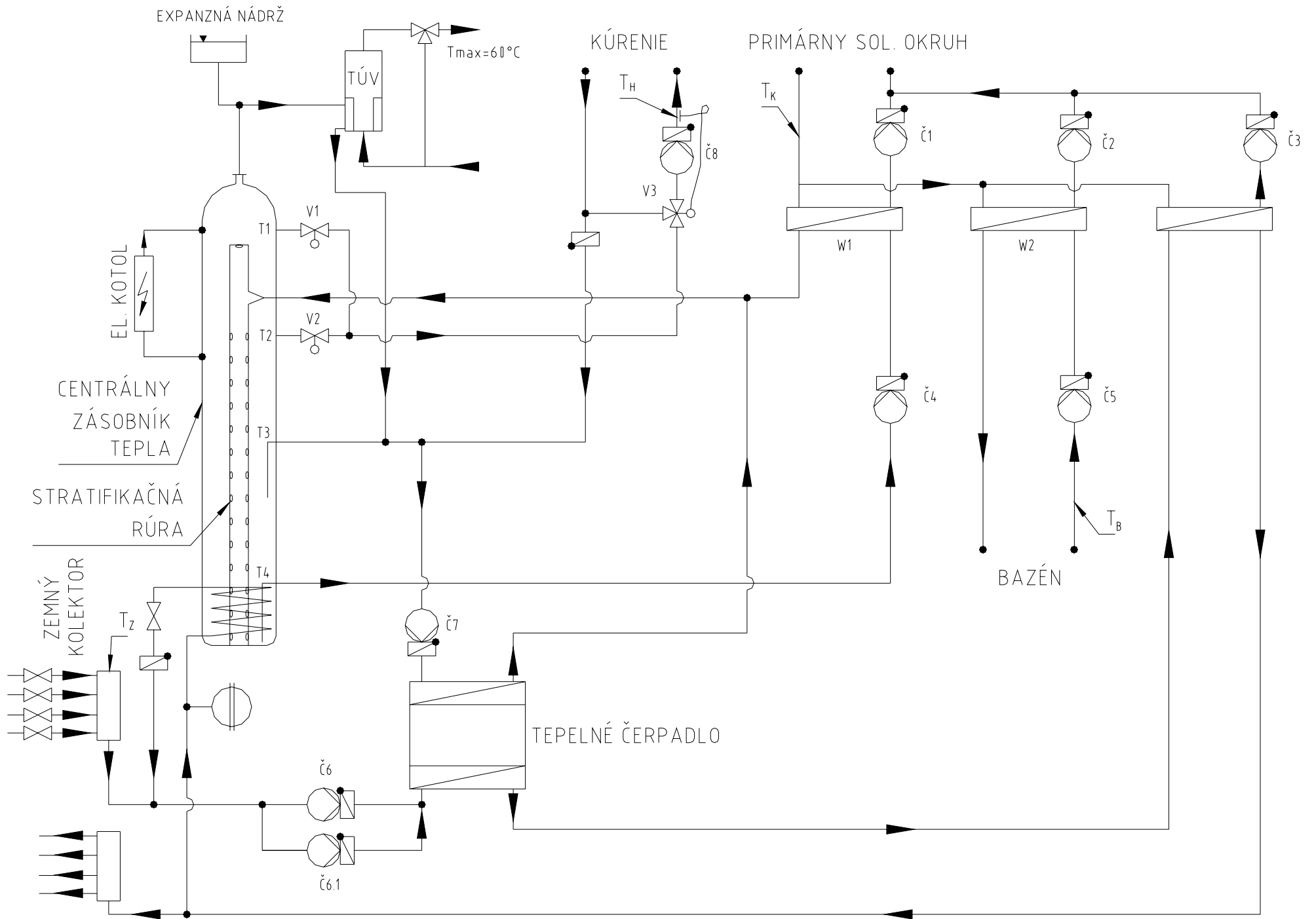
Teplota v dome (vykurovací výkon) sa riadi podľa vonkajšej teploty a individuálne sa dá nastaviť v každej miestnosti termostatickými ventilmi stenového vykurovania.

Stenové vykurovanie je súčasťou všetkých obvodových stien domu a má malú tepelnú zotrvačnosť, a preto je ním možné rýchlo regulovať tepelný príkon. Dobre sa dopĺňa s podlahovým vykurovaním, ktoré je nainštalované na celom prízemí ako aj v kúpeľni na prvom podlaží. Pretože je súčasťou masívnych keramických podláh má značnú tepelnú zotrvačnosť a predstavuje tak prakticky dodatočný tepelný akumulátor.

Ďalšou výhodou takto koncipovaného vykurovacieho systému je možnosť zabezpečenia potrebného vykurovacieho výkonu i pri veľmi nízkych teplotách vstupnej vody. To zvyšuje účinnosť práce slnečných kolektorov i tepelného čerpadla pri zaistení veľmi dobrej tepelnej pohody obyvateľov domu.

V rodinnom dome sú ešte ďalšie dva doplnkové zdroje tepla. Krb v obývacej izbe slúži hlavne na občasné spríjemnenie zimných večerov. Elektrický kotol umiestnený v hornej časti centrálného zásobníka tepla je 100 % poistkou pre prípad zlyhania ostatných zdrojov tepla.

Zjednodušená hydraulická schéma celého energetického systému domu je na obr. 1.



Obr.1 Hydraulická schéma energetického systému domu.

Stručný popis hydraulickej schémy

Centrálny 5000 l zásobník tepla so zabudovanou stratifikačnou rúrou sa nabíja zo:

- slnečných kolektorov
- tepelného čerpadla
- elektrokotla

Slnečnými kolektormi je možné navyše ohrievať bazén, prípadne prebytky tepla ukladať do zeme prostredníctvom zemného kolektora tepelného čerpadla.

Tepelné čerpadlo pracuje na nočný prúd. Zdroj nízkopotenciálneho tepla je zemný kolektor a čiastočne aj spodná časť 5000 l zásobníka tepla cez zabudovaný špirálový výmenník tepla. Výstup z tepelného čerpadla je zaústený do stratifikačnej rúry 5000 l zásobníka tepla.

V prípade poruchy tepelného čerpadla je poistný doohrev elektrokotlom na nočný prúd. Elektrokotol sa zapína ručne a má zabudovaný termostat.

1. Z primárneho solárneho okruhu (slnečných kolektorov) môže byť teplo odvádzané do:

- stratifikačnej rúry 5000 l zásobníka tepla paralelne bežia Č1 a Č4
- v prípade, že zásobník tepla je nabitý alebo je nízka intenzita slnečného žiarenia ($T_K - T_4 < 5^\circ \text{C}$) vypnú sa čerpadlá Č1 a Č4, zapnú sa čerpadlá Č2 a Č5 a začne sa ohrievať exteriérový bazén
- v prípade, že teplota v bazéne dosiahne nastavenú hodnotu $T_S < 24 - 30^\circ \text{C}$ >, vypnú sa čerpadlá Č2 a Č5, zapnú sa čerpadlá Č3 a Č6.1 a prebytočné teplo sa začne odvádzať do zeme do zemného kolektora tepelného čerpadla.
- v zimnom režime je bazén zablokovaný. Pri dosiahnutí $T_K \geq 10^\circ \text{C}$ sa zapne Č3 a Č6.1 a solárne teplo sa odvádza do zemného kolektora (denný režim).

2. Tepelné čerpadlo sa môže zapnúť časovým spínačom iba v čase od 22.00 do 6.00 hod. (nočný prúd). Kompresor tepelného čerpadla sa zapne spolu s čerpadlami Č6 a Č7 a beží tak dlho, až kým sa nedosiahne nastavená teplota T_3 (v rozmedzí $<40 - 50^\circ \text{C}>$). Tepelné čerpadlo je ovládané termostatickým spínačom umiestneným v zásobníku v horizonte T_3 .

Poznámka: Čerpadlo Č6 (slúžiace pre potreby tepelného čerpadla) má podstatne vyšší výkon ako paralelne zapojené čerpadlo Č6.1 na odvod solárneho tepla.

3. V prípade poruchy tepelného čerpadla je možné zapnúť ručne elektrokotol na nočný prúd so zabudovaným termostatom.
4. Bojler na teplú úžitkovú vodu nie je potrebné regulovať, pretože je spojený gravitačným spôsobom s 5000 l zásobníkom (je umiestnený nad ním).
5. Pre nízkopotenciálové stenové a podlahové vykurovanie si čerpadlo Č8 odoberá z príslušného horizontu zásobníka cez ventil V_2 teplú vodu.
V prípade, že teplota vody T_2 bude nižšia než požadovaná T_H , uzavrie sa ventil V_2 a otvorí sa ventil V_1 a odoberá sa voda z vyššieho (teplejšieho) horizontu zásobníka (T_1).

Návrat z bazéna na zásobník tepla v priebehu dňa pokiaľ sa medzitým zvýši intenzita slnečného žiarenia je zabezpečený nasledovne. V prípade, že $T_4 \leq 40$ °C, preruší sa každú hodinu na cca 30 sekúnd cirkulácia kvapaliny v primárnom solárnom okruhu (vypne sa Č2 a Č5) a testuje sa diferencia $T_K - T_4$. Ak je táto väčšia ako 5 °C, zapne sa nabíjanie centrálného zásobníka tepla (zapnú sa Č1 a Č4). Obdobným spôsobom sa v zimnom období zabezpečí v prípade potreby návrat z nabíjania zemného kolektora na nabíjanie centrálného zásobníka tepla.

Význam použitých symbolov a skratiek

Snímače teploty:

- T_1, T_2, T_3, T_4 - teploty v rôznych horizontoch 5000 l zásobníka tepla
- T_K – teplota na slnečných kolektoroch
- T_B – teplota bazéna
- T_H – teplota vykurovacej vody
- T_Z – teplota zemného kolektora

Akčné členy

- Č1 – čerpadlo primárneho solárneho okruhu spojené s výmenníkom W_1 (zásobník)
- Č2 – čerpadlo primárneho solárneho okruhu spojené s výmenníkom W_2 (bazén)
- Č3 – čerpadlo primárneho solárneho okruhu spojené s výmenníkom W_3 (zemný kolektor)
- Č4 – čerpadlo odoberajúce teplo z výmenníka W_1 do centrálneho zásobníka tepla
- Č5 – čerpadlo odoberajúce teplo z výmenníka W_2 do bazéna
- Č6 – čerpadlo privádzajúce nízkopotenciálne teplo zo zemného kolektora do tepelného čerpadla
- Č6.1 - čerpadlo odvádzajúce nízkopotenciálne teplo (v zime) alebo prebytky solárneho tepla (v lete) z výmenníka W_3 do zemného kolektora,
- Č7 – Spojenie kondenzátora tepelného čerpadla s 5000 l zásobníkom tepla
- Č8 – Vykurovanie objektu s teplou vodou odoberanou zo zásobníka tepla cez ventil V1 alebo V2.
- V1 – ventil zásobníka tepla na odber vykurovacej vody – vyšší (teplejší) horizont
- V2 – ventil zásobníka tepla na odber vykurovacej vody – nižší (studenší) horizont
- V3 – trojcestný zmiešavací ventil – vykurovanie.