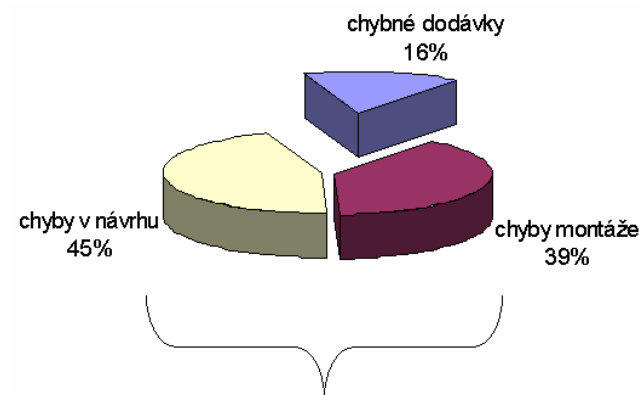
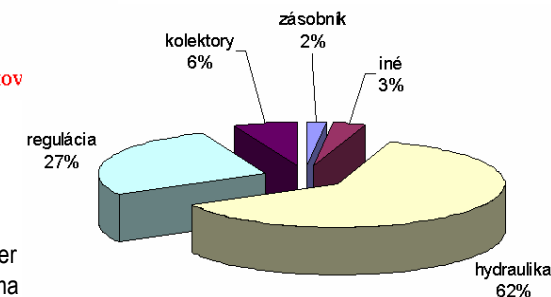


# Zkušenosti z realizace velkých solárních systémů

Ing. Alfréd Gottas  
THERMO/SOLAR Žiar s.r.o. Žiar nad Hronom  
www.thermosolar.sk



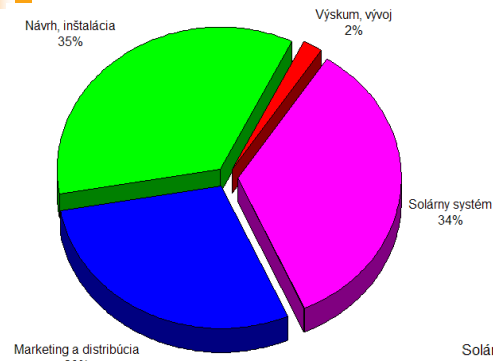
Plánovanie a montáž = hlavná príčina nedostatkov



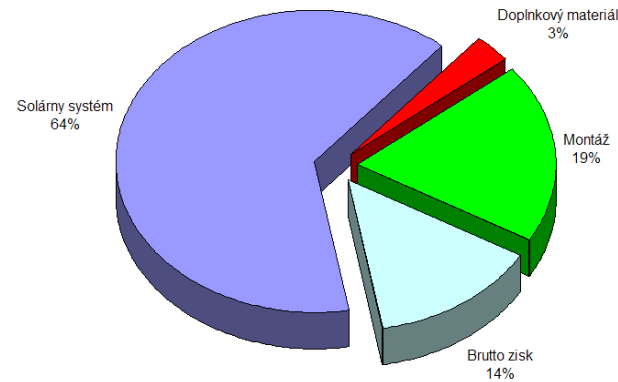
Zdroj: 14. Symposium Thermische Solaranlagen, Kloster  
12.-14. Mai 2004 Christian Keilholz, Fa. Solarklima

- určenie hodnoty investície
- návrh
- realizácia
- monitoring
- príklady

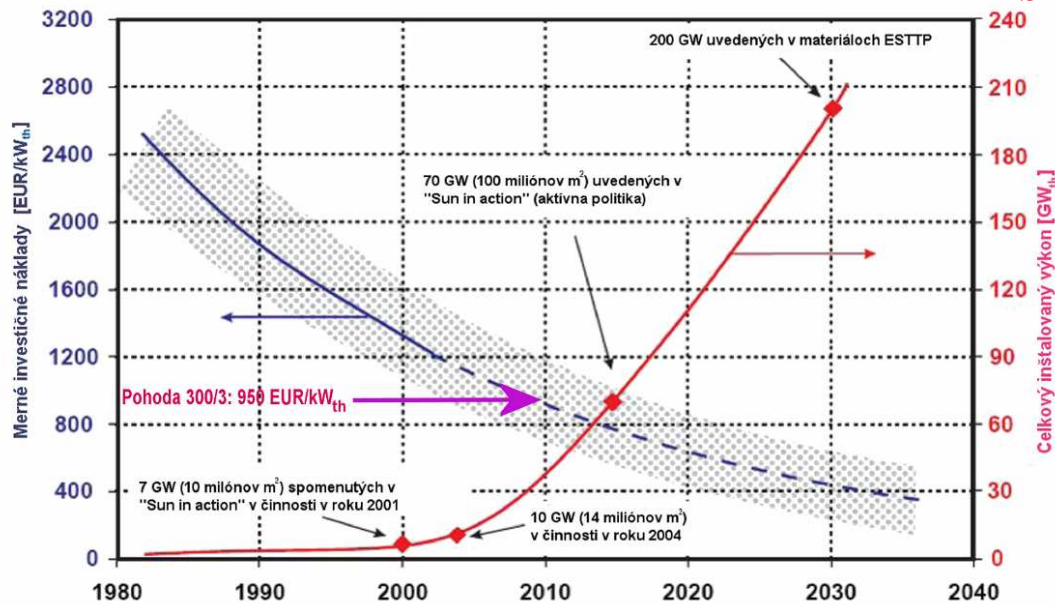
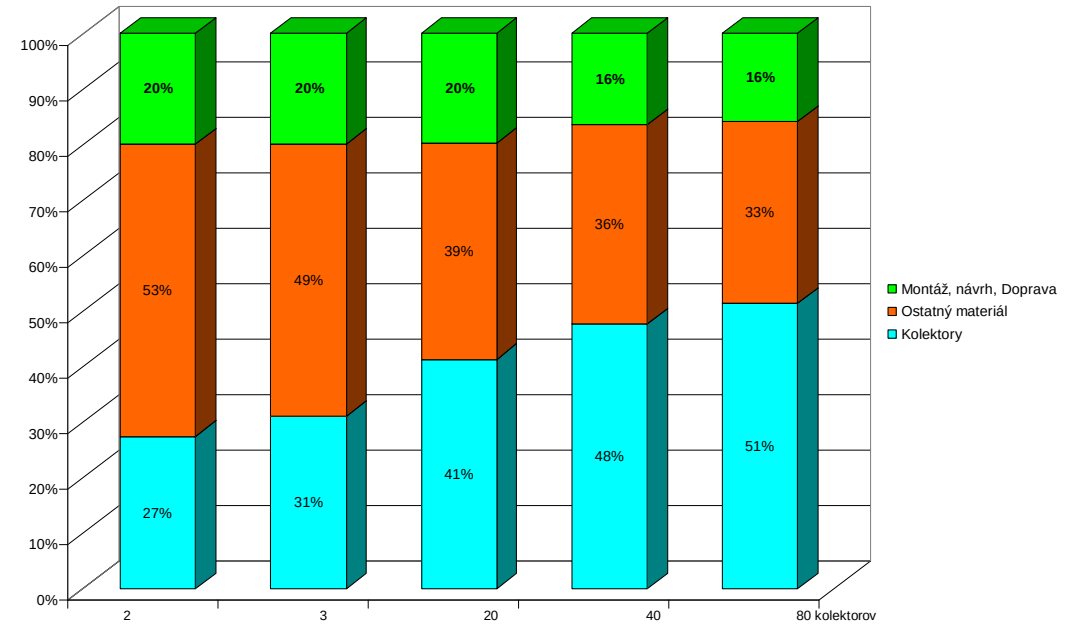
## Investičné náklady pri veľkých systémoch



Štúdia ESTTP



Prieskum THERMO/SOLARU



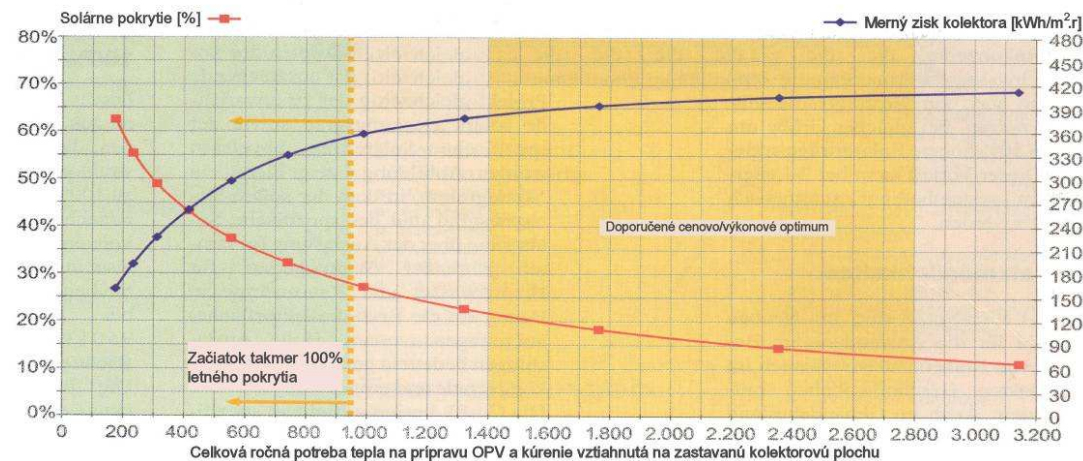
Vývoj merných investičných nákladov a inštalovaných výkonov solárnych systémov v strednej Európe,  
zdroj:www.esttp.org

## Ceny:

- malé solárne zariadenia (20-30 m<sup>2</sup>) ~ 600 – 800 € / m<sup>2</sup> (15 – 20 t. Kč)
- väčšie solárne zariadenia (300-400 m<sup>2</sup>) ~ 400 – 500 € / m<sup>2</sup> (10 – 12.5 t. Kč)
- všeobecne:
  - možné rozdiely – integrácia do strechy, rovná strecha, disponibilné zásobníky, dĺžka spojovacích potrubí a pod.
- špecifické náklady navyše na m<sup>2</sup> bytovej plochy ~ 15 – 35 €/ m<sup>2</sup> (375 – 875 Kč)  
t.j. 1 – 1,5 % nákladov na byt

# Etapa návrhu

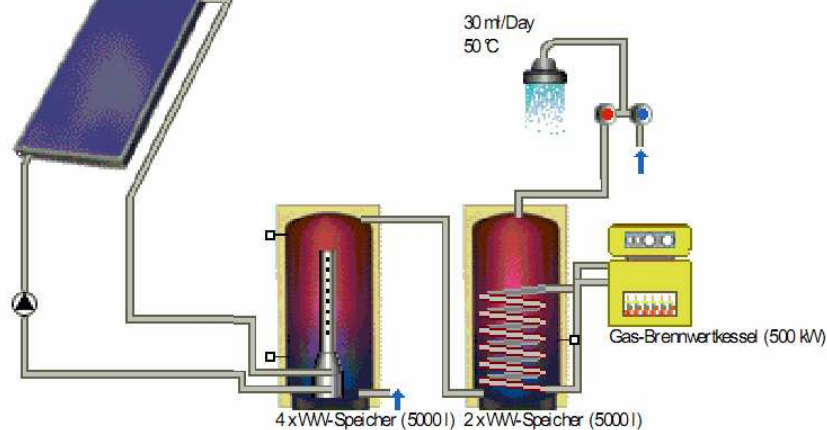
Nomogram na stanovenie zastavane kolektorovej plochy, solárneho pokrytia a merného zisku kolektorov (Graz, orientácia juh, sklon 45°, štandardný plochý kolektor)  
Zdroj: EE 03/2004



- predpokladá sa zásobník o veľkosti 50 l / m<sup>2</sup> zastavanej kolektorovej plochy
- cenovo/výkonové optimum: od 12 % celkového pokrytia potreb solárom (0,9 m<sup>2</sup>/osobu) do 20 % (1,4 m<sup>2</sup>/osobu)

Softvérová dimenzácia

200x HELIOSTAR 300 N 1  
Total Gross Surface Area: 404,80 m<sup>2</sup>  
Azimuth: 0°  
Incl: 30°



- použitý program: T-SOL (iné možnosti: Polysan, Getsolar, ....)
- dôraz na presnosť určenia odberovej krivky – najlepšie je meranie pred realizáciou

Softvérová dimenzácia

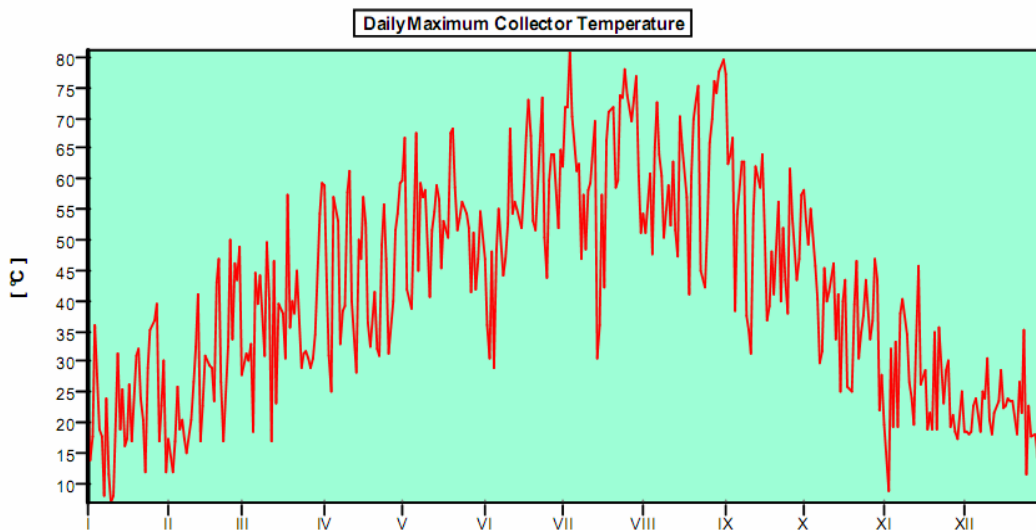
## Results of Annual Simulation

|                                     |            |                             |
|-------------------------------------|------------|-----------------------------|
| Installed Collector Power:          | 283,36 kW  |                             |
| Collector Surface Area Irradiation: | 512,18 MWh | 1 470,09 kWh/m <sup>2</sup> |
| Energy Produced by Collectors:      | 269,76 MWh | 774,30 kWh/m <sup>2</sup>   |
| Energy Produced by Collector Loop:  | 266,61 MWh | 765,25 kWh/m <sup>2</sup>   |

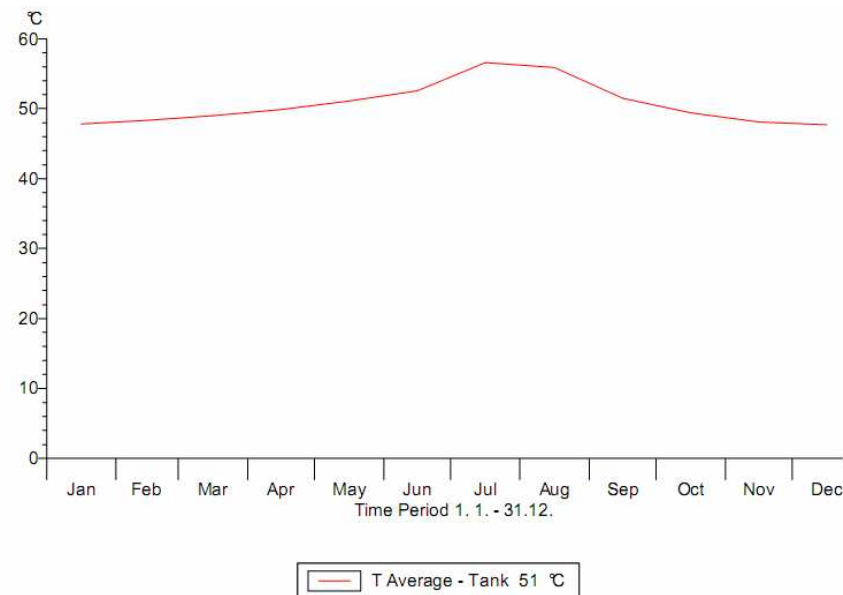
|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| DHW Heating Energy Supply:     | 509,64 MWh |
| Solar Contribution to DHW:     | 264,25 MWh |
| Energy from Auxiliary Heating: | 249,46 MWh |

|                                         |                         |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| Natural Gas (H) Savings:                | 32 427,0 m <sup>3</sup> |
| CO2 Emissions Avoided:                  | 68 571,54 kg            |
| DHW Solar Fraction:                     | 51,4 %                  |
| Fractional Energy Savings (prEN 12976): | 51,7 %                  |
| System Efficiency:                      | 51,6 %                  |

- použitý program: T-SOL
- výsledok dimenzácie: energetický zisk versus účinnosť



- použitý program: T-SOL
- výsledok dimenzácie: výstupná teplota na kolektoroch je znakom dobrej dimenzácie



- použitý program: T-SOL
- výsledok dimenzácie: priemerná teplota v zásobníku

Zásobovanie CZT – súčasný stav:

|                                            |      |                                                    |
|--------------------------------------------|------|----------------------------------------------------|
| Spotreba teplej vody:                      | .... | 2800 m <sup>3</sup> / rok                          |
| Spotreba tepla pre ohrev:                  | .... | 850 GJ / rok                                       |
| Cena tepla pre ohrev:                      | .... | 683 Sk ( 22,67 EUR ) / GJ                          |
| Náklady na ohrev teplej vody pre rok 2005: | .... | 850 * 683 (22,67 EUR) = 580 550 Sk ( 19270,72 EUR) |

Lokálny kotol + solárny systém – navrhované riešenie:

|                                                 |      |                               |
|-------------------------------------------------|------|-------------------------------|
| Solárny systém (80 kolektorov + infraštruktúra) | .... | 2 500 000 Sk ( 82984,79 EUR ) |
| Lokálny kotol + montáž + legislatíva            | .... | 200 000 Sk ( 6638,78 EUR )    |
| Investičné náklady spolu:                       | .... | 2 700 000 Sk ( 89623,58 EUR ) |

Počítačová simulácia v SW T-Sol Pro ( potreba tepla: 121,04 MWh = 435,75 GJ/rok)

|                                             |                                                               |   |                            |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---|----------------------------|
| Zisk zo solára ( 55 % )                     | .... 66,75 MWh                                                | = | 240,30 GJ                  |
| Potreba doohrevu na 50 °C:                  | .... 121,04 – 66,75 = 54,29 MWh                               | = | 5 715 m <sup>3</sup> plynu |
| Náklady na doohrev:                         | .... 5715 m <sup>3</sup> x 12Sk (0,39 EUR) / m <sup>3</sup> = |   | 68 580 Sk (2276,43 EUR)    |
| Prevádzka kotla, sprievodné náklady (odhad) | ....                                                          |   | 30 000 Sk ( 995,80 EUR)    |
| Prevádzkové náklady spolu:                  | .... ( 68 580 + 30 000)                                       | = | 98 580 Sk (3272,25 EUR)    |

$$N = \frac{2\,700\,000 / 89\,623,58 \text{ EUR}}{(580\,550 / 19\,270,72 \text{ EUR}) - (98\,580 / 3\,272,25 \text{ EUR})} = 5,6 \text{ roka}$$

V tomto prípade je návratnosť 5,6 roka, je to však prostá návratnosť, bez uvažovania rastu cene energií v priebehu týchto rokov. Realita bude zrejme 4 – 5 rokov. Dôležité je v tomto prípade nehodnotiť návratnosť solárneho systému, ale návratnosť realizácie lokálneho zdroja teplej vody.

## Etapa realizácie

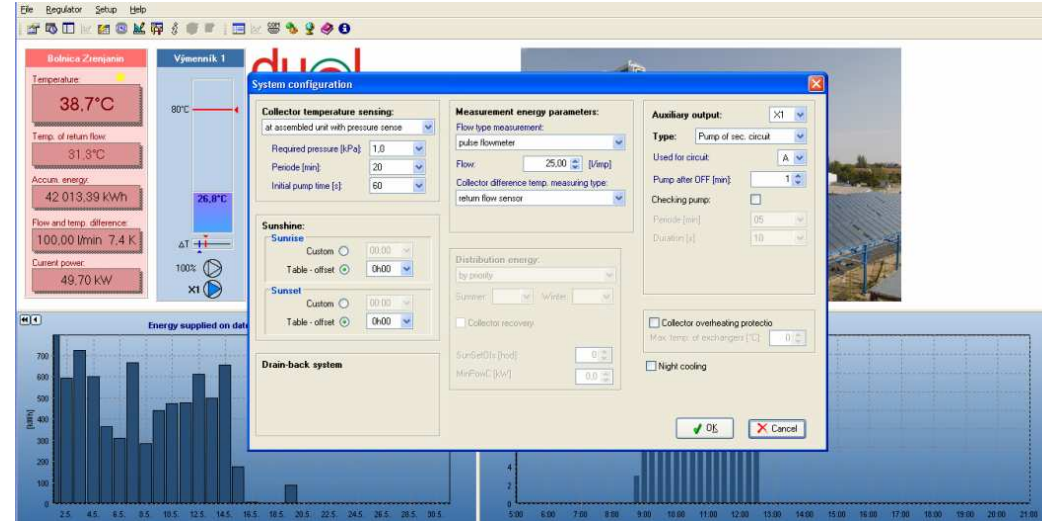


- presnosť odberovej krivky – správnosť dimenzácie
- určenie vedľajších nákladov projektu – napr. slabá únosnosť strechy
- vhodné umiestnenie systému
- dodržanie vykonávacieho projektu – kooperácie
- korektné riešenie dilatácií
- správne odvzdušnenie
- dodržiavanie prevádzkového režimu systému
- vandali, vtáky, počasie
- servis, kontrola teplotnosnej kvapaliny, kontrola tlaku v systéme
- reálnosť očakávaní investora

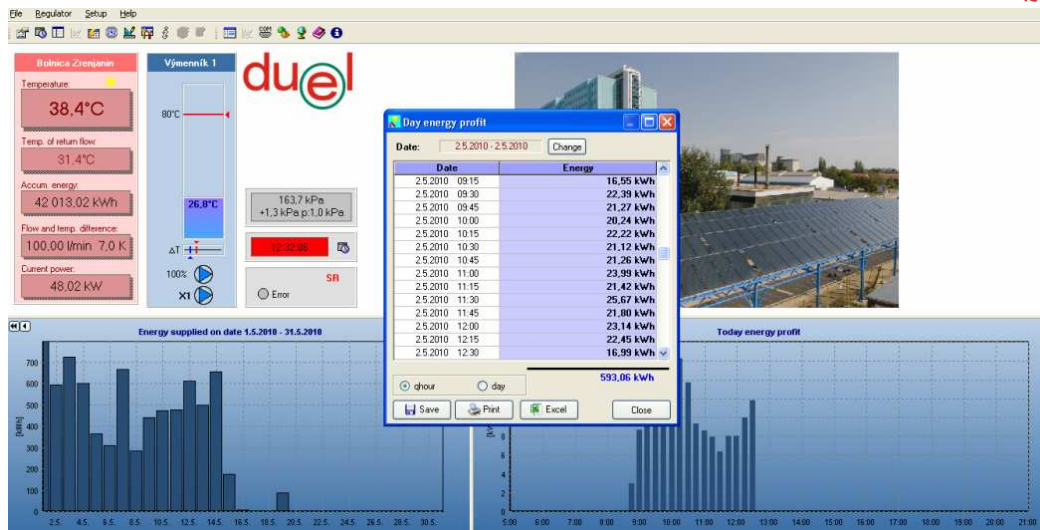
## Etapa monitorovania



- zber údajov, ale aj možnosť ovplyvnenia chovania systému – vzdialené programovanie regulátora – teploty, prietoky, ...



Monitor vzdialenej konfigurácie regulátora



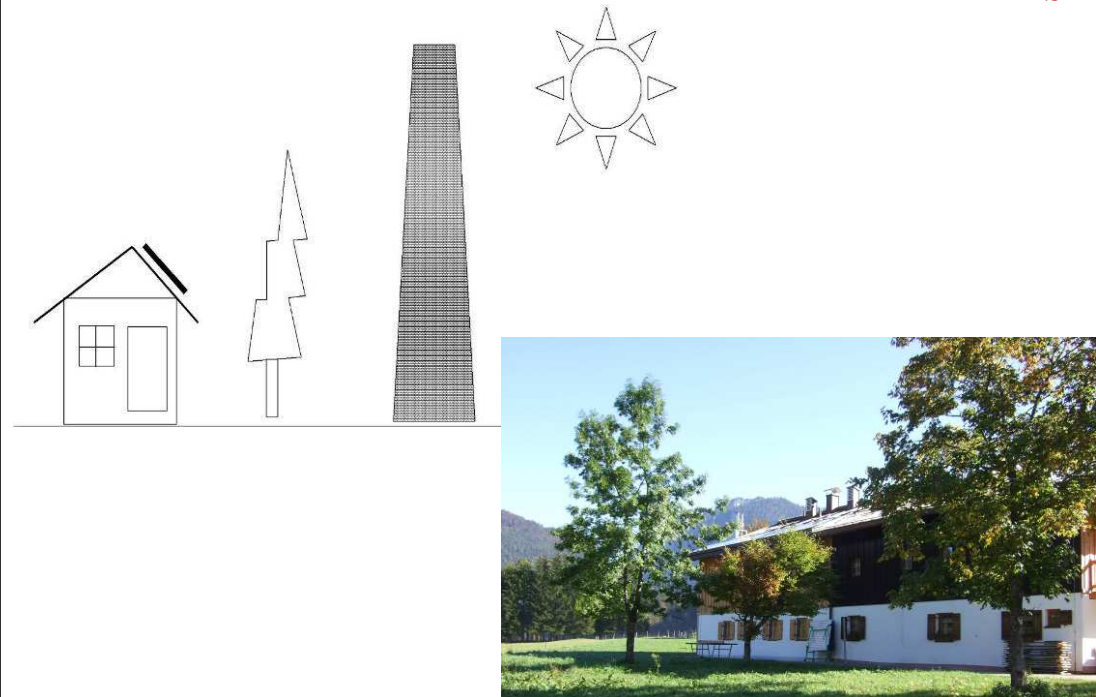
Príklad detailného, štvrťhodinového energetického monitoringu

|              |       | E Solar - DHW |
|--------------|-------|---------------|
| Total Period |       | 264 249 [kWh] |
| From         | To    |               |
| 1. 1.        | 1. 2. | 8 291         |
| 1. 2.        | 1. 3. | 12 848        |
| 1. 3.        | 1. 4. | 21 466        |
| 1. 4.        | 1. 5. | 26 258        |
| 1. 5.        | 1. 6. | 32 416        |
| 1. 6.        | 1. 7. | 30 976        |
| 1. 7.        | 1. 8. | 33 266        |
| 1. 8.        | 1. 9. | 32 382        |
| 1. 9.        | 1.10. | 27 359        |
| 1.10.        | 1.11. | 21 818        |
| 1.11.        | 1.12. | 10 395        |
| 1.12.        | 1. 1. | 6 774         |

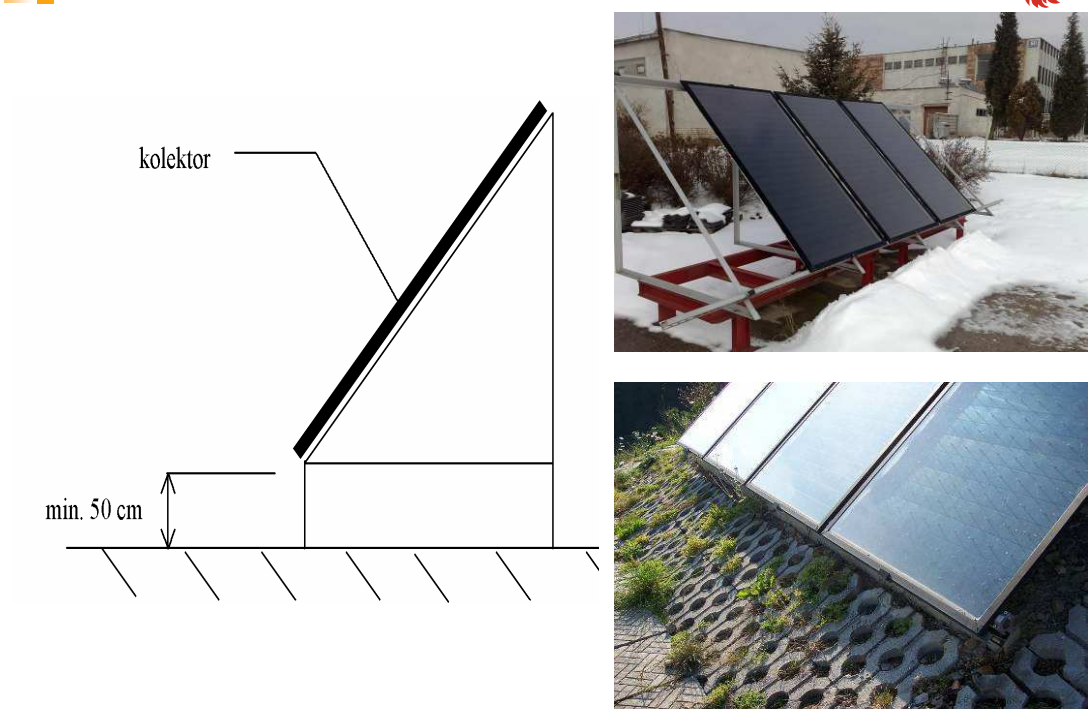
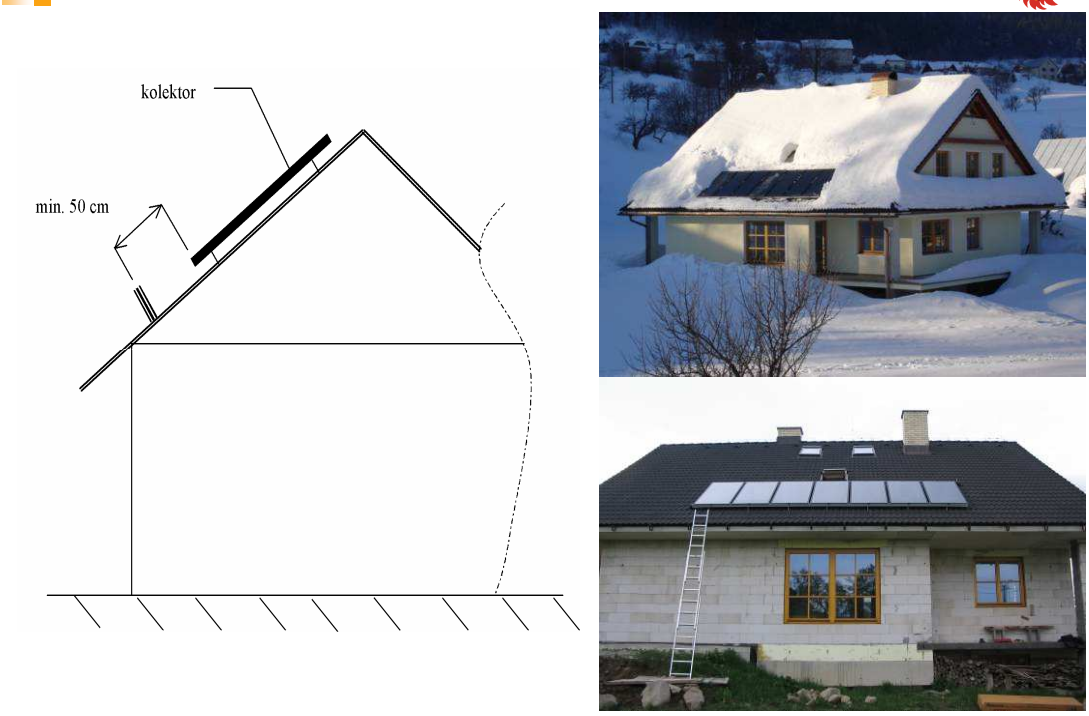
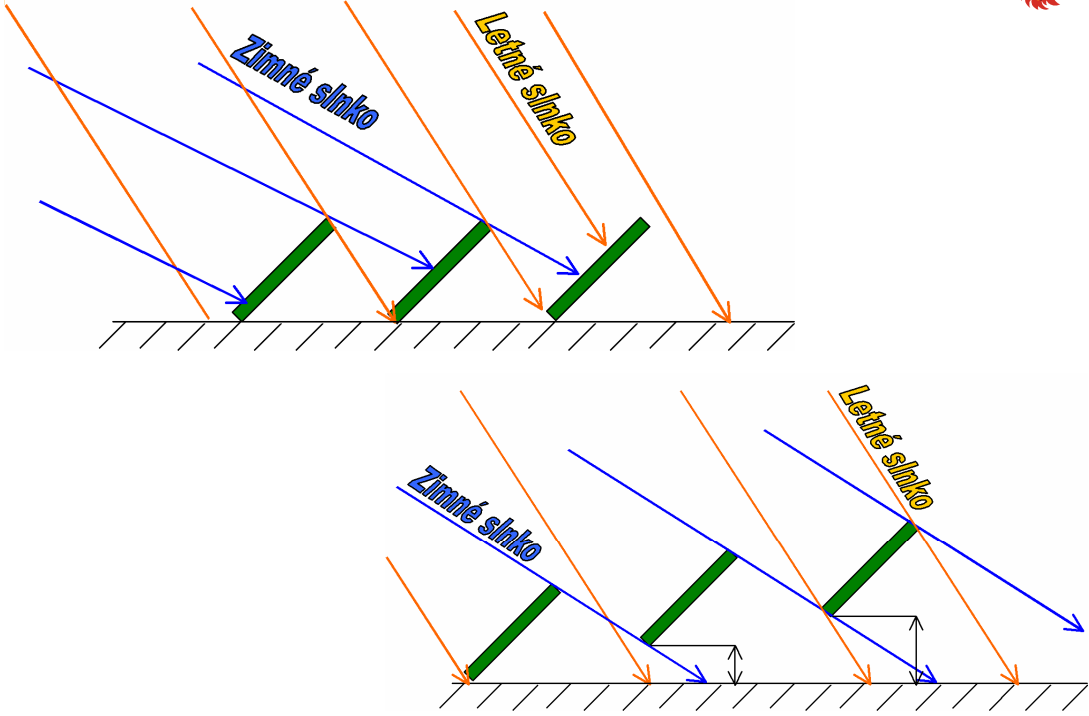
|           |              |
|-----------|--------------|
| 1.6.2010  | 90,0 kWh     |
| 2.6.2010  | 152,9 kWh    |
| 3.6.2010  | 458,9 kWh    |
| 4.6.2010  | 212,2 kWh    |
| 5.6.2010  | 547,2 kWh    |
| 6.6.2010  | 874,9 kWh    |
| 7.6.2010  | 941,1 kWh    |
| 8.6.2010  | 947,8 kWh    |
| 9.6.2010  | 1 027,0 kWh  |
| 10.6.2010 | 891,3 kWh    |
| 11.6.2010 | 1 014,8 kWh  |
| 12.6.2010 | 1 017,9 kWh  |
| 13.6.2010 | 762,3 kWh    |
| 14.6.2010 | 1 018,0 kWh  |
| 15.6.2010 | 915,1 kWh    |
| 16.6.2010 | 665,8 kWh    |
| 17.6.2010 | 21,8 kWh     |
| 18.6.2010 | 2 551,1 kWh  |
| 19.6.2010 | 2 467,1 kWh  |
| 20.6.2010 | 2 379,7 kWh  |
| 21.6.2010 | 2 591,0 kWh  |
| 22.6.2010 | 499,3 kWh    |
| 23.6.2010 | 2 963,7 kWh  |
| 24.6.2010 | 2 013,1 kWh  |
| 25.6.2010 | 2 235,2 kWh  |
| 26.6.2010 | 968,2 kWh    |
| 27.6.2010 | 707,1 kWh    |
| 28.6.2010 | 2 991,8 kWh  |
| 29.6.2010 | 3 611,9 kWh  |
| 30.6.2010 | 3 144,5 kWh  |
| Spolu:    | 40 682,7 kWh |

Porovnanie dimenzácie a reality závislej od počasia

# Ako si vyrobiť problém









## Príklady realizácií

**Sídlisko Hliny VII**  
**Žilina, Slovensko**  
**2003**







## Základné údaje o projekte:

- 132 kolektorov TS300 = 264 m<sup>2</sup> kolektorovej plochy
- dĺžka montáže kolektorového systému – 1 týždeň
- 480 bytových jednotiek, materská škola, obchody, práčovňa
- cena za m<sup>2</sup> kolektorovej plochy cca. 315 € (bez zásobníkov)
- rok 2005: 121.000 kWh, 2006: 119.000 kWh, **2007: 106.000 kWh**
- výstupná teplota vody - projektovaná 35 °C, reálne cez 50°C
- zásobníky 4 a 6 m<sup>3</sup>
- potenciálny problém s vandalmi, prestavba systému

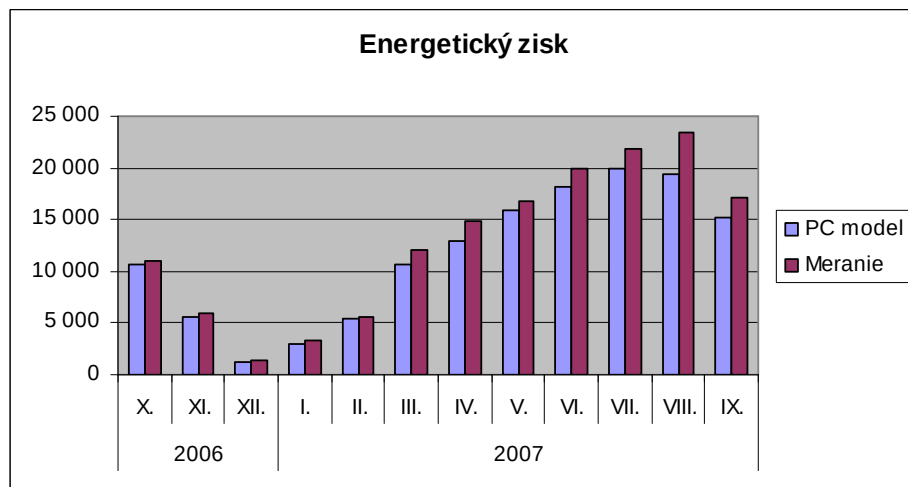
## Klinické centrum Podgorica, Čierna Hora 2006





## Základné údaje o projekte:

- 81 kolektorov TS300 = 162 m<sup>2</sup> kolektorovej plochy
- dĺžka montáže kolektorového systému – 6 týždňov, vrátane spevnenia
- nemocničný komplex – hygienické a technologické účely
- cena za m<sup>2</sup> kolektorovej plochy cca. 520 € (kompletný systém)
- rok 2007: 153.600 kWh , 2008: 162.000 kWh
- výstupná teplota vody - projektovaná 40 °C, reálne cez 55°C
- zásobníky 20 m<sup>3</sup>
- problémy s obstaraním materiálu – kompletný dovoz

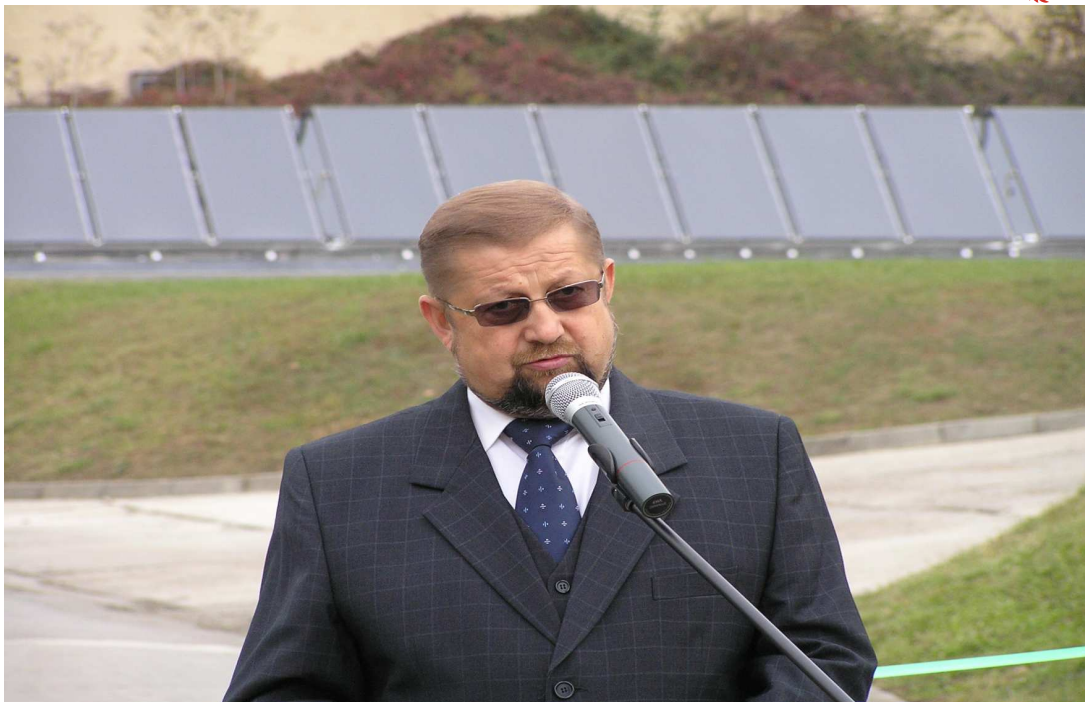


|          | 2006   |       |       | 2007  |       |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | X.     | XI.   | XII.  | I.    | II.   | III.   | IV.    | V.     | VI.    | VII.   | VIII.  | IX.    |
| PC model | 10 623 | 5 593 | 1 203 | 2 944 | 5 360 | 10 719 | 12 878 | 15 839 | 18 141 | 19 940 | 19 455 | 15 236 |
| Meranie  | 11 000 | 6 030 | 1 400 | 3 322 | 5 667 | 12 000 | 14 910 | 16 854 | 20 000 | 21 934 | 23 346 | 17 100 |

Dimenzácia: 137,9 MWh  
 Realita: 153,6 MWh 11,4 %

**Väzenský bitúnok**  
**Rimavská Sobota, Slovensko**  
**2008**





## Základné údaje o projekte:

- 60 kolektorov TS400 = 120 m<sup>2</sup> kolektorovej plochy
- dĺžka montáže kolektorového systému – 2 týždne
- teplá voda pre technologické účely
- cena za m<sup>2</sup> kolektorovej plochy cca. 660 € (kompletný systém)
- predpokladaná úspora 65.000 kWh / meranie 1. rok: 68.000 kWh
- výstupná teplota vody 60 °C
- zásobníky 3 x 1,5 m<sup>3</sup>
- problém s umiestnením systému – špecifické podmienky investora

**Všeobecná nemocnica**  
**Zrenjanin, Srbsko**  
**2009**





## Základné údaje o projekte:

- 200 kolektorov TS300 = 400 m<sup>2</sup> kolektorovej plochy
- dĺžka montáže kolektorového systému – 4 týždne
- teplá voda pre sociálne účely, kuchyňu
- cena za m<sup>2</sup> kolektorovej plochy cca. 460 € (bez zásobníka)
- predpokladaná úspora 265.000 kWh
- výstupná teplota vody 55 °C
- zásobník 1 x 10 m<sup>3</sup> – predhrev + 2 x 10 m<sup>3</sup> doohrev plynom
- umiestnenie systému – polyfunkčné – prestrešenie parkoviska

**Stredoškolský internát**  
**Zrenjanin, Srbsko**  
**2009**



## Základné údaje o projekte:

- 72 kolektorov TS300 = 144 m<sup>2</sup> kolektorovej plochy
- dĺžka montáže kolektorového systému – 2 týždne
- teplá voda pre sociálne účely, kuchyňu, práčovňu
- cena za m<sup>2</sup> kolektorovej plochy cca. 525 € (kompletný systém)
- predpokladaná úspora 83.000 kWh
- výstupná teplota vody 55 °C, **29.10.2009: 48 °C**
- zásobník 1 x 10 m<sup>3</sup>
- umiestnenie systému – dodatočné spevnenie strechy, koordinácia

**UVTOS**

**Želiezovce, Slovensko**

**2010**



## PROJEKT: SK0080

**Názov projektu / Project title :** Inštalácia slnečných kolektorov a modernizácia energetických zariadení v ÚVTOS Želiezovce  
/ Installation of solar collectors and energy facilities refurbishment in UVTOS Želiezovce

**Konečný prijímateľ / Project promoter:** Ústav na výkon trestu odňatia slobody Želiezovce/  
Imprisonment Institution Želiezovce

Projekt sa zameriava na znižovanie prevádzkových energetických nákladov spojených so spotrebou zemného plynu na vykurovanie a prípravu teplej vody v ÚVTOS Želiezovce. Na jednej strane prostredníctvom energeticky efektívnych opatrení (výmena kotla, horákov), na druhej strane využitím obnoviteľného energetického zdroja – slnečnej energie (slnečné kolektory).

Kvôli zabezpečeniu potrebného množstva tepla a teplej vody v ústave s využitím obnoviteľného energetického zdroja – slnečnej energie a celkovému zníženiu nákladov na energiu v ÚVTOS Želiezovce je nevyhnutné realizovať nasledovné technické opatrenia:

- Inštalácia slnečných kolektorov (320 ks);
- Výmena pretlakových horákov na kotloch (2 ks);
- Rekonštrukcia ohrevu OPV (1 ks odovzdávacia stanica tepla);
- Inštalácia kondenzačného kotla (1 ks)
- Inštalácia plynového rýchlovyhrievača pary (2 ks).

Realizácia projektu jednoznačne prispieje k zníženiu negatívnych vplyvov na životné prostredie spôsobených neefektívnym spaľovaním fosilného paliva – zemného plynu a následným vypúšťaním škodlivých emisií a prispieje tak k trvalo udržateľnému socio-ekonomickému rozvoju. Nové technické riešenie vylepšuje očakávané pozitívne vplyvy projektu na životné prostredie.

Bol uskutočnený výber zhotoviteľa realizačnej projektovej dokumentácie. Je uzatvorená zmluva o dielo na spracovanie realizačnej projektovej dokumentácie. Projektové práce sú v štádiu realizácie.



This project is focused on operating energy costs decreasing connected to natural gas consumption for heating and hot water preparation in UVTOS Želiezovce institution. Project aim is to be acquired through energy efficient measures (boiler and gas burners replacement), on the other hand also through renewable energy source – solar energy utilization (solar collectors). In order to supply sufficient amount of demanded heat and hot water to buildings of UVTOS Želiezovce utilizing the renewable energy source – solar energy and to achieve energy costs savings in general, the following technical measures have to be provided:

- Installing of 320 solar-thermal flat collectors;
- Replacement of pressure-gas burners on boilers (2 pieces);
- Refurbishment of DHW preparation by installation of new compact heat exchanging unit;
- Installing of condensing boiler;
- Installing 2 pieces of gaseous fast-generator of steam.

Implementation of the project will unambiguously contribute to decrease of negative impacts on environment caused by non-effective burning of fossil fuel – natural gas and consequent release of hazardous emissions and it will thus contribute to permanently maintainable socio-economical development. The new technical solution improves expected positive impacts of the project on the environment.

The selection of project documentation designer was made. The contract for development of project documentation was signed. Works concerning the project documentation are being realized.

## Základné údaje o projekte:

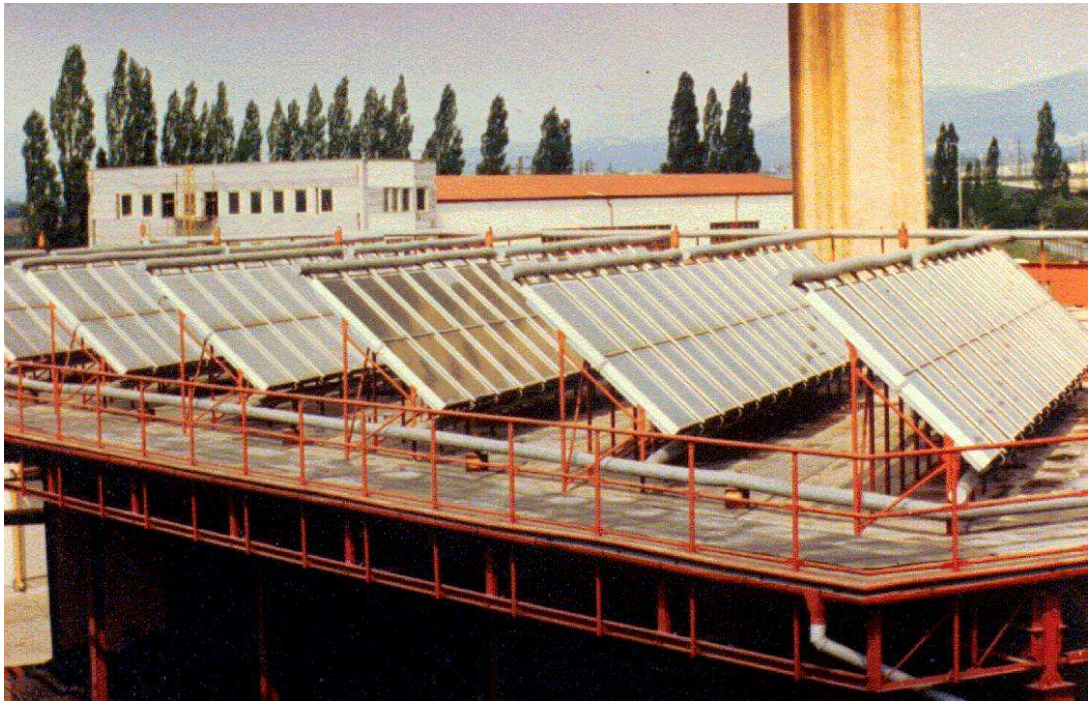
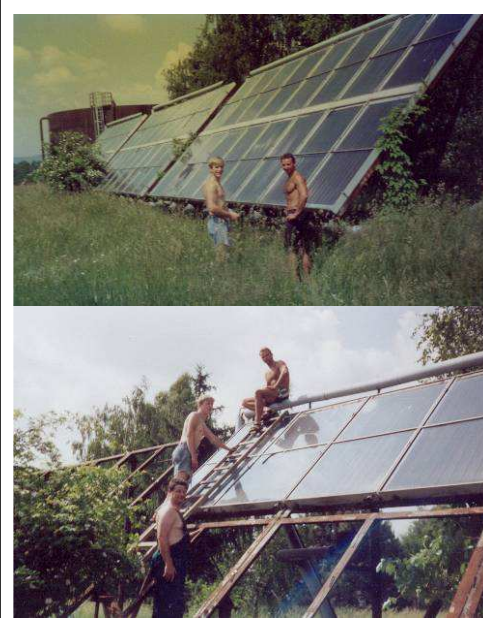
- 320 kolektorov TS300 = 540 m<sup>2</sup> kolektorovej plochy

- ...

Ďakujem za pozornosť

Ďalšie príklady realizácií

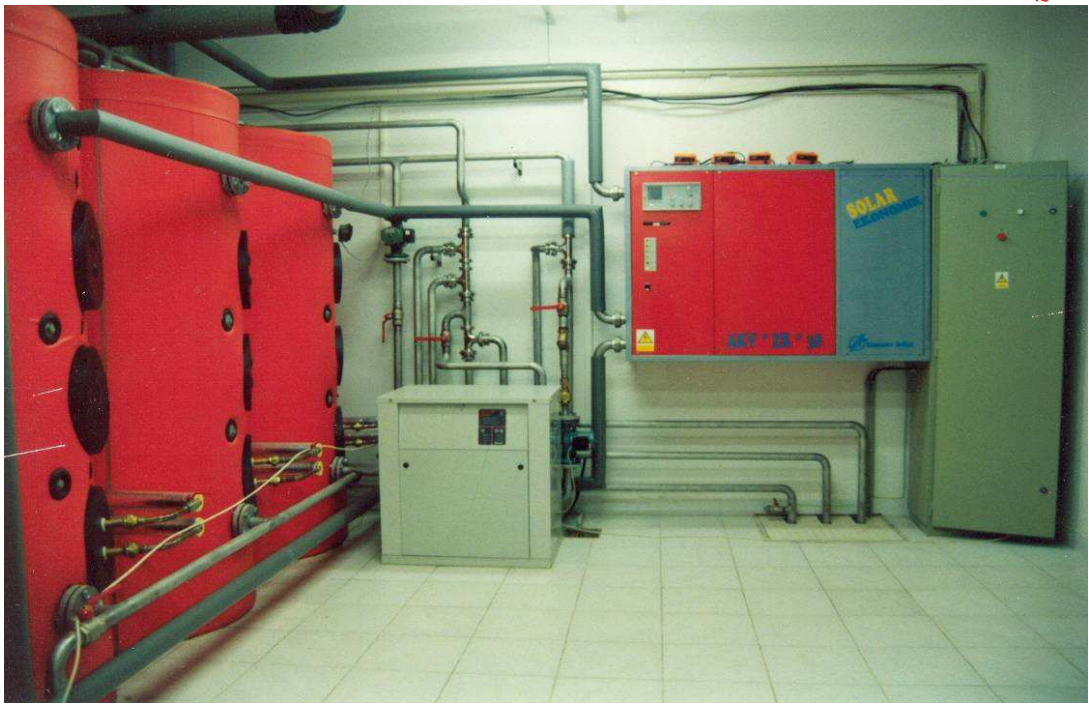
























**Ďakujem za pozornosť**

**Koniec**