



ENKI. o.p.s.- Třeboň

SYSTÉMOVÝ PŘÍSTUP K VYUŽÍVÁNÍ SLUNEČNÍ ENERGIE

Vladimír Jirka
jirka@enki.cz

Dačice 21.3.2017





Slunce

- Na Slunci 150 milionů km od Země probíhá 5 miliard let termojaderná reakce, (přeměny jader vodíku na jádra helia) při které se za každou sekundu uvolňuje energie $3,8 \times 10^{26}$ J a přibude 500 milionů tun helia. Zásoby vodíku stačí na dalších 10 miliard let.
- Slunce je tedy skutečně trvalým, věčným zdrojem energie
- Díky energii Slunce je však průměrná teplota na Zemi okolo 280 °K.

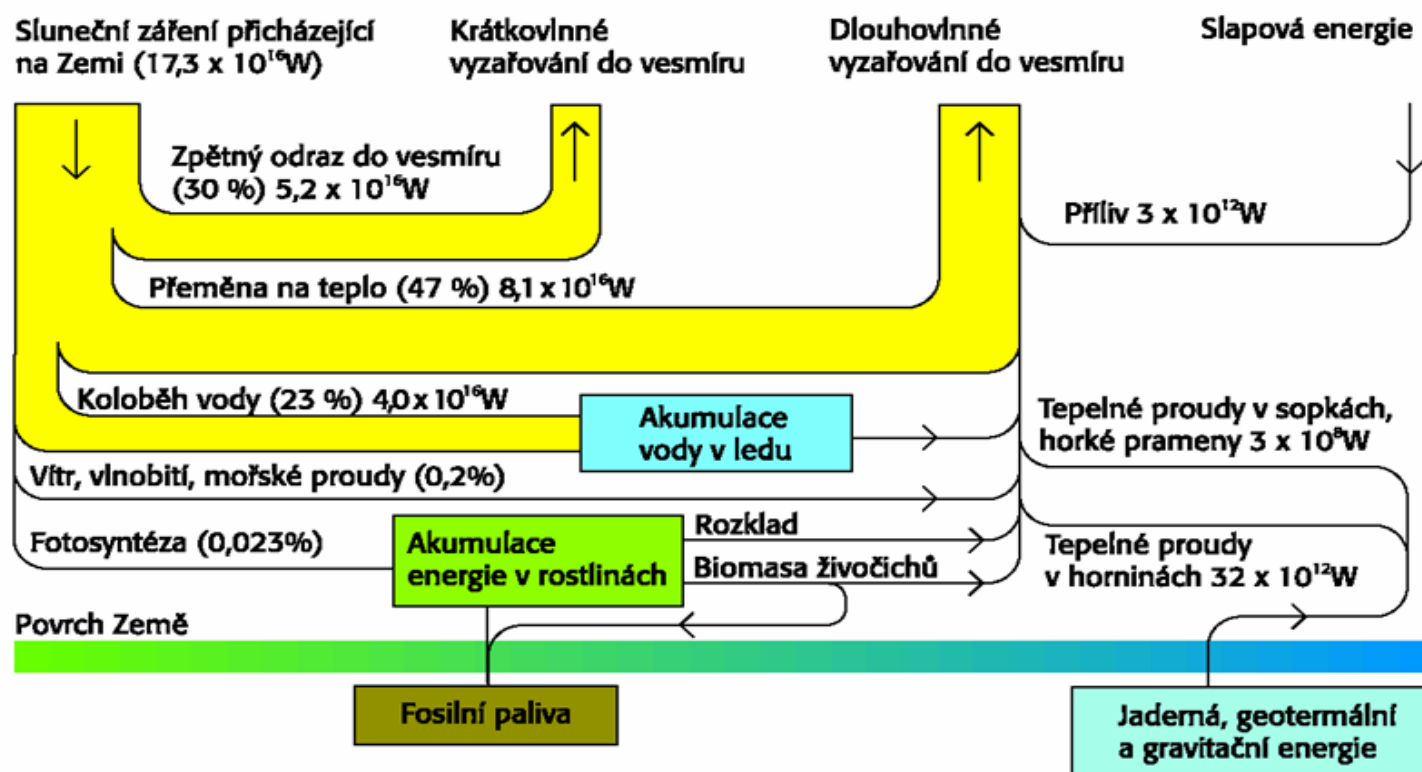


Energetická spotřeba lidstva

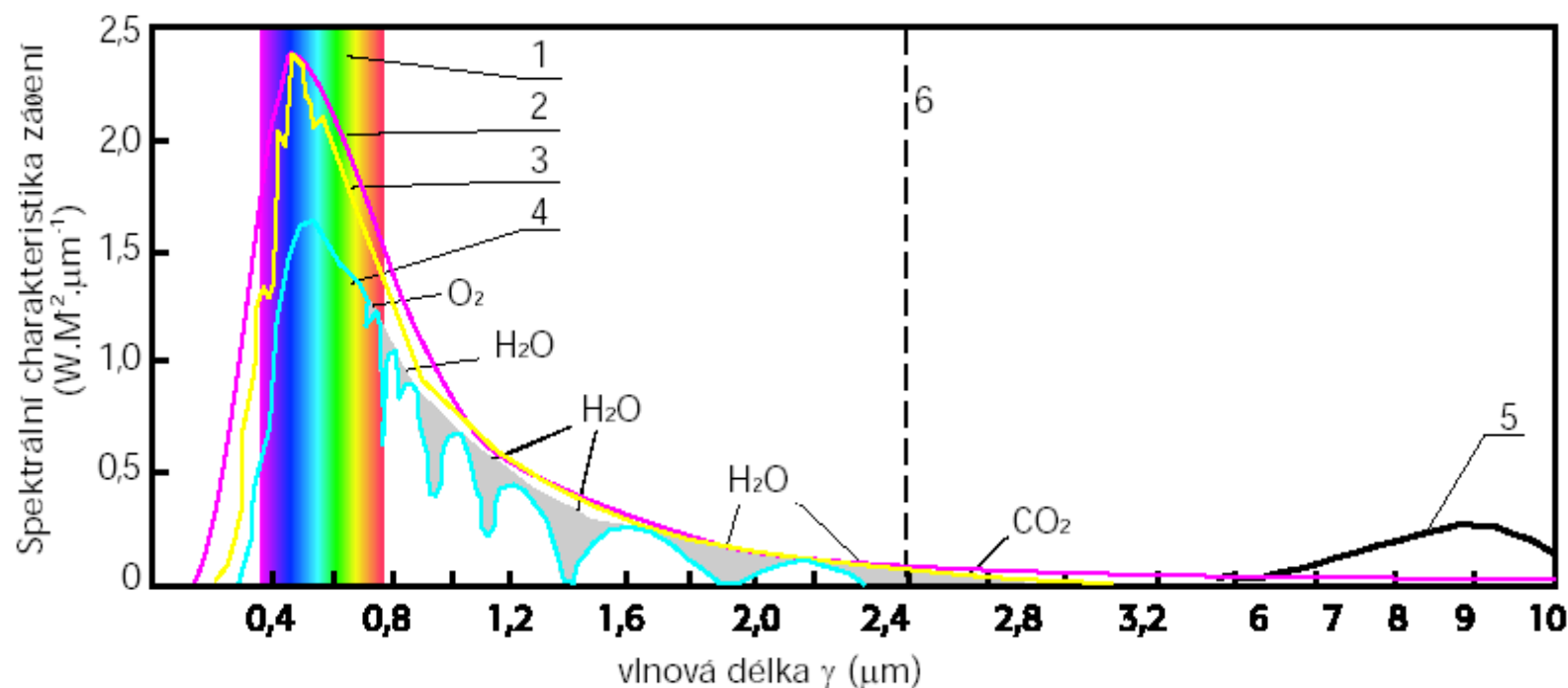
Na Zemi dopadá $1,8 \times 10^{17}$ W, tedy 180 000 TW.
Světová populace spotřebovává v průmyslu,
dopravě, na otop a produkci potravin asi 10 TW,
z toho v potravě méně než 1TW.

Slunce posílá na Zemi **18 000x** více energie
nežli je její spotřeba počítaná v ekonomice.

Energetická bilance planety Země



Sluneční záření na povrchu Země

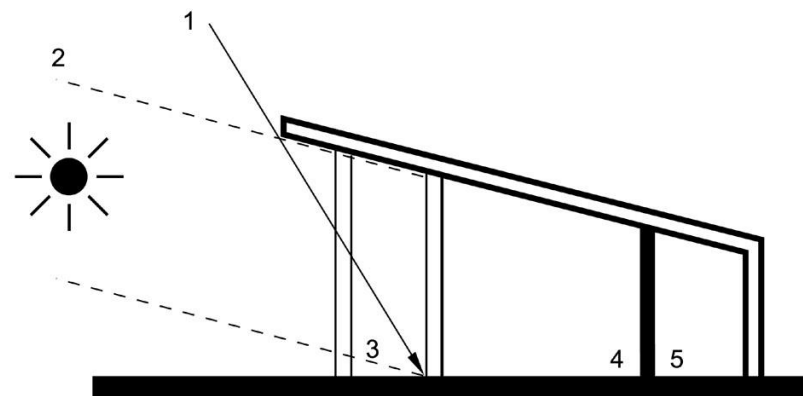
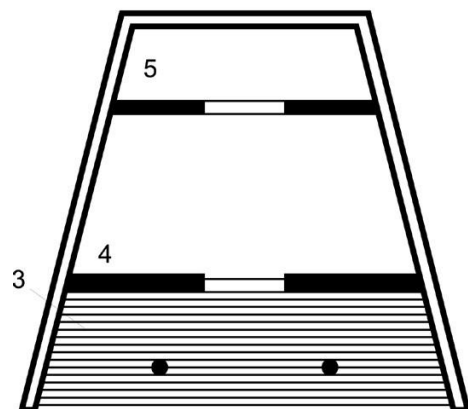


- 1 - viditelné spektrum
- 2 - diagram intenzity záření černého tělesa o teplotě $K = 6000\text{ K}$ podle Planckova zákona
- 3 - diagram intenzity slunečního záření na hranici zemské atmosféry
- 4 - diagram intenzity slunečního záření na zemském povrchu
- 5 - diagram intenzity záření zemského povrchu o teplotě 300 K podle Planckova zákona
- 6 - spektrální propustnost skla

Technické možnosti přímého využití energie Slunce

- **Pasivní využívání energie Slunce**
 - orientace stavby
 - rozložení otvorů a akumulčních hmot
 - transparentní stěny, zimní zahrady
- **Aktivní využívání – kolektory**
 - fototermální
 - fotovoltaiické
 - hybridní
- **Kombinované využívání – optické rastry**

Maximální využití přírodních podmínek



Dům s přímým využitím sluneční energie - tzv. Sokratův dům

1. - letní slunce, 2. - zimní slunce, 3. - terasa, 4. - obytný prostor, 5. - sklad

Orientace budovy

Přístup slunečního záření z jihu

Orientace střechy – jih, sever aby bylo možno umístit kolektory

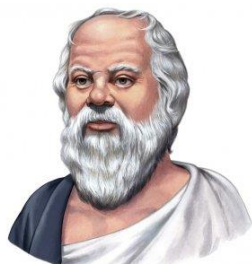
Obývané místnosti na jihu nebo jihozápadě

Prosklené plochy na jihu

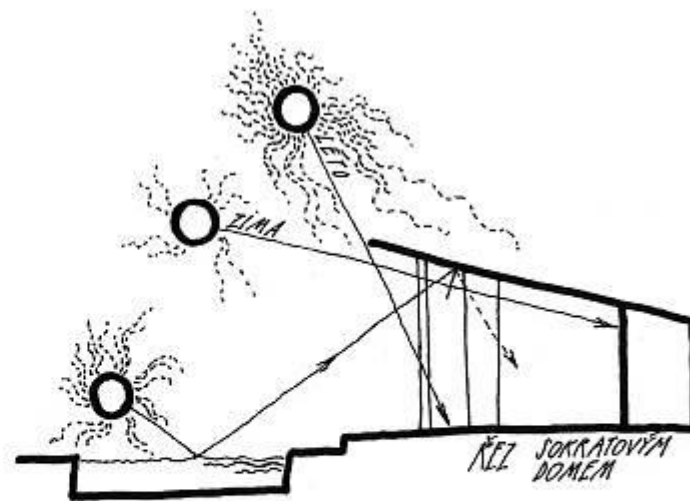
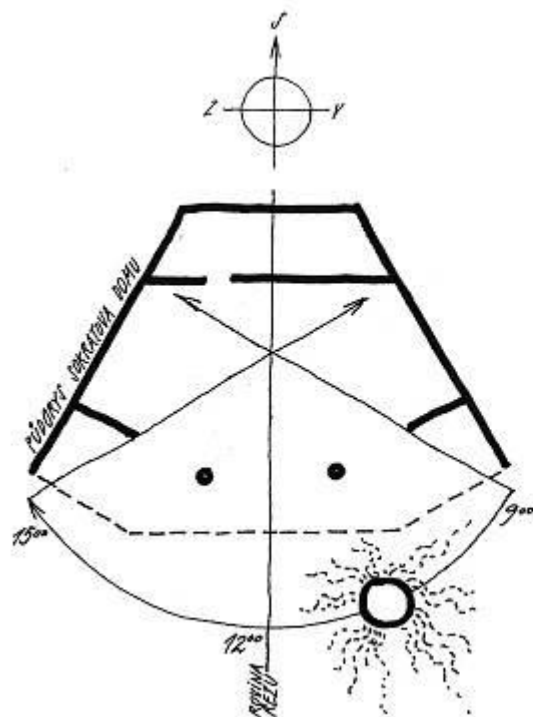
Akumulační plochy a tím je podmíněná i barevnost

Využití zeleně k minimalizaci teplotních extrémů

Sokratův dům



Sókratés (4. června 469 v Athénách – 399 př. n. l.)





Kolektory - rozdělení podle způsobu přeměny



Fototermální	- vzduchové	
	- kapalinové (ploché, trubicové, selektivní, kryté, vakuované)	
Fotovoltaické	- monokrystaly	10 – 22%
	- polykrystaly	10 - 20%
	- amorfnní jednovrstevné	4 – 8%
	- vícevrstvé až	35%
Hybridní	zasklené, nezasklené	

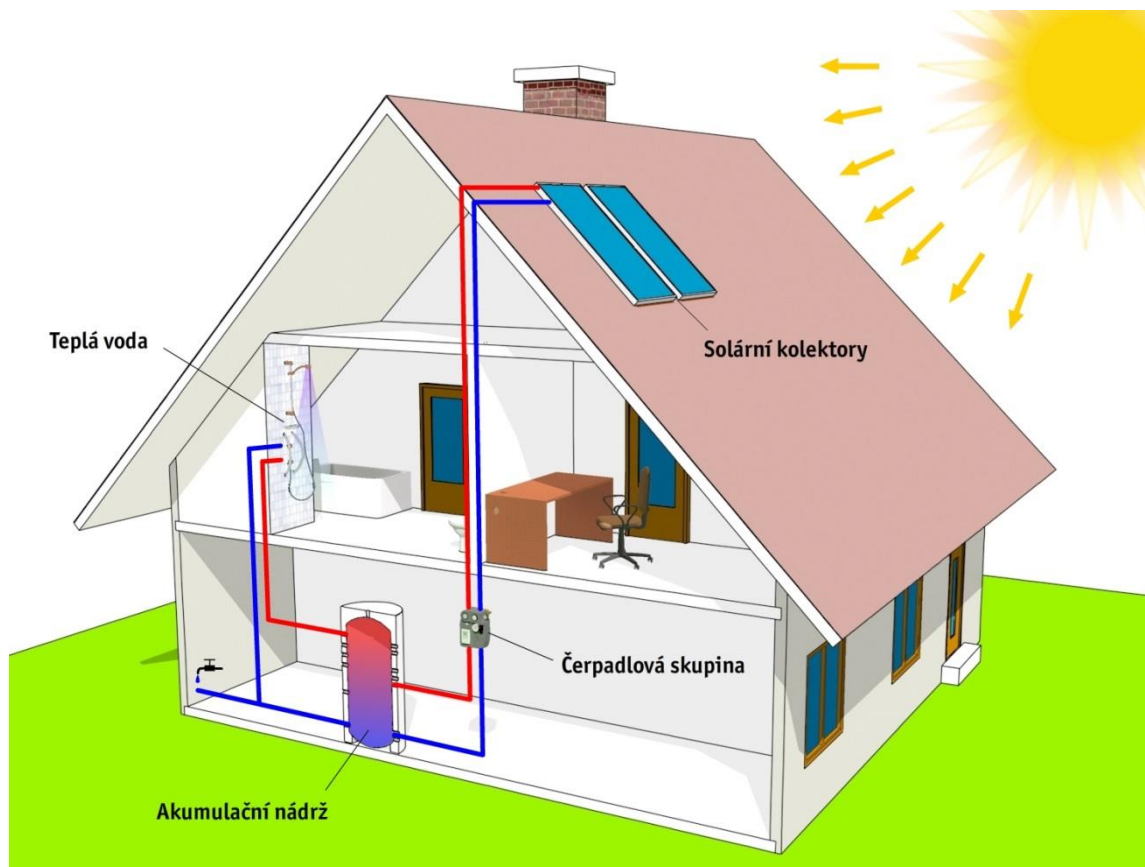


Kolektory - rozdělení podle oblasti použití



- neprůhledné všechny ostatní
- průsvitné optické rastry, lineární Fresnelovy čočky
- na sezónní použití
plastové absorbéry(bazény, sprchy)
- na celoroční využití
ohřev vody, topení, technologické teplo $t > 80^{\circ}\text{C}$,
kombinovaná výroba tepla a elektrické energie

Solární tepelné soustavy

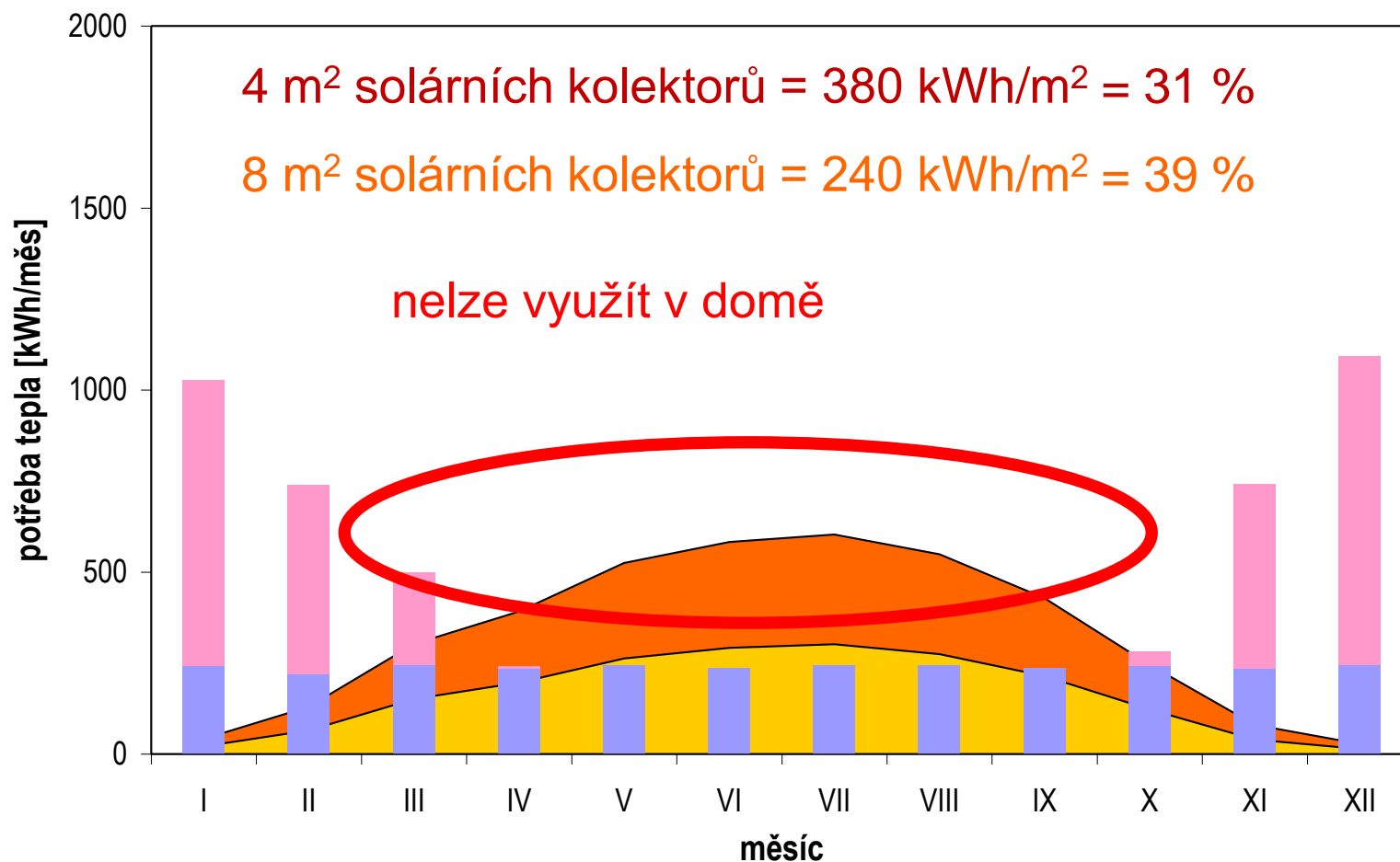




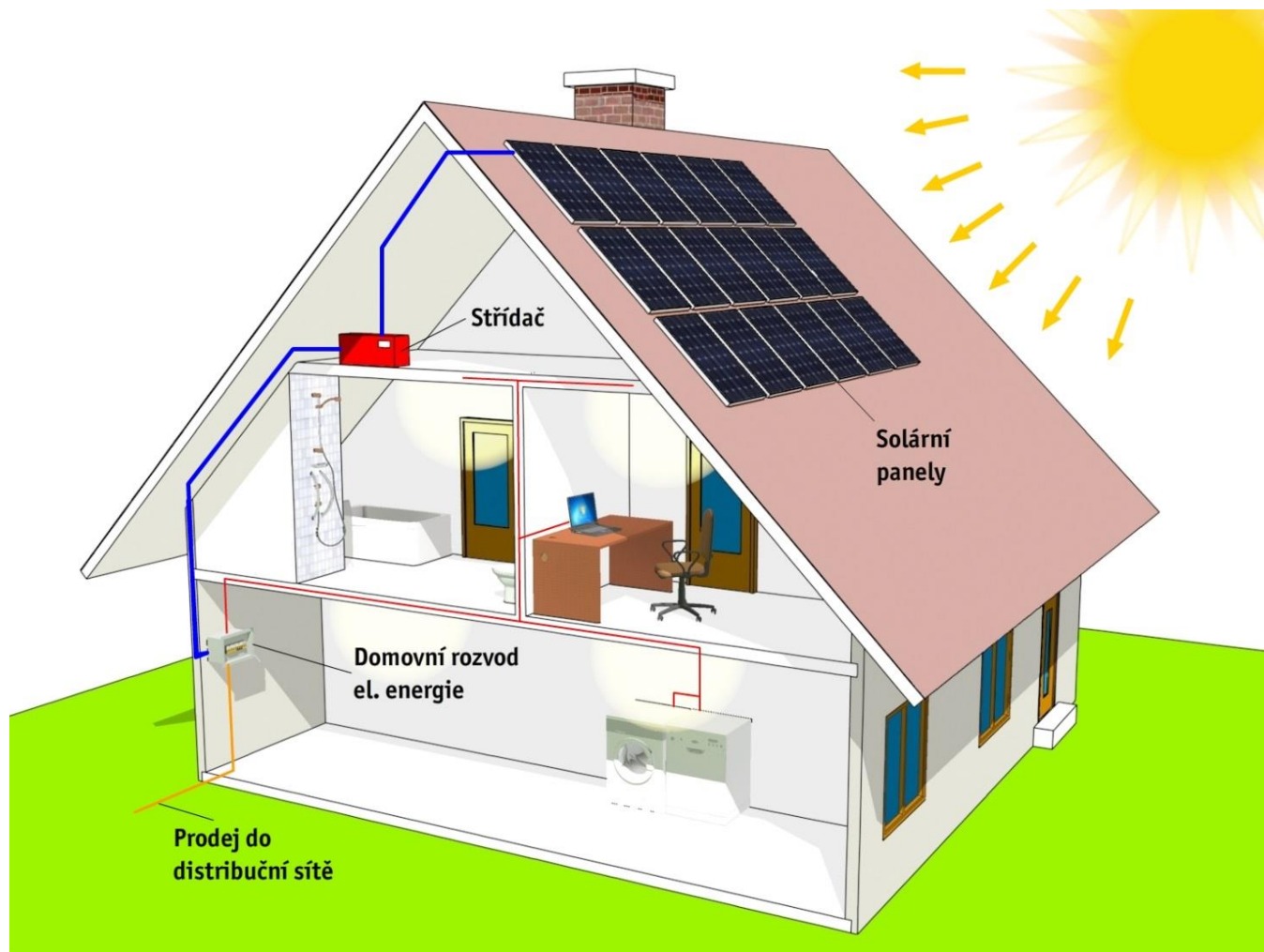
Přínosy solárních tepelných soustav

- měrné solární zisky x solární pokrytí
- čím vyšší pokrytí potřeby energie solární soustavou (= vyšší úspora emisí), tím nižší měrný energetický zisk (= horší ekonomika)
- minimální pomocná energie < 1 % ze zisků

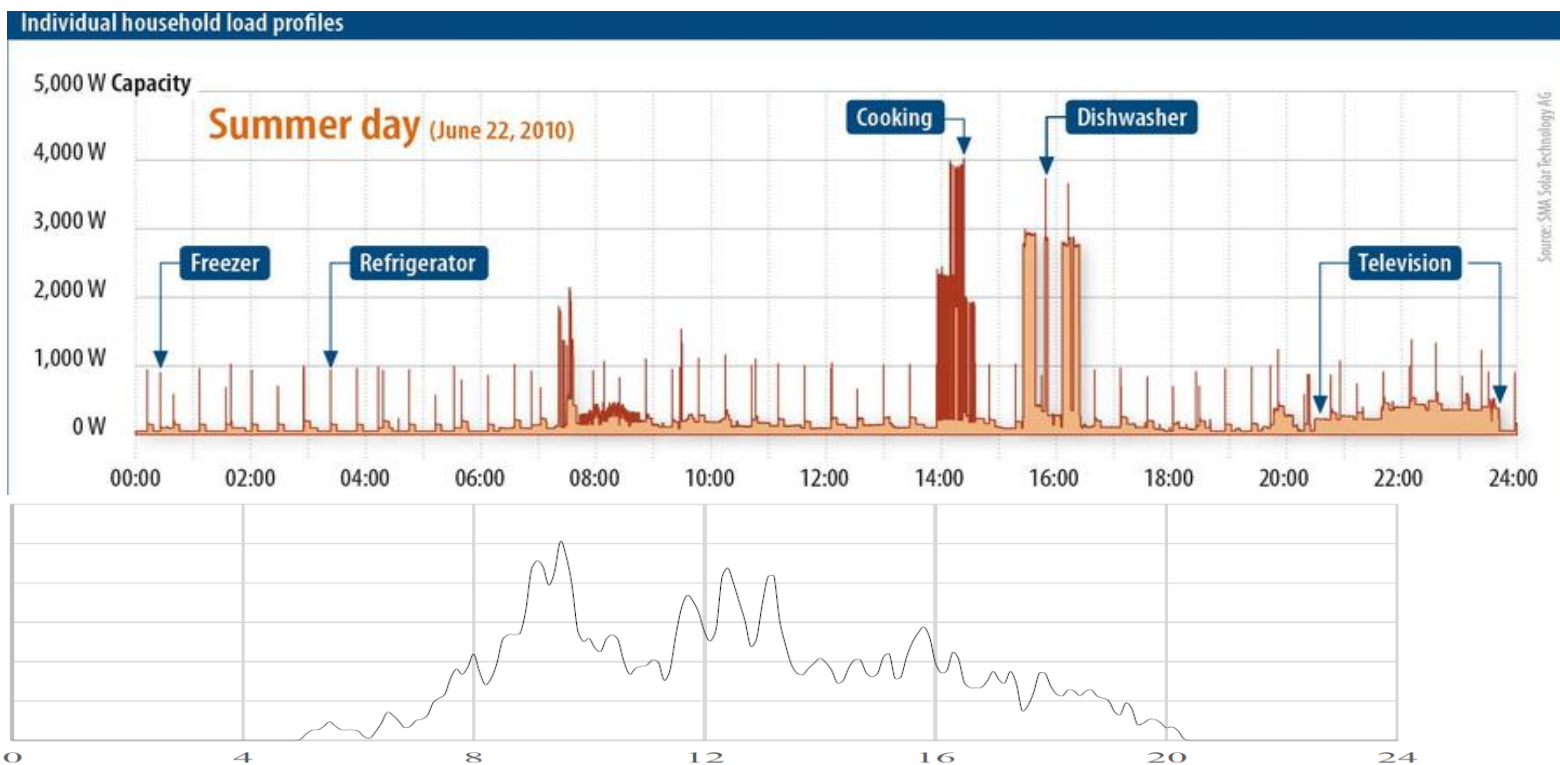
Druh solární soustavy	pokrytí [%]	roční zisky [kWh/m ²]
Solární ohřev vody	40 až 60	350 až 400
Vytápění a ohřev vody	20 až 40	250 až 300



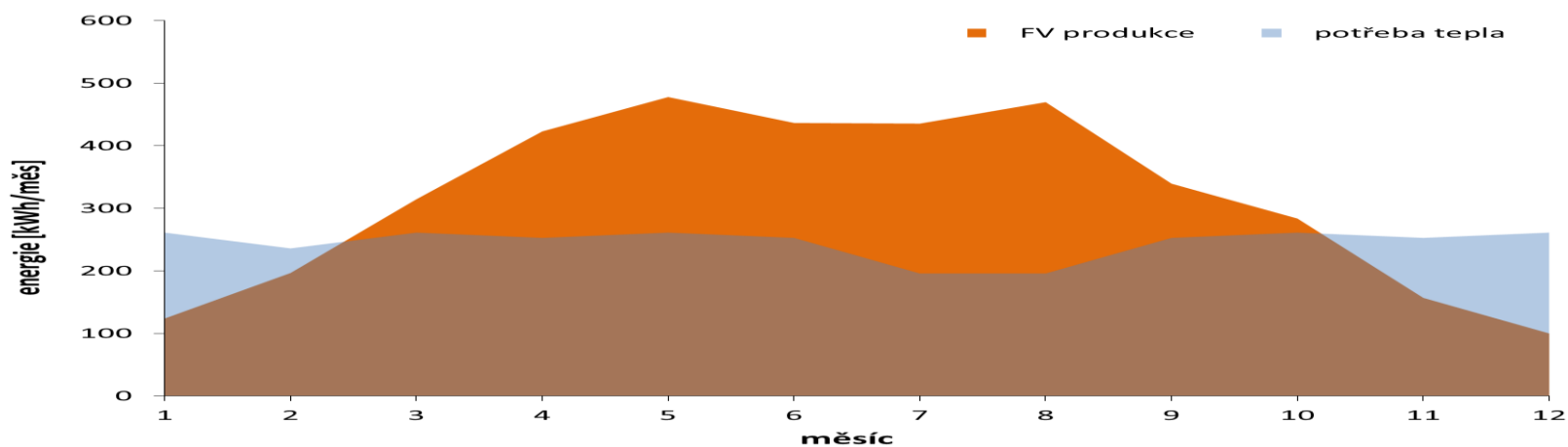
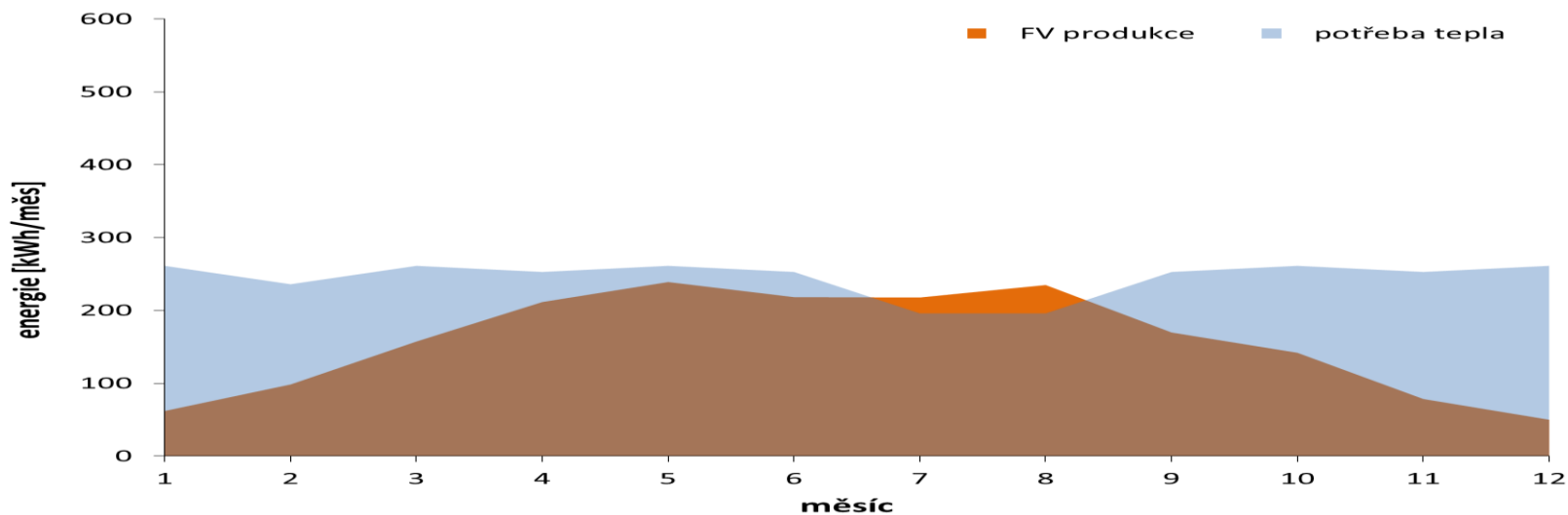
Fotovoltaické systémy



Průběh odběru elektřiny během dne



Dimenzování fotovoltaického pole



Rastrové zastřešení



exteriér



interiér



Kolektory typu solarglas - vlastnosti

- **osvětlovací** – osvětlení převážně difusním zářením bez kontrastních stínů, neboť přímé záření je vystíněno absorbéry
- **klimatizační, pasivní** – energie přímého záření odvedena ve formě ohřáté teplotnosné látky do zásobníku k využití s časovým zpožděním
- **kolektoru** – ohřev teplotnosné látky
- **systému** – kolektor SOLARGLAS nutí projektanta ke komplexnímu řešení objektu jako celistvého systému



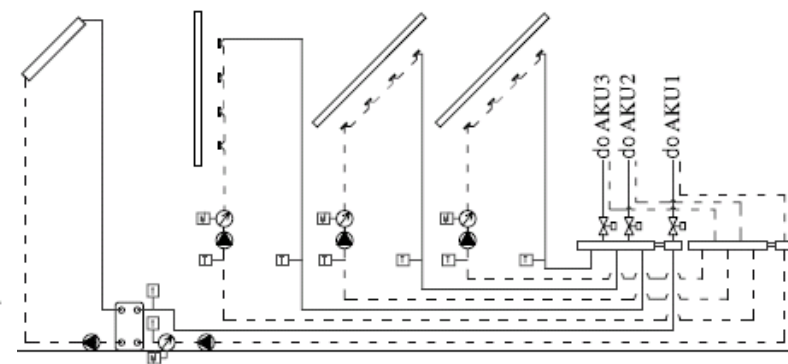
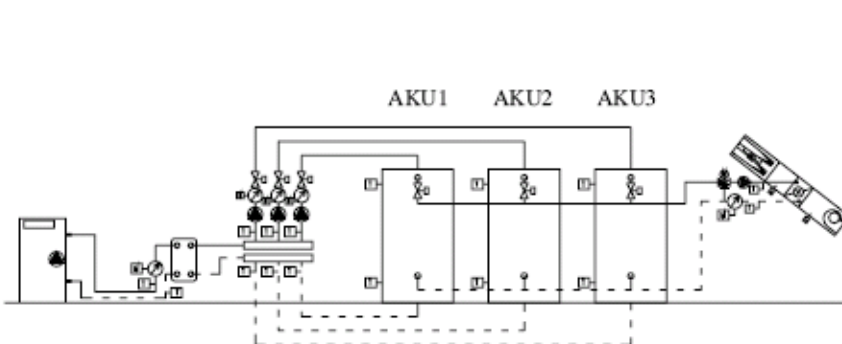
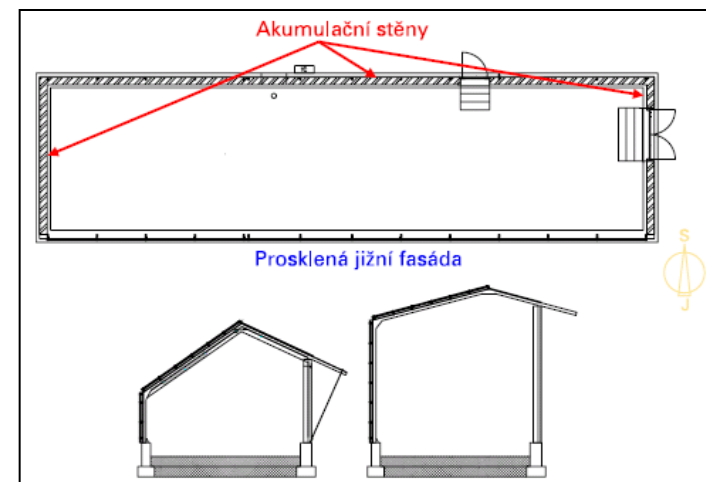
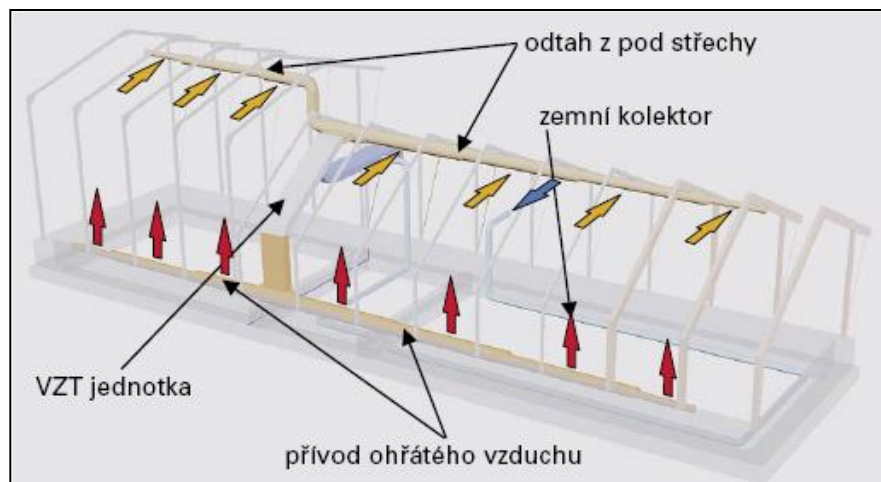
Experimentální skleník



Experimentální skleník



Experimentální skleníík



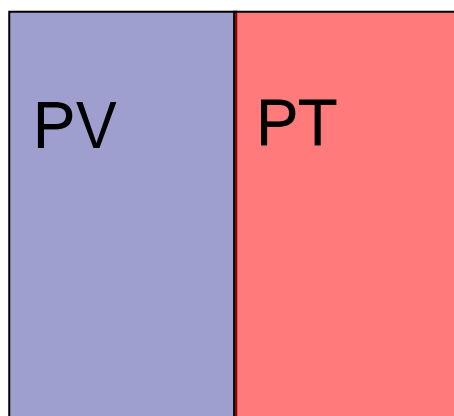


Technologická hala UFB JU v Nových Hradech

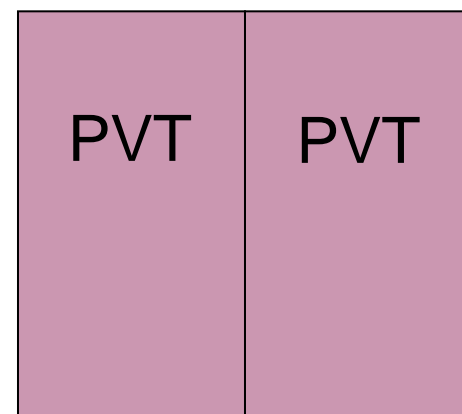


Hybridní FVT kolektory

- využití fotovoltaické a fototermitické přeměny
- současná produkce elektrické a tepelné energie
 - z jednoho prvku, z jedné plochy
 - úspora zastavěné plochy



$150 W_e$
 $750 W_t$



$300 W_e$
 $1200 W_t$

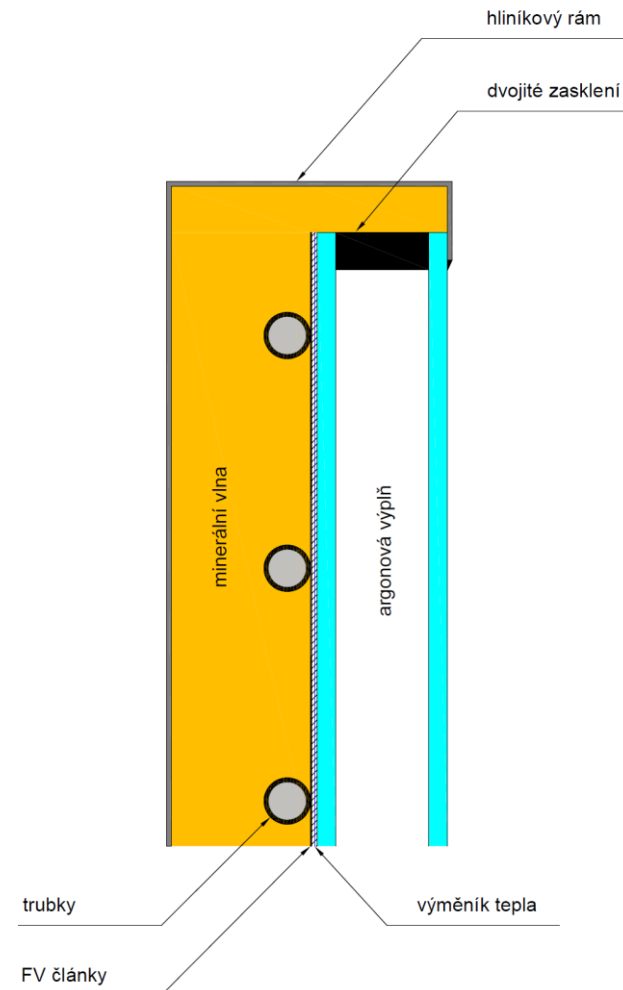
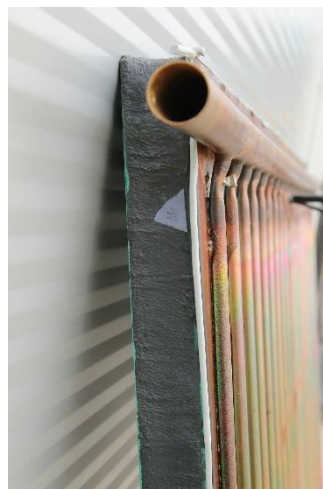
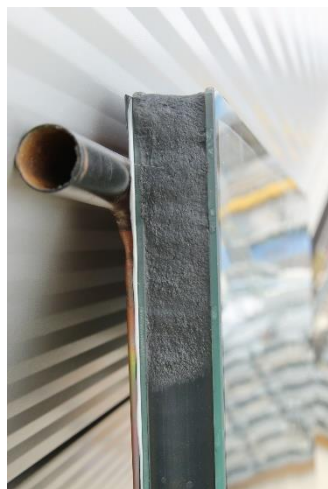
Motivace – nedostatek plochy (nejen) na obálce budov



Vývoj zaskleného FVT kolektoru na UCEEB

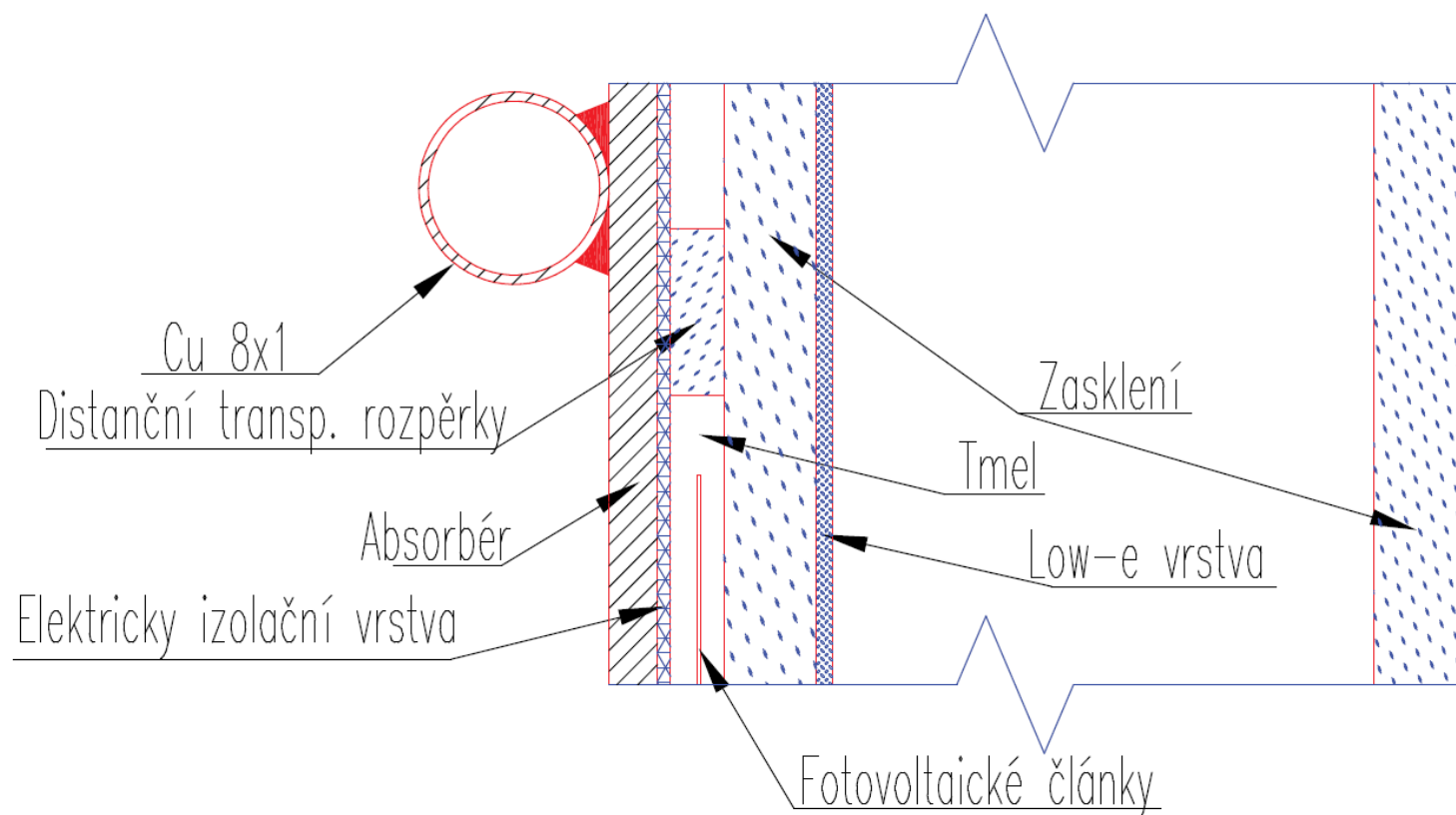
zapouzdření FV článků do polysiloxanového gelu

- vysoce transparentní
- tepelně vodivý
- teplotní odolnost do 250 °C
- trvale pružný
- zapouzdření za pokojové teploty



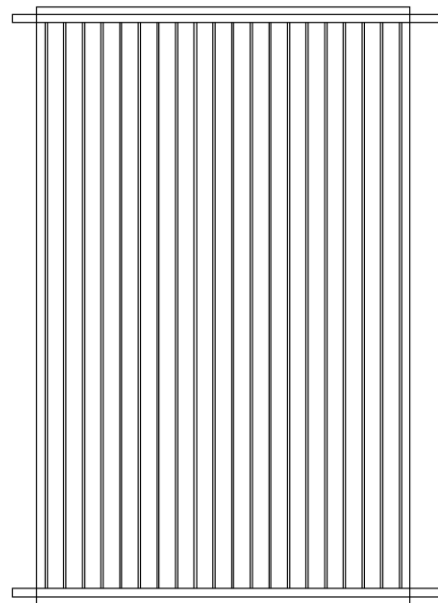
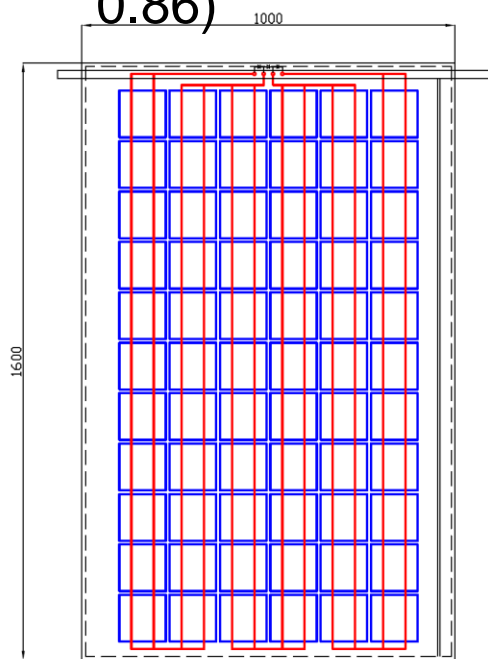
Vývoj zaskleného FVT kolektoru na UCEEB

Zapouzdření FV článků do polysiloxanového gelu



Konfigurace

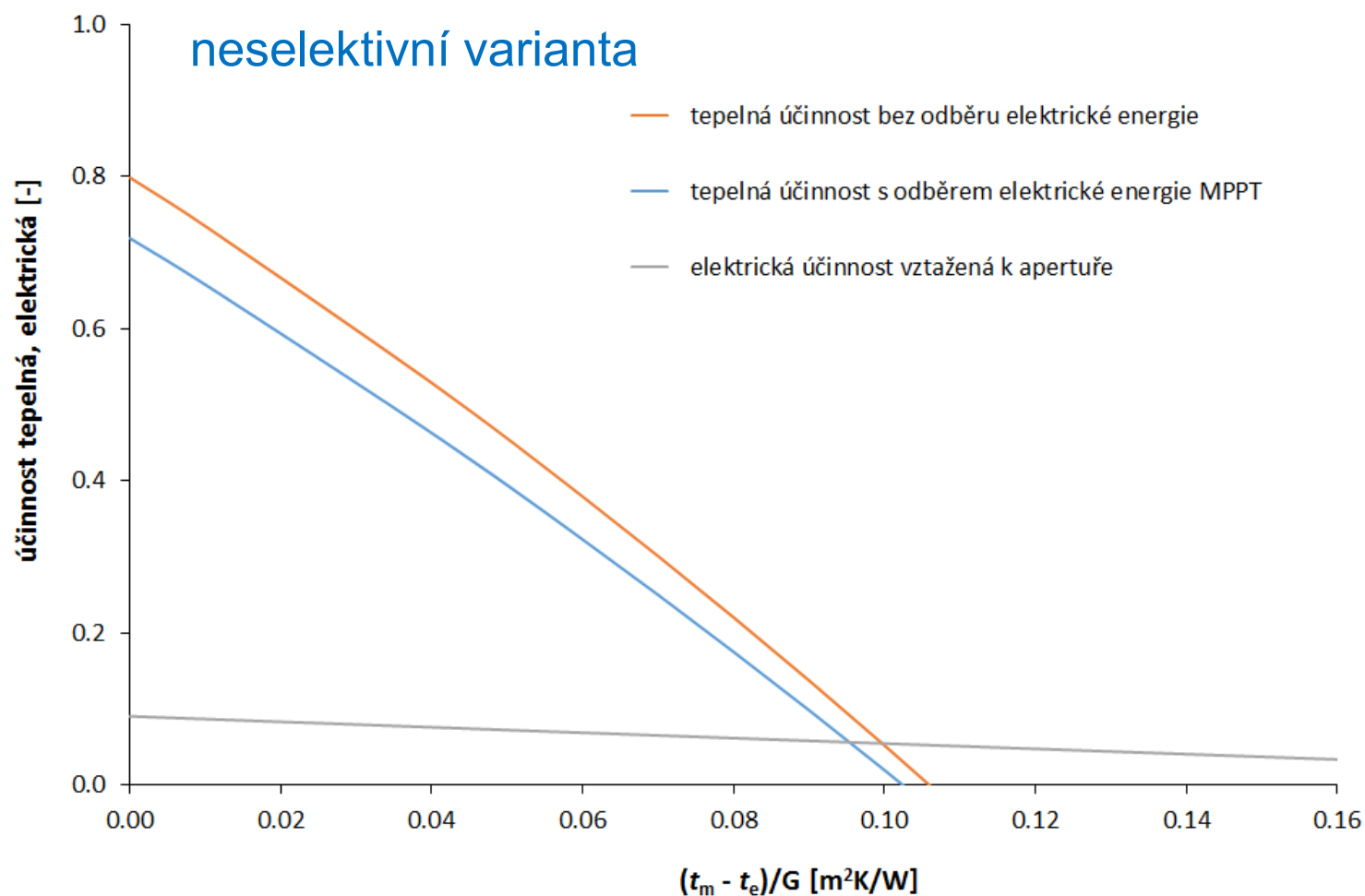
- rozměr prvku 1600 x 1000 mm
 - 66 monokrystalických článků 125x125 mm
 - měděný absorbér
 - dvojsklo: bez povlaku, s povlakem (emisivita 0.3, propustnost 0.86)



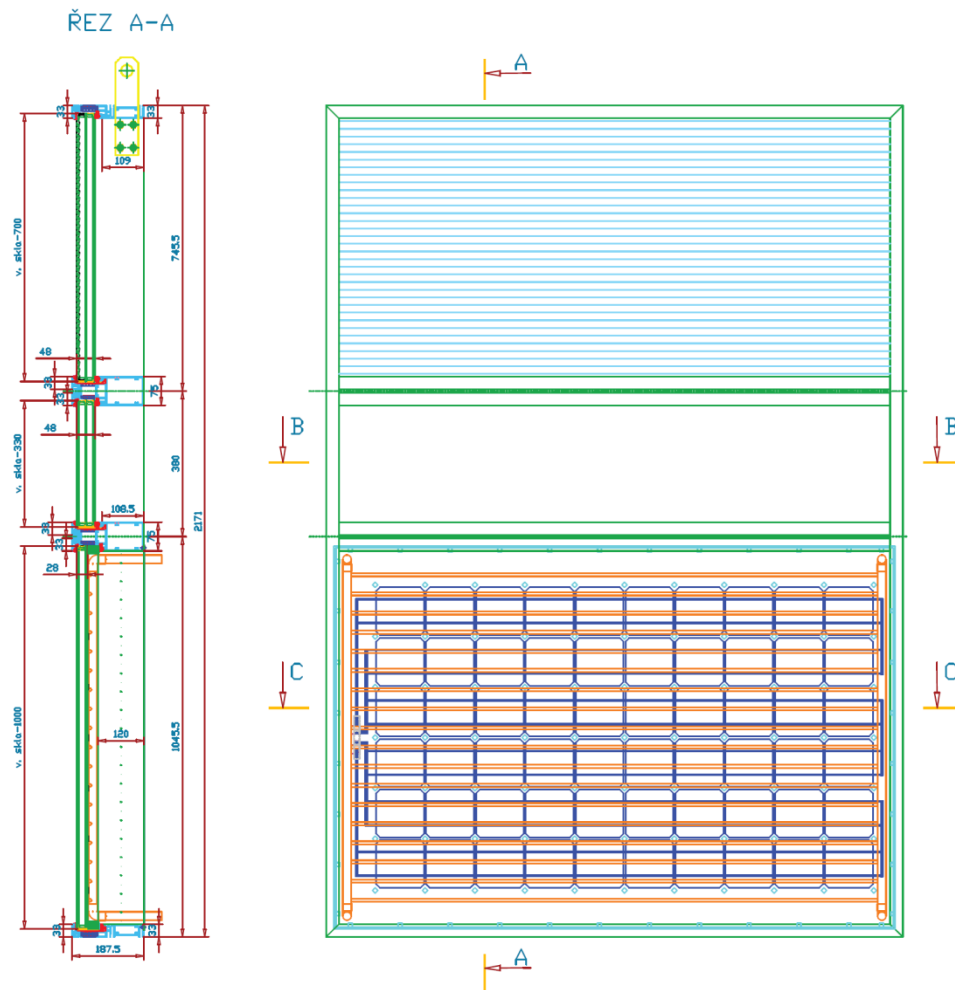
Prototyp zaskleného FVT kolektoru



Zkoušení tepelných charakteristik



Lehký obvodový plášť



Závěry

Pro efektivní využití sluneční energie nestačí tuto energii pouze zachytit, ale je nutno jí odvést z kolektoru, uchovat a vhodně využít. K tomuto účelu musíme vybudovat celý systém, který bude podřízen záměru využívání tepelné energie.

Obecně systém zahrnuje zdroj energie tj. kolektorové pole a dále transportní soustavu (potrubí, čerpadla, případně výměník), akumulátor energie, regulaci a napojení na uživatelské technologie.

Každý z těchto článků je v systému rovnocenný a snadno v něm můžeme těžce získanou energii zmařit. Proto musíme dbát na koncepční přístup a na vyváženost jednotlivých prvků od počátku, t.j. od projektu až po realizaci.