



Využití sluneční energie v rodinných a bytových domech – principy, příklady

Bořivoj Šourek

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

ČVUT v Praze

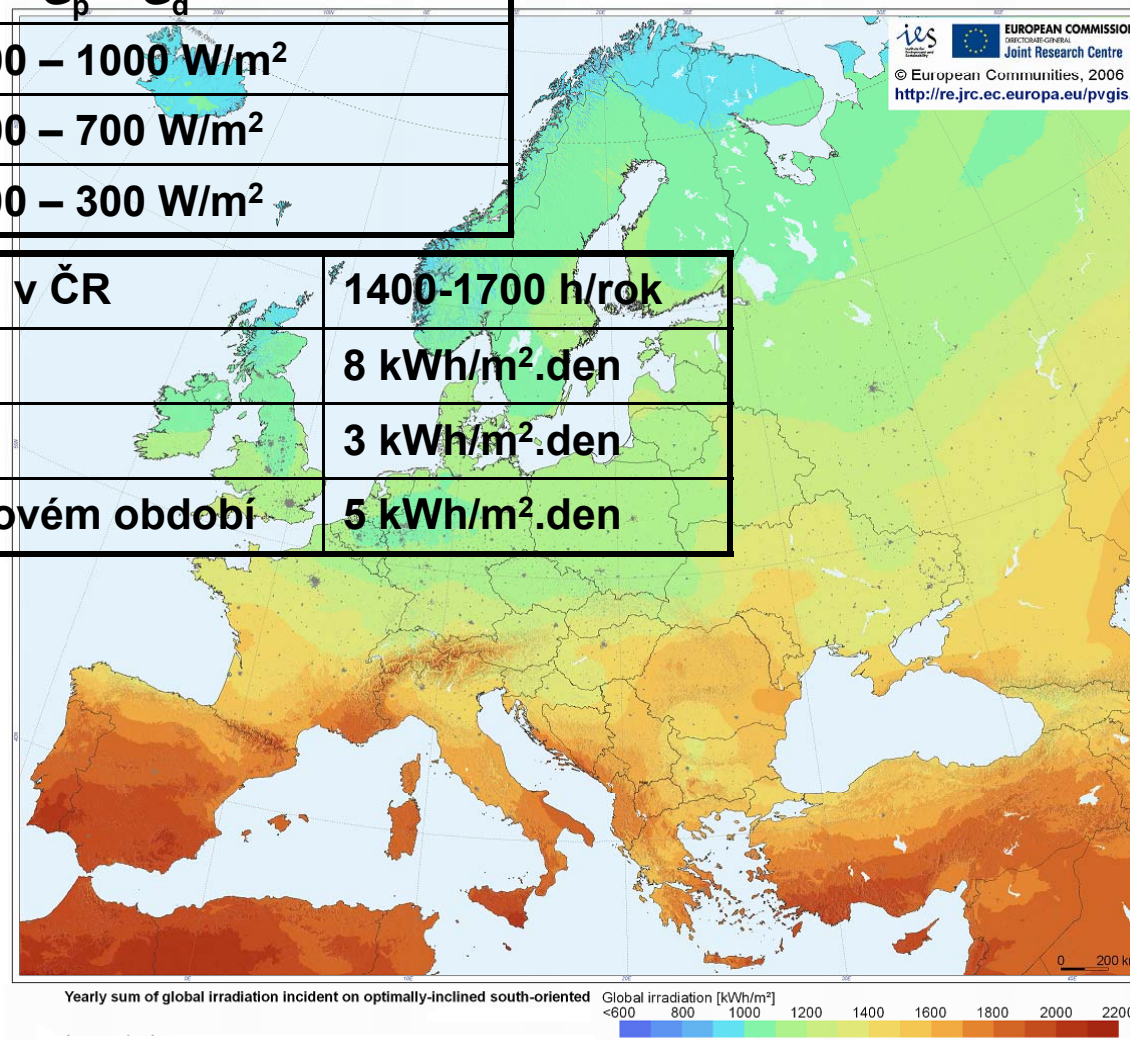
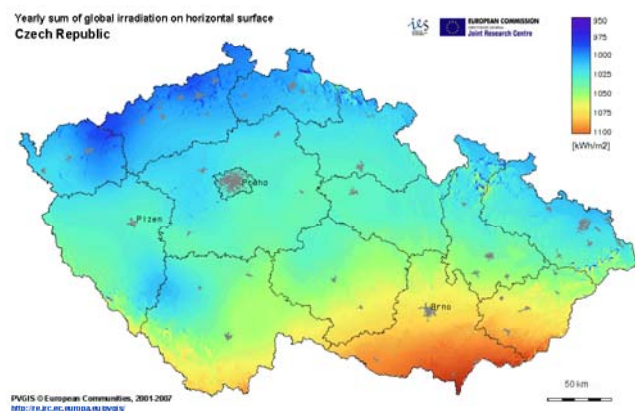
borivoj.sourek@fs.cvut.cz



Sluneční ozáření, dávka slunečního záření

	$G = G_p + G_d$
jasná obloha	800 – 1000 W/m ²
lehce zataženo	400 – 700 W/m ²
silně zataženo	100 – 300 W/m ²

celková doba slunečního svitu v ČR	1400-1700 h/rok
max. dávka ozáření v létě	8 kWh/m ² .den
max. dávka ozáření v zimě	3 kWh/m ² .den
max. dávka ozáření v přechodovém období	5 kWh/m ² .den





Roční dopadá a využitá energie

- Dopadá energie – dávka ozáření (kWh/m^2 , GJ/m^2)
 - v ČR od 800 do 1200 kWh/m^2 za rok (2,88 až 4,32 GJ/m^2 za rok)
 - Ve srovnání s Rakouskem \rightarrow 1200 do 1800 kWh/m^2 rok
- Energetický zisk je silně závislý na typu solární soustavy, na použitých komponentech a na jejím provozu
- Solární soustavy pro přípravu teplé vody (TV) 450 do 600 kWh/m^2 rok
- Solární kombi-soustavy pro přípravu TV a přitápění 250 do 400 kWh/m^2 rok rok
- Solární soustavy pro ohřev bazénové vody 600 do 900 kWh/m^2 rok

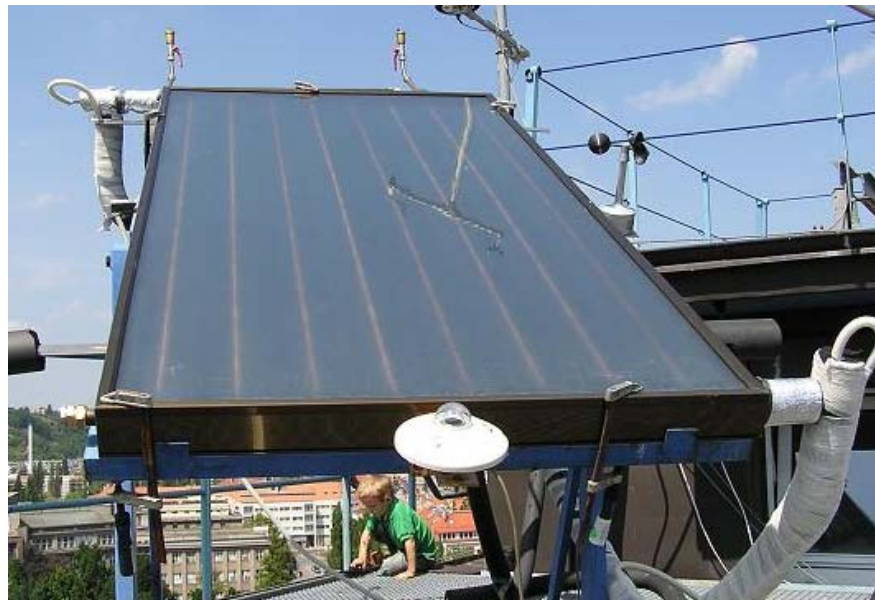


Solární kapalinové kolektory

ploché deskové kolektory:

atmosférické

evakuované (tlak 10-20 kPa)



trubkové vakuové kolektory:

jednostěnná skleněná trubka

dvojstěnná skleněná trubka



Účinnost kolektoru



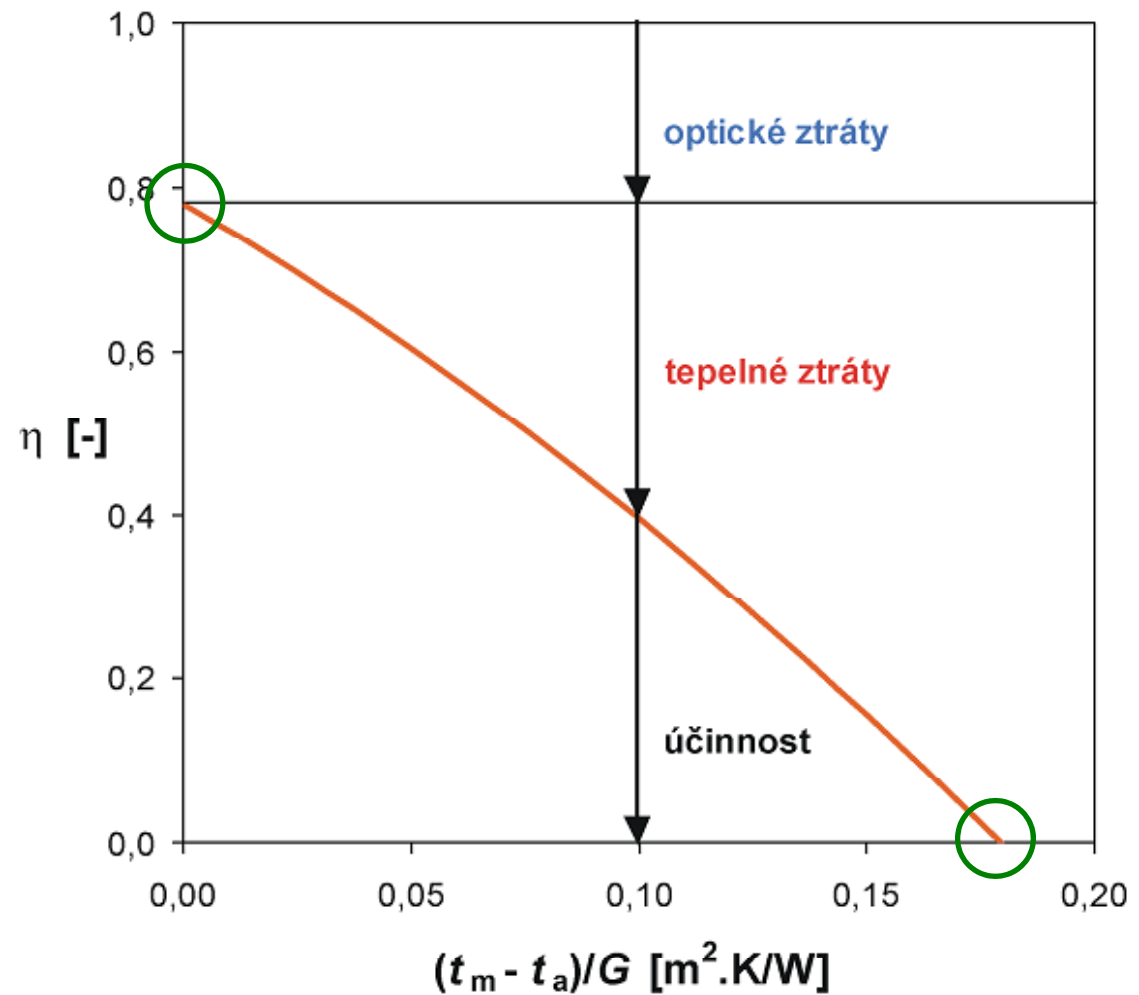
ČESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST
PRO SLUNEČNÍ ENERGIÍ

stanovena pro:

$$t_e = 20^\circ\text{C}$$

$$G = 800 \text{ W/m}^2$$

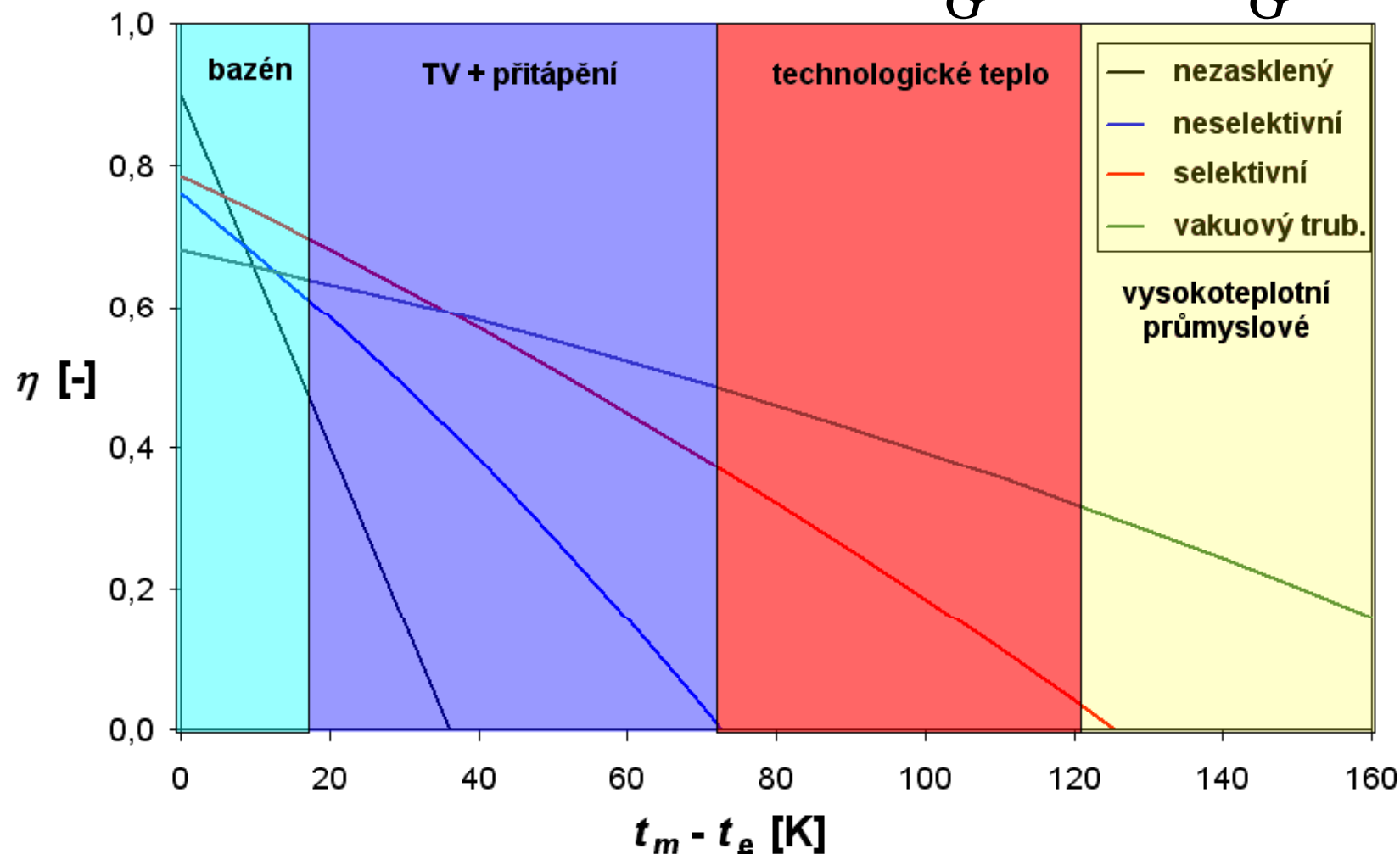
$$W > 3 \text{ m/s}$$





Účinnost kolektoru a oblast použití

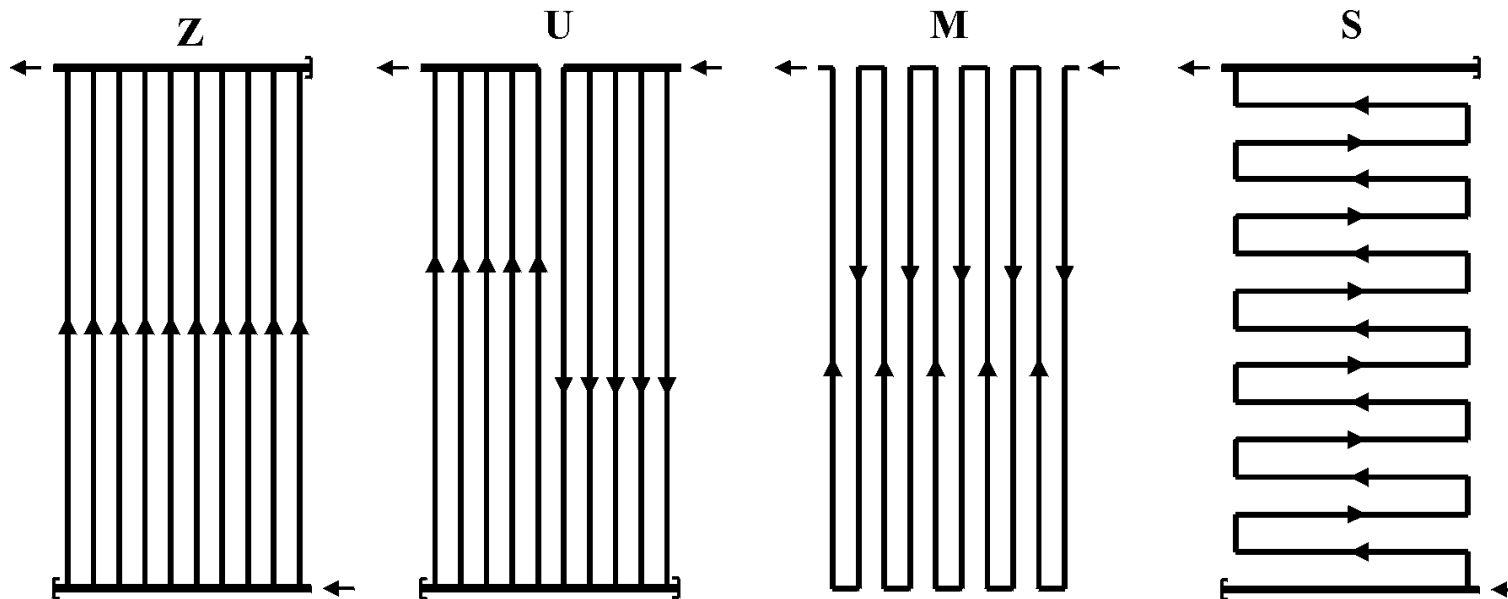
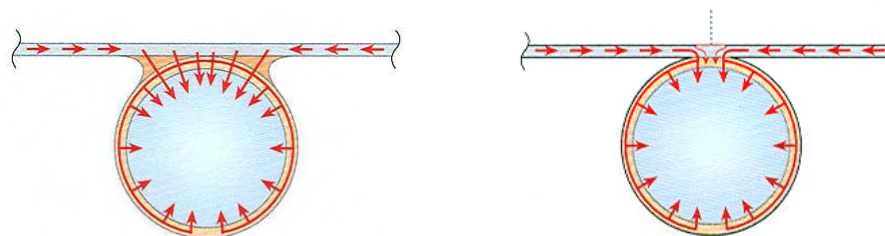
$$\eta = \eta_o - a_1 \cdot \frac{t_m - t_e}{G} - a_2 \cdot \frac{(t_m - t_e)^2}{G}$$



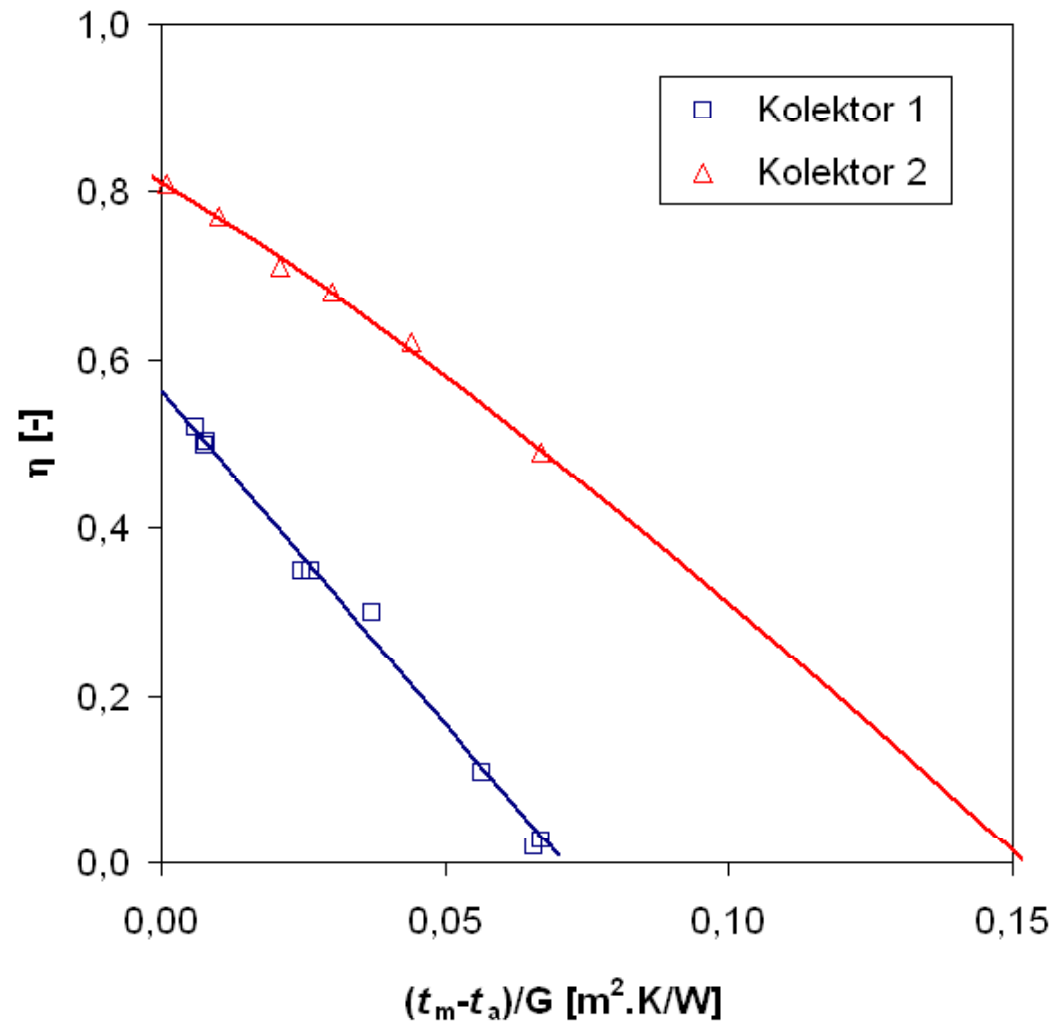


Ploché solární kolektory

trubkový registr pro účinný odvod tepla z povrchu absorbéru do
teplonosné kapaliny



Účinnost plochého kolektoru



kolektor 1:

špatný tepelný spoj mezi
absorbérem a trubkovým
registrem



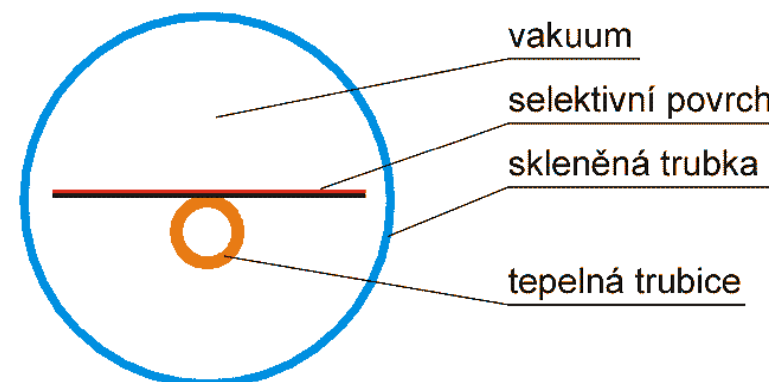
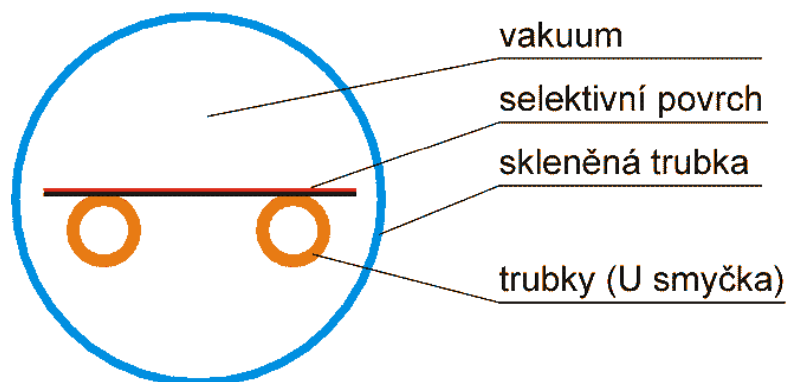
kolektor 2:

ultrazvukově svařovaný
spoj

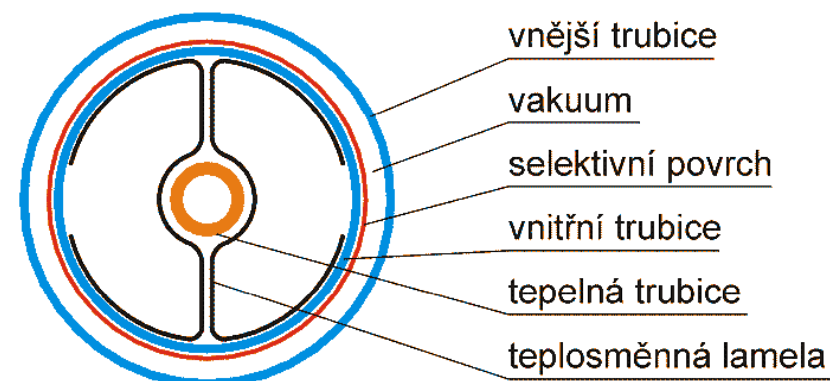
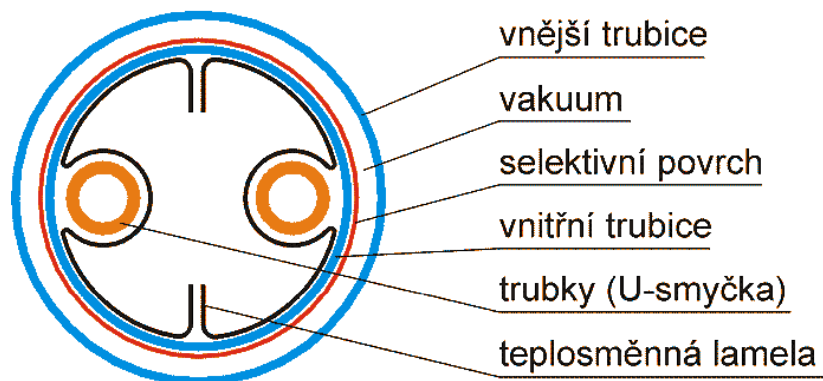


Vakuové trubkové solární kolektory

Jednostěnná skleněná vakuová trubka



Dvojstěnná skleněná vakuová trubka (Sydney)



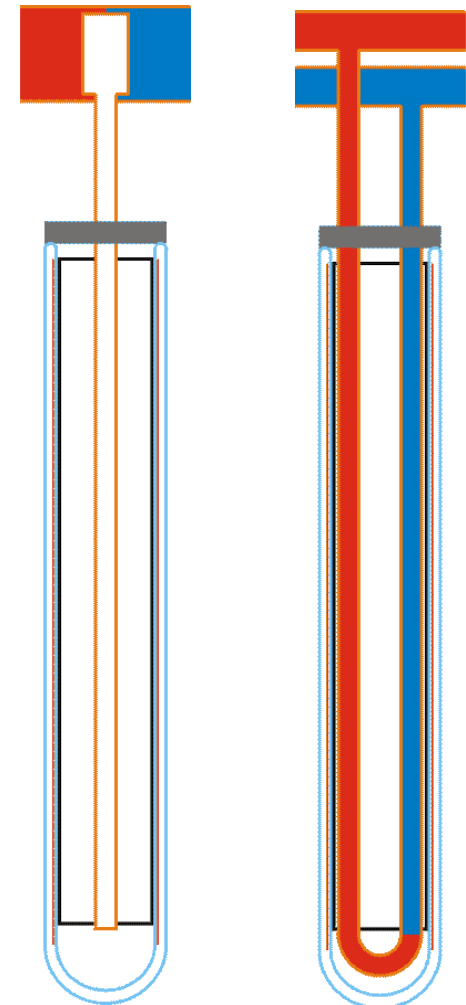
Vakuové trubkové solární kolektory



CESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST
PRO SLUNEČNÍ ENERGIÍ

Dvojtěnná vakuová trubka s válcovým absorberem (Sydney, Dewar)

- tepelná trubice (s kontaktní lamelou)
 - přímo protékaný registr (s kontaktní lamelou)
 - přívod Cu potrubím a omývanou vnitřní skleněnou trubkou
 - samotížná cirkulace ve vnitřní skleněné trubce
- x varianty s odrazným zrcadlem (reflektorem)

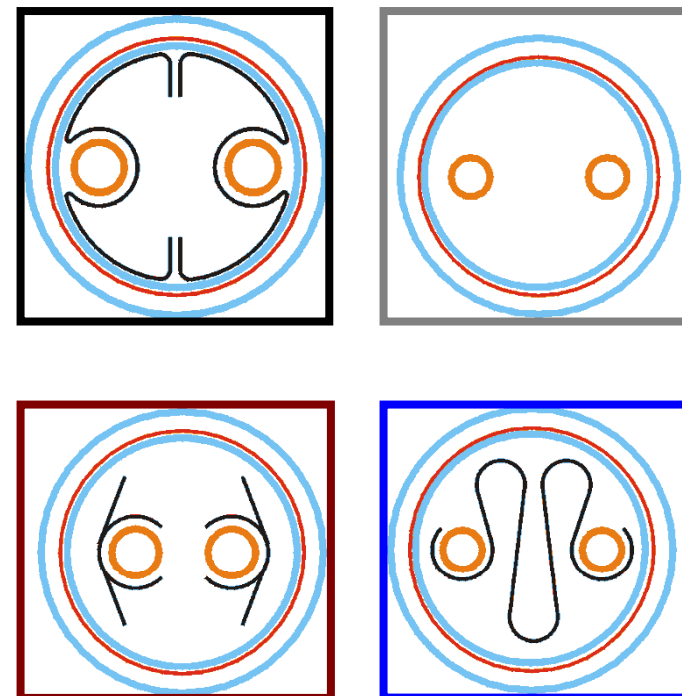
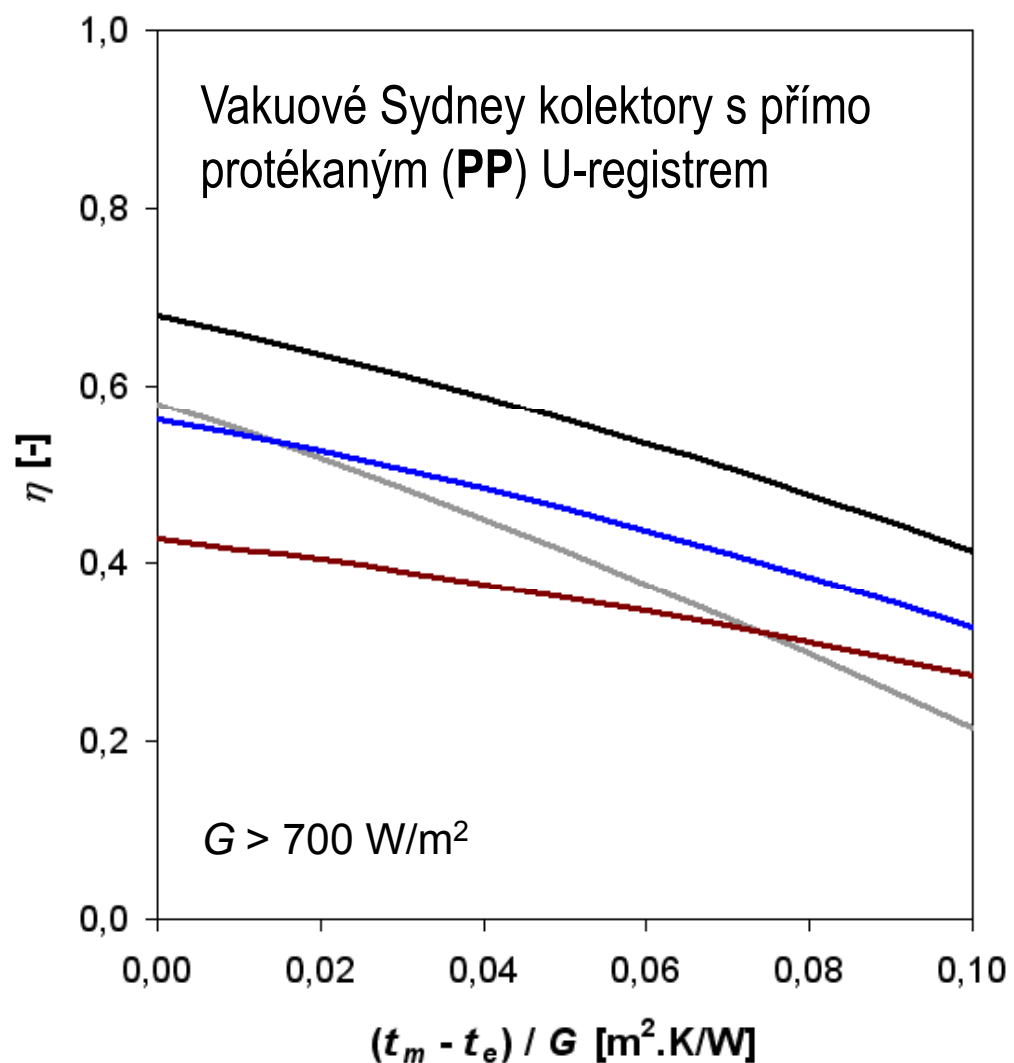




Trubkové solární kolektory



Vliv kontaktní lamely na účinnost

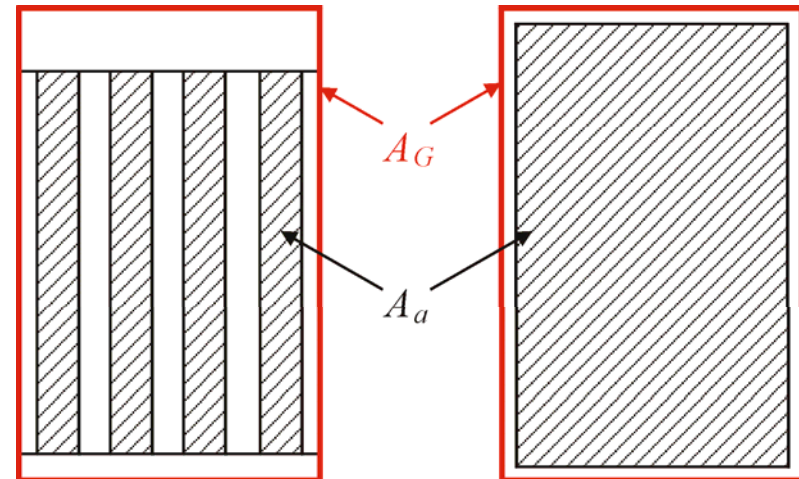


**kontaktní lamela je
zásadním prvkem
Sydney kolektoru**

Vztažná plocha kolektorů A_k

Norma pro zkoušení kolektorů (*) vztahuje účinnost kolektoru k:

- ploše apertury A_a
- ploše absorberu A_A
- ~~ploše obrysové (hrubé) A_G~~



- vhodné: z hlediska porovnání vlastností kolektoru, konstrukce, provedení
- nevhodné: z hlediska rozhodování o potenciálu kolektoru pro danou aplikaci
pro porovnání kolektorů s různými účinnými plochami

(*) ČSN EN 12975-2:2006 Tepelné solární soustavy a součásti – Solární kolektory – Část 2: Zkušební metody

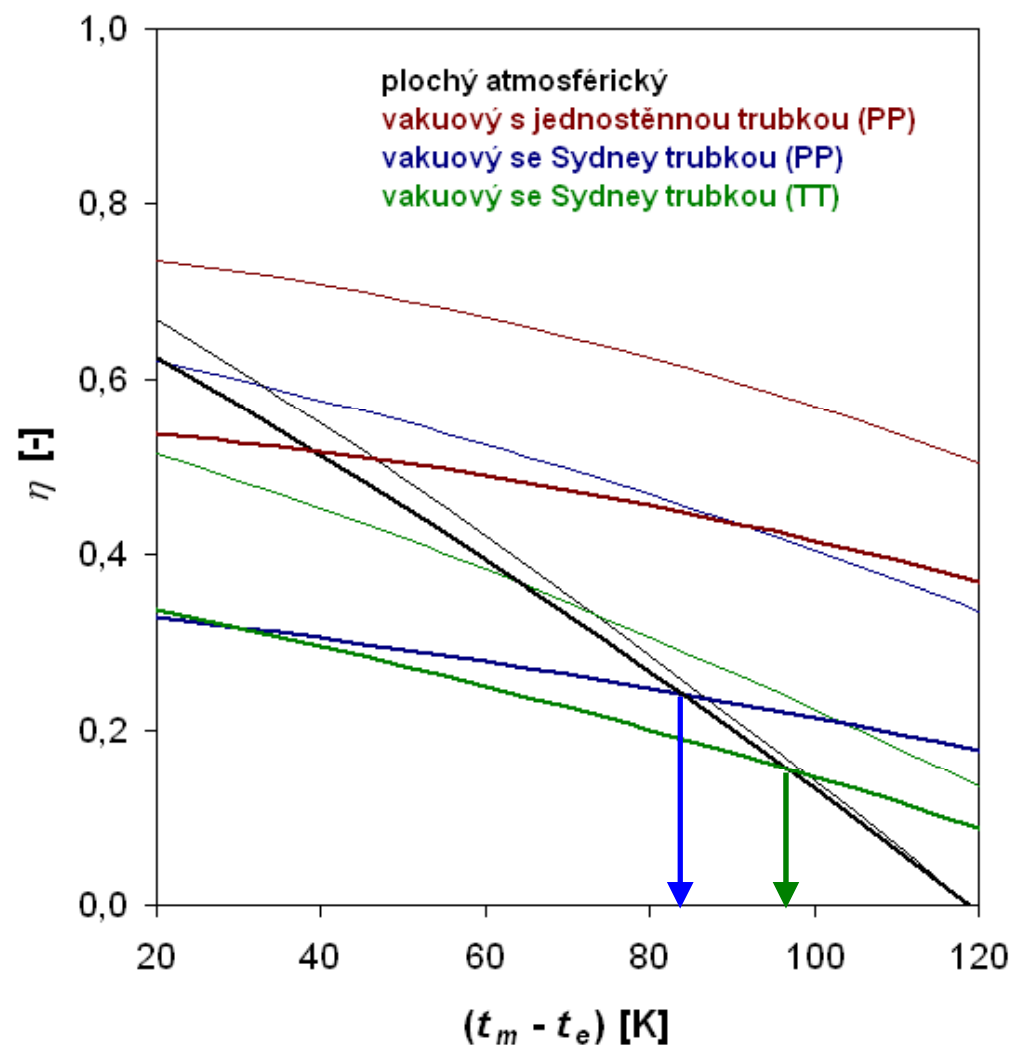
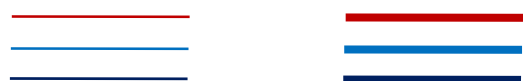


Účinnost x vztažná plocha

změna křivky účinnosti

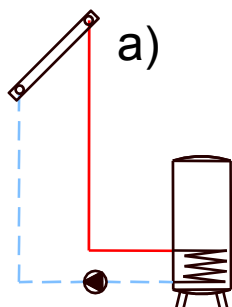
apertura → *hrubá plocha*

$\eta(A_a)$ → $\eta(A_G)$

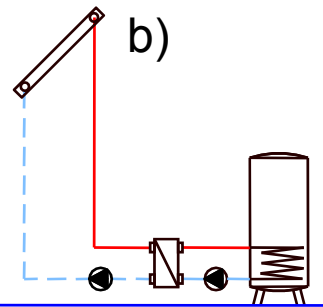




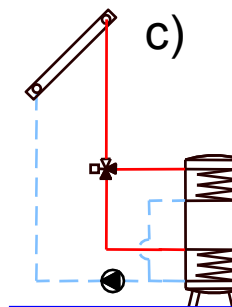
Zapojení kolektorů slunečního záření



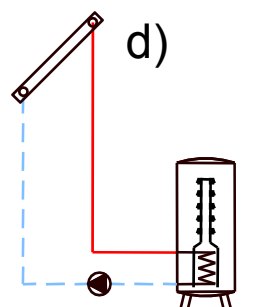
Standardní zapojení – vnitřní výměník



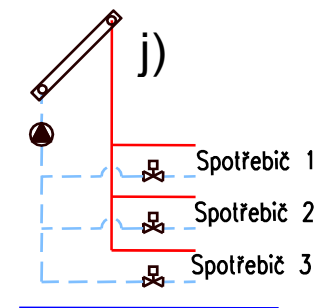
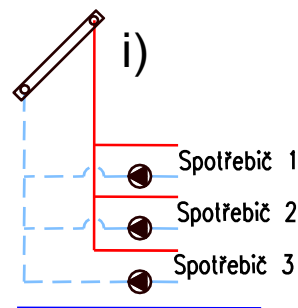
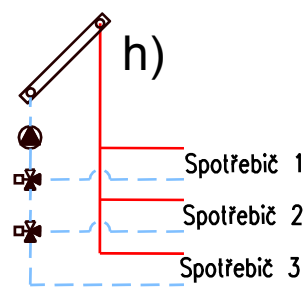
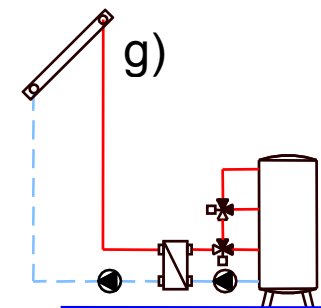
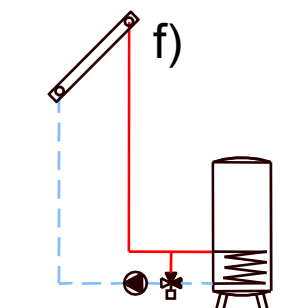
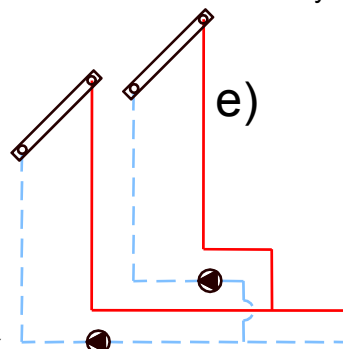
Externí výměník pro větší soustavy



Vrstvení do zásobníku podle výstupní teploty - aktivní

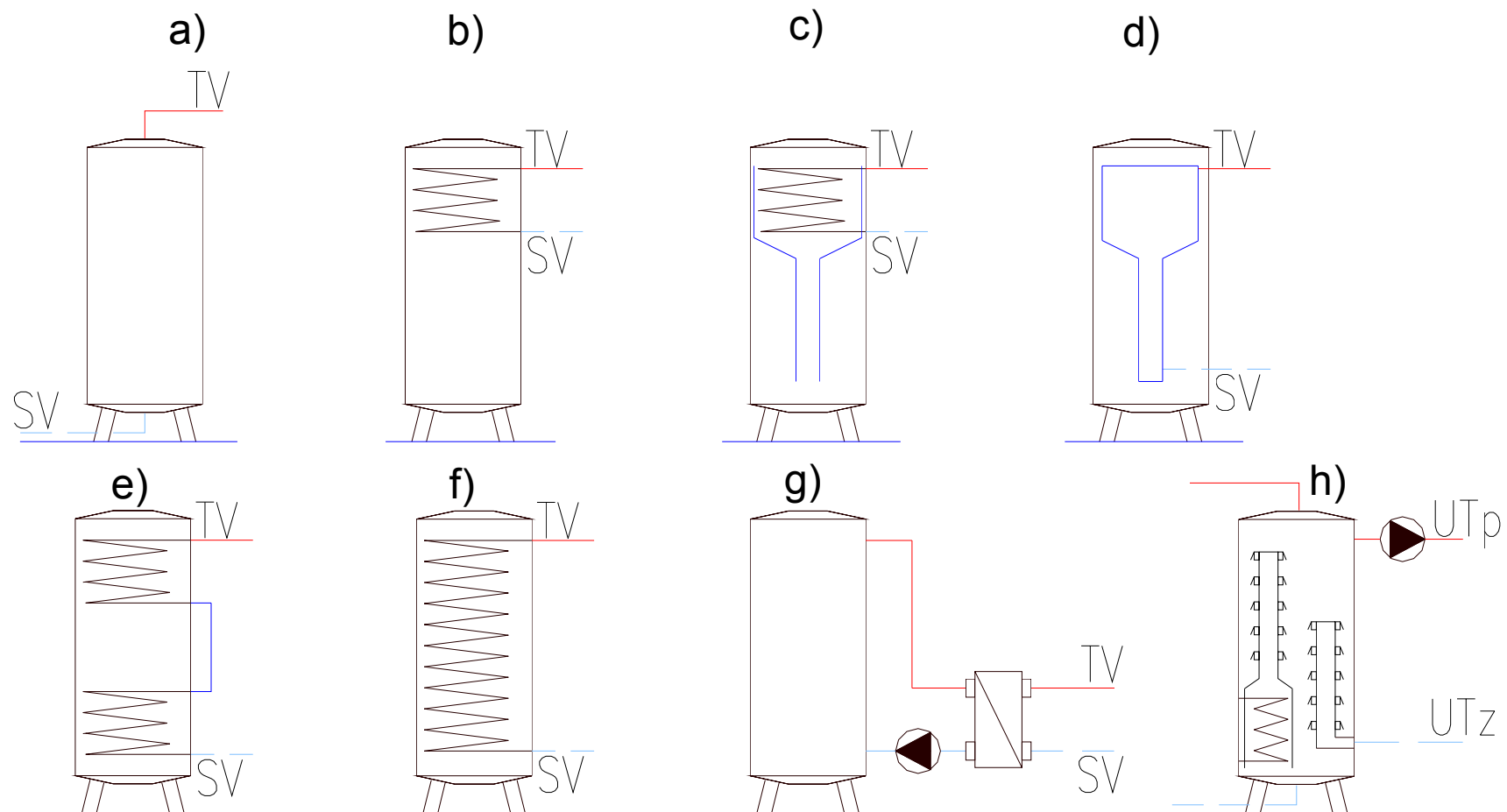


Vrstvení do zásobníku podle výstupní teploty - stratifikátor



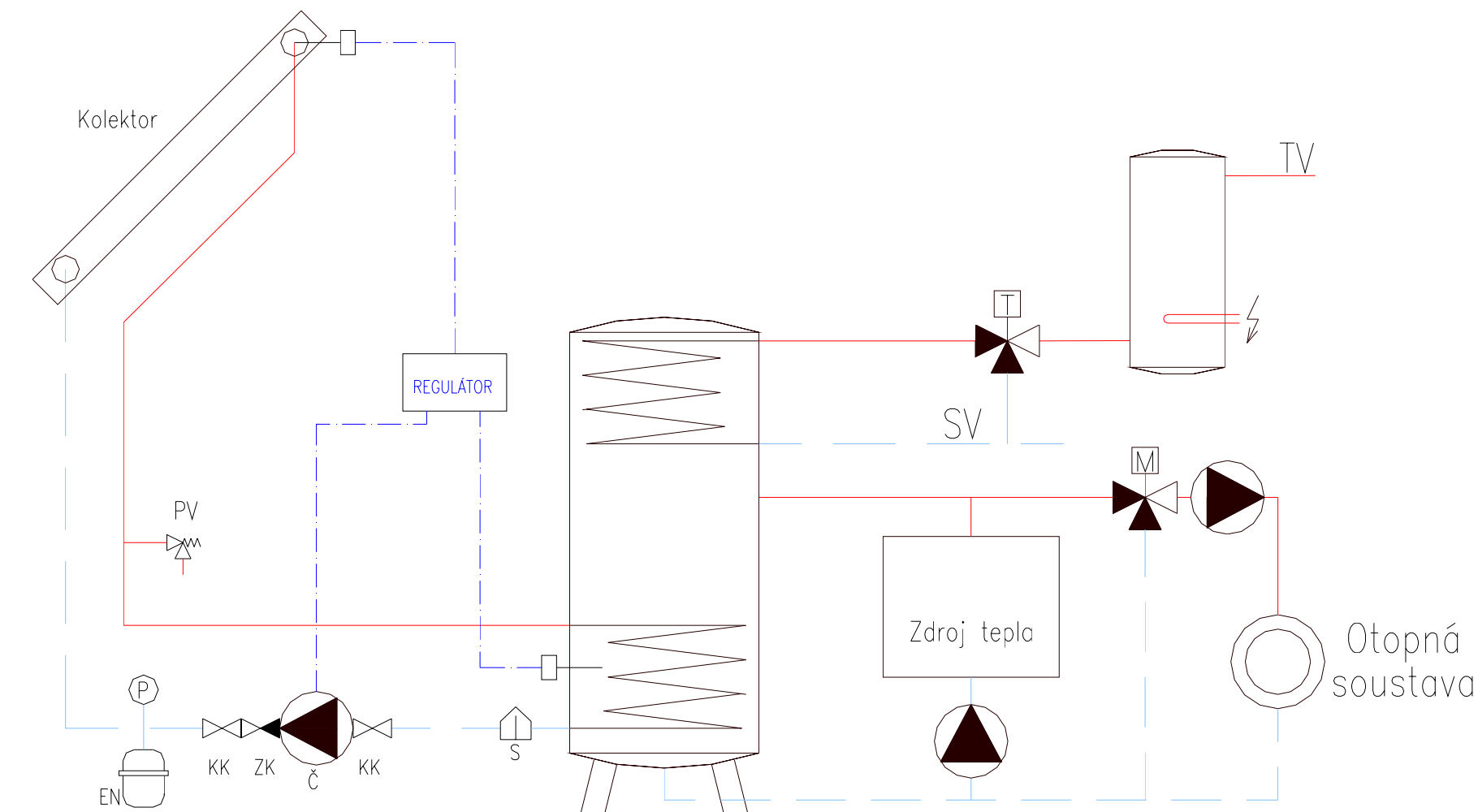


Zapojení odběru tepla



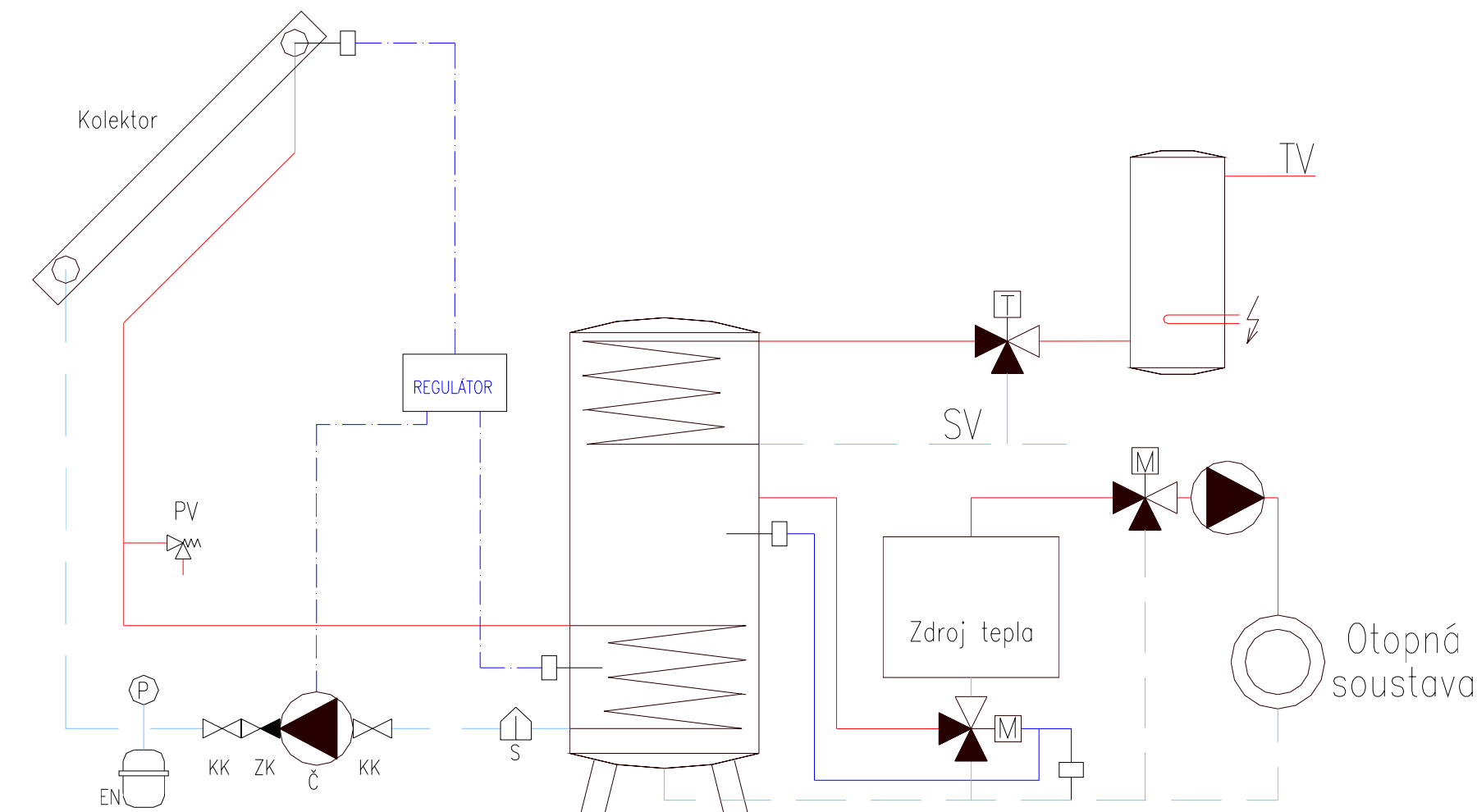


Různé zdroje tepla - bez modulace výkonu



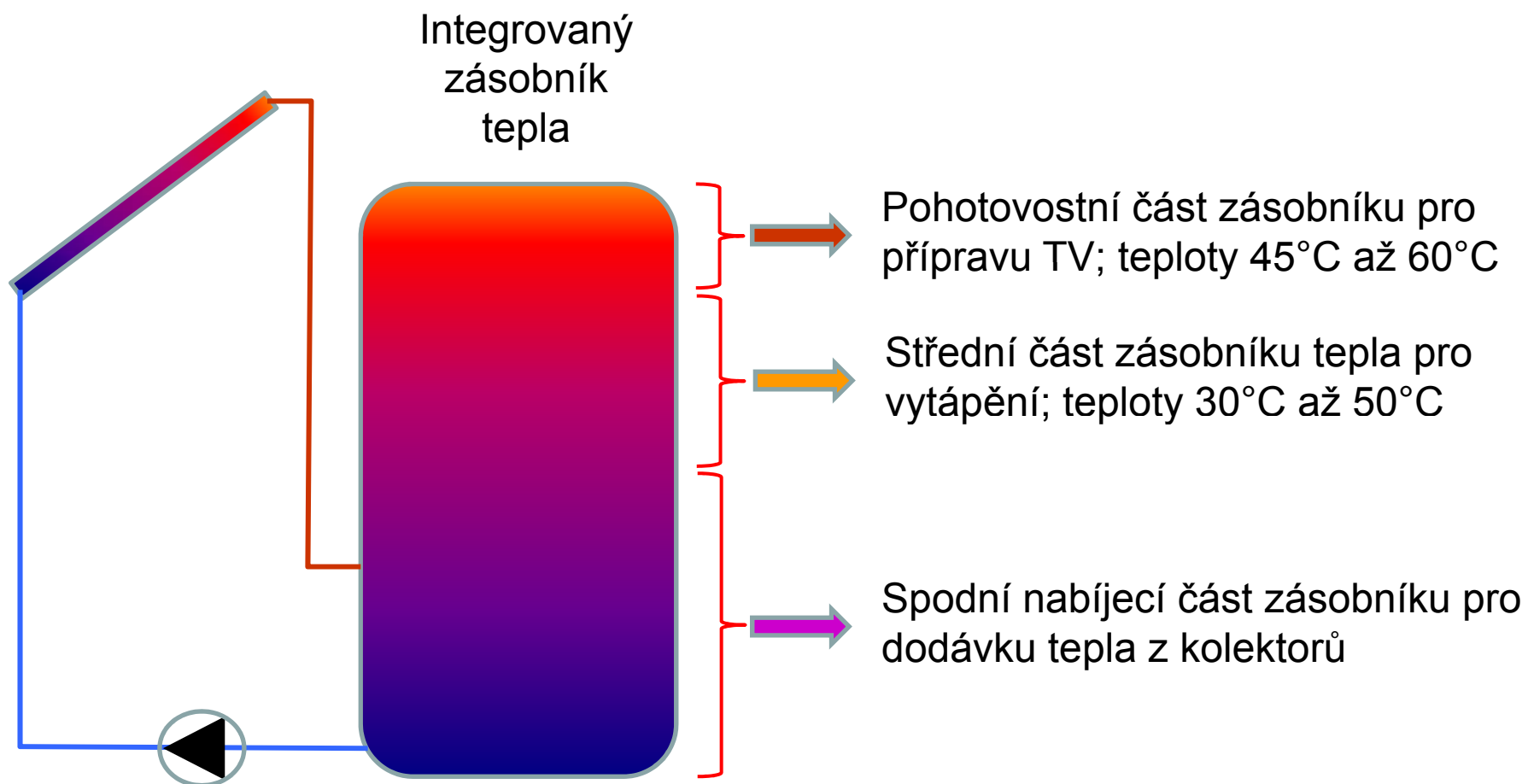


Různé zdroje tepla - s modulací výkonu



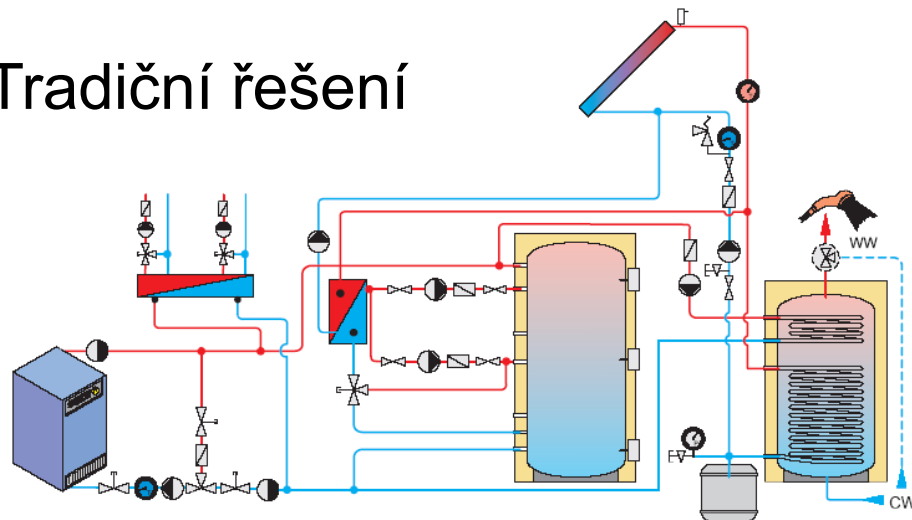


Kombinované solární soustavy (TV+VYT)

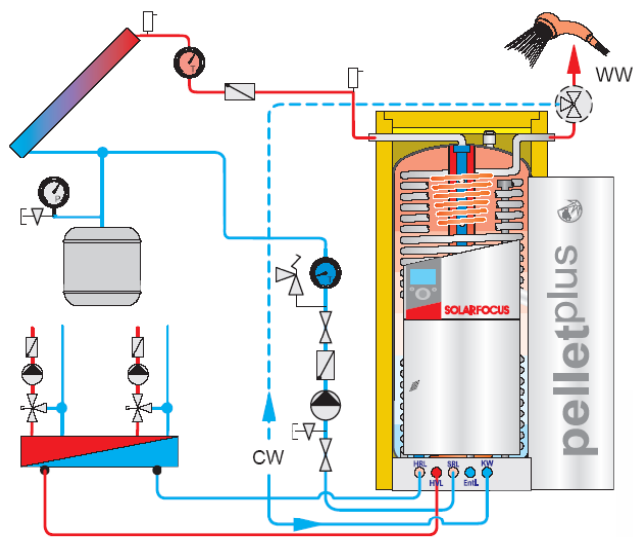


Snaha o integraci

Tradiční řešení



- zdroj a akumulátor jsou integrovány a nelze je rozdělit
- plně automatický provoz, integrovaná regulace
- snížení tepelných ztrát



Kompaktní řešení

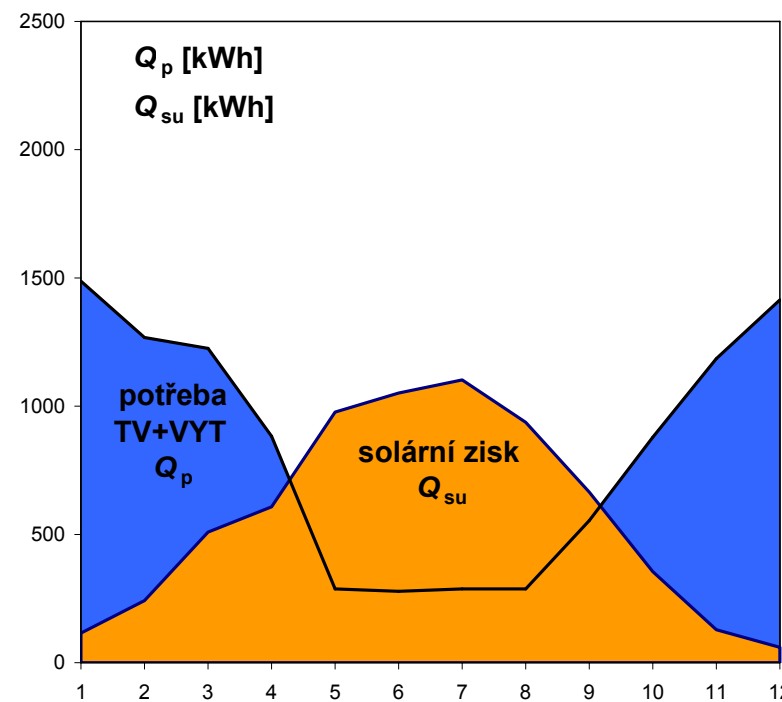
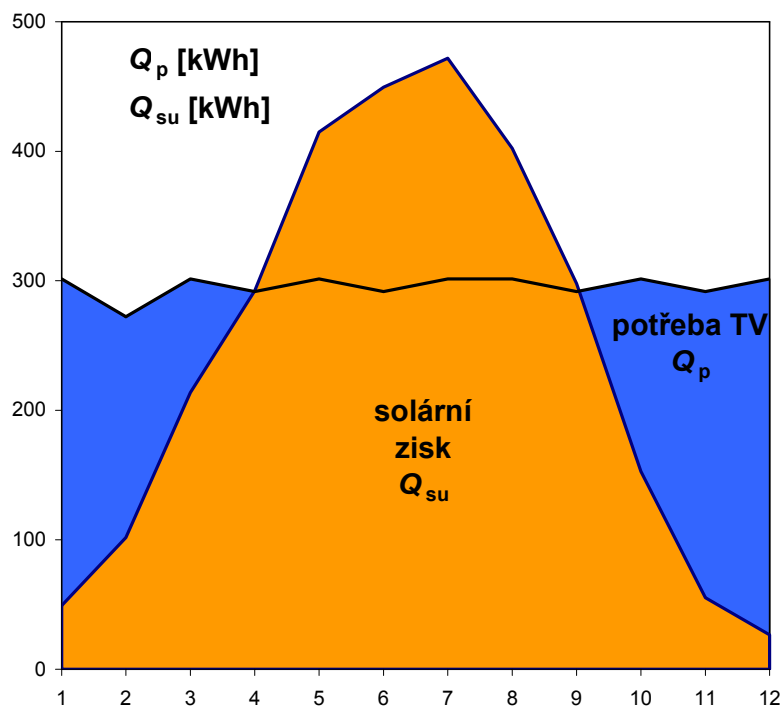
tepelné čerpadlo ⇨
⇨ biomasa



Navržená plocha kolektorů



ČESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST
PRO SLUNEČNÍ ENERGIÍ



analyzovat možnosti využití letních přebytků !!!

analyzovat umístění kolektorů na objektu !!!

maření energie v kolektorech, stagnace, var teplotnosné kapaliny