

# **AKUMULACE**

## **srdce solárních systémů**

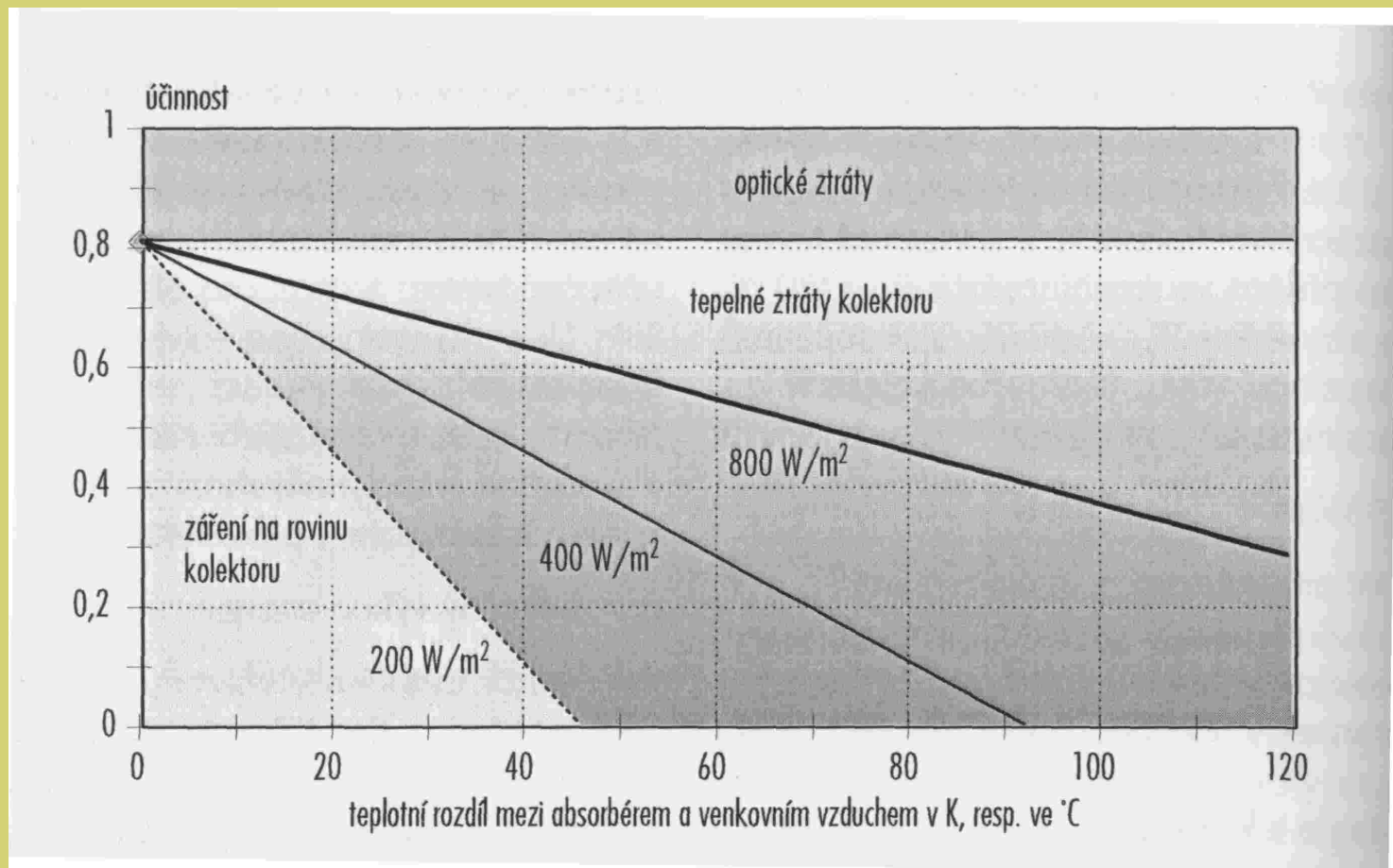
**Petr Kramoliš, Projekce OZE, Ostrava-Poruba,  
Slavíkova 6143, tel: 596 927 121**

**603 704 483, [kramolis@mybox.cz](mailto:kramolis@mybox.cz)**

Kvalitní solární kolektory mohou získat energii s velmi dobrou účinností, avšak samy o sobě ještě dobrou solární soustavu nedělají.

- vliv provozních parametrů

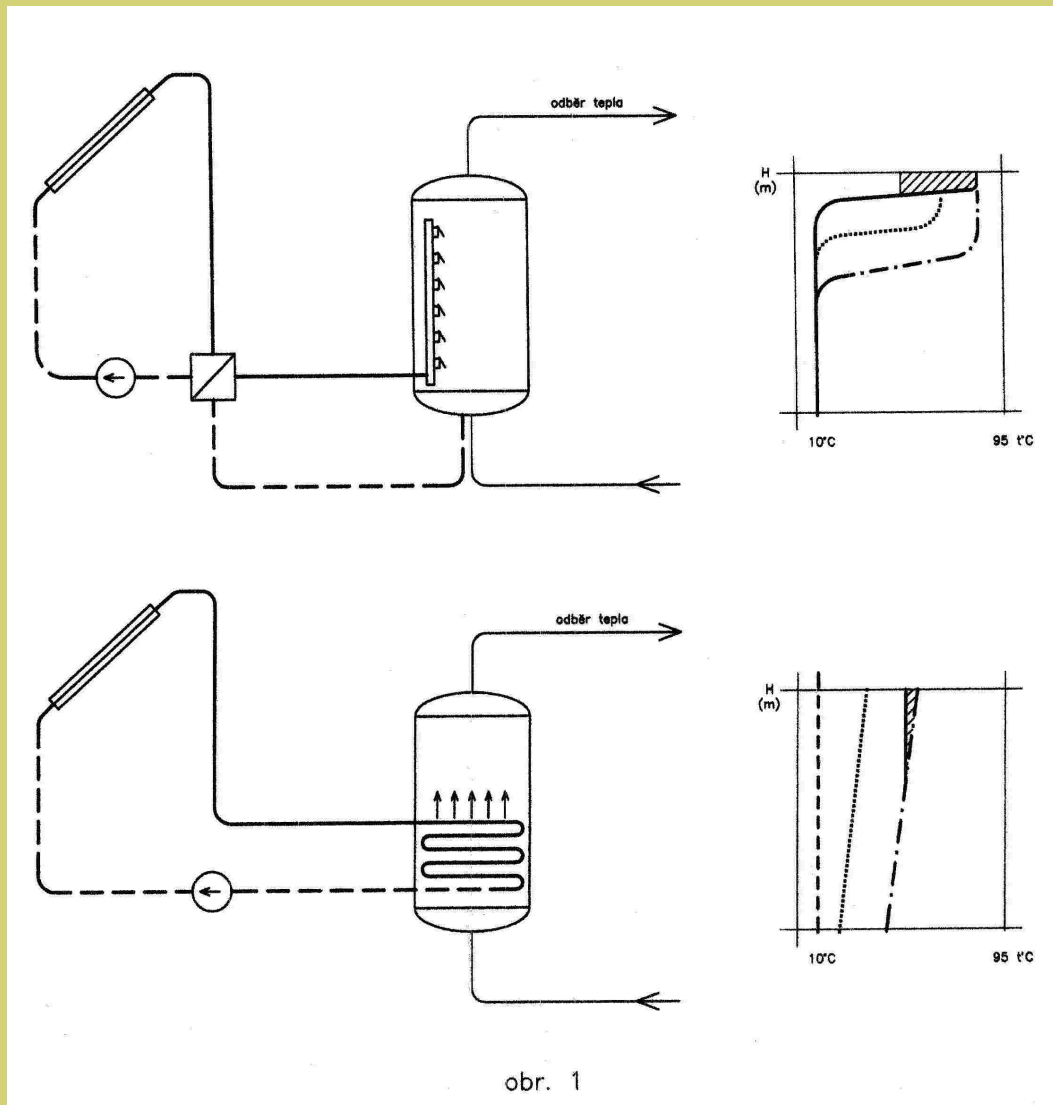
O využití solární energie rozhoduje celý solární systém včetně regulace a akumulace.



## Tepelný zásobník – vyrovnávací (puffer) zásobník – zásobník pitné vody

Médium	Rozsah teplot (°C)	Specifická tepelná kapacita (Wh/kg K)	Objemová tepelná kapacita (Wh/m <sup>3</sup> K)	Hustota (kg/m <sup>3</sup> )
voda	0–100	1,16	1160	998
vzduch	-273–> 1 000	0,28	0,31	1,1
olej	0–400	0,44–0,5	350–450	800–900
štěrk, písek	0–800	0,2	360–390	1800–2000
granit	0–800	0,21	570	2750
beton	0–500	0,24	460–560	1900–2300
cihla	0–1000	0,23	330–440	1400–1900
železo	0–800	0,13	1000	7860
štěrkovodní zásyp (37 % vody)	0–100	0,37	810	2200
tavenina solí (53 KNO <sub>3</sub> + 4 NaNO <sub>2</sub> + 7 NaNO <sub>3</sub> )	150–450	0,36	480–550	2561–2243

**Tab. 1** Specifická objemová tepelná kapacita materiálů pro akumulaci tepla při 20°C



**Obr.1** Srovnán stratifikačního a klasického zásobníku tepla

## Stratifikace

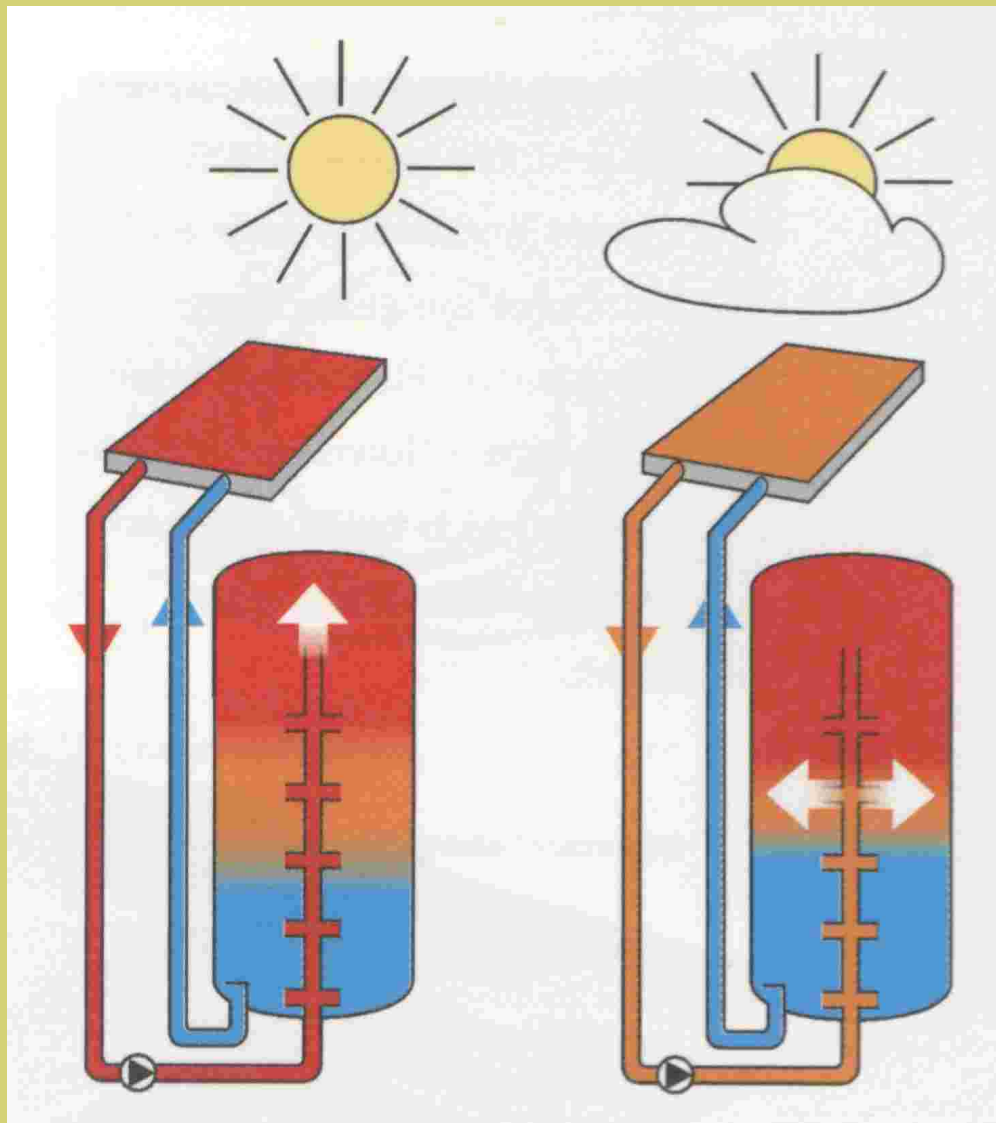
## Nabíjení celého objemu

### Výhody

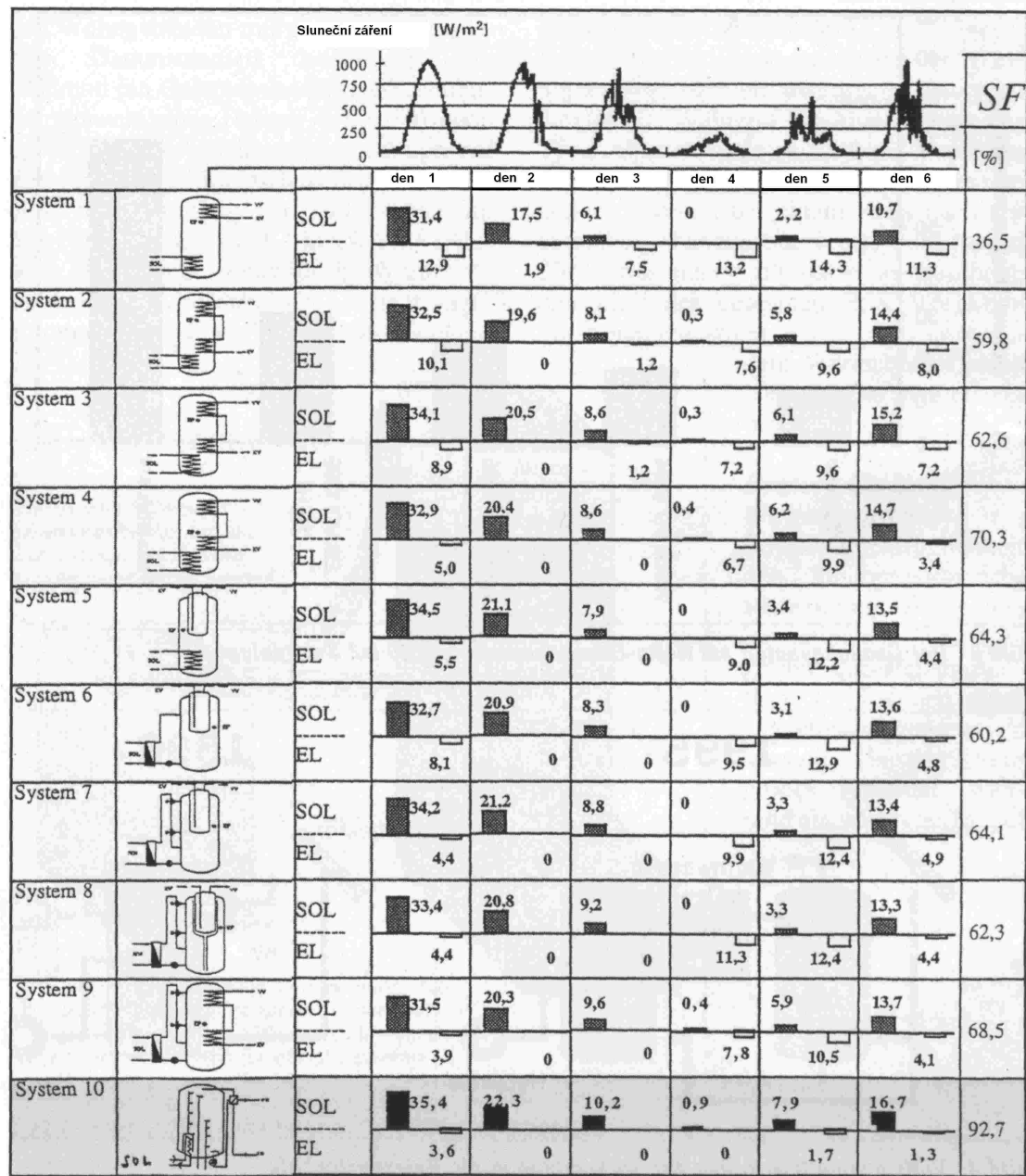
- požadovaná teplota ihned
- menší tepelné ztráty
- krátká doba
- jednodušší konstrukce

### Nevýhody

- nutnost použít vestavbu
- vyšší spotřeba cizí energie
- nižší solární pokryv
- vyšší tepelné ztráty
- dlouhá doba nabíjení



**Obr.2** Ideální rozvrstvení podle teplot při nabíjení

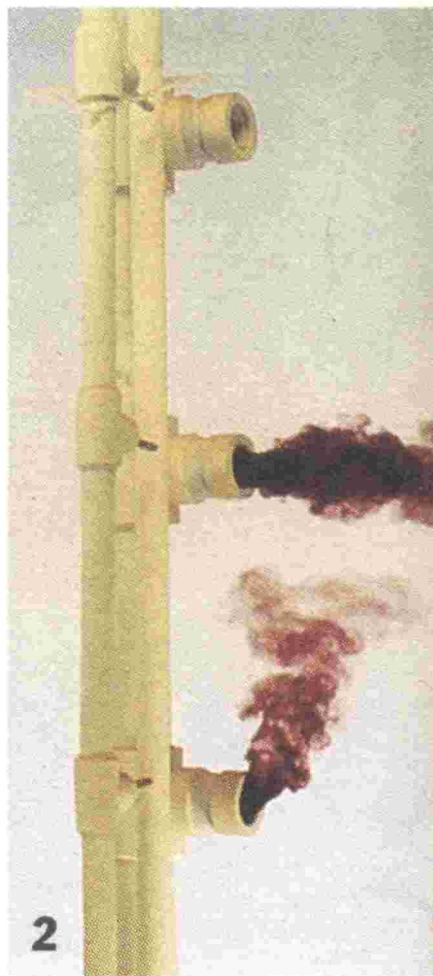


**Tab.2** Výsledky testování zásobníků ve středisku „Solar Energy Research Centers“ ve Švédsku.

Vstupní podmínky

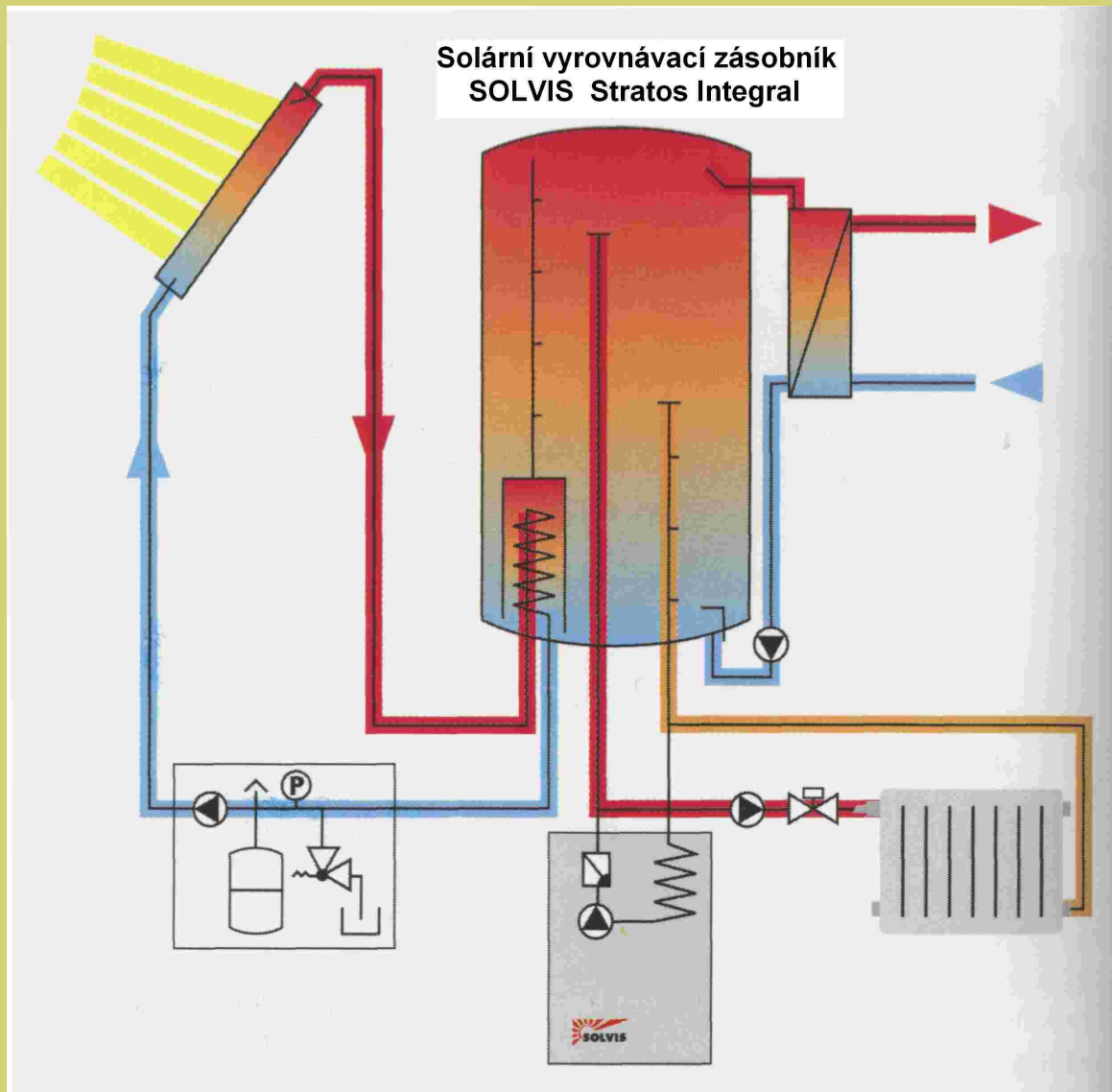
- 10 m<sup>2</sup> kolektoru stejné výroby (viz řádek SOL)
- dodatková energie z elektrického zdroje (řádek EL)
- stupeň solárního pokrytí (SF – solar fraction)





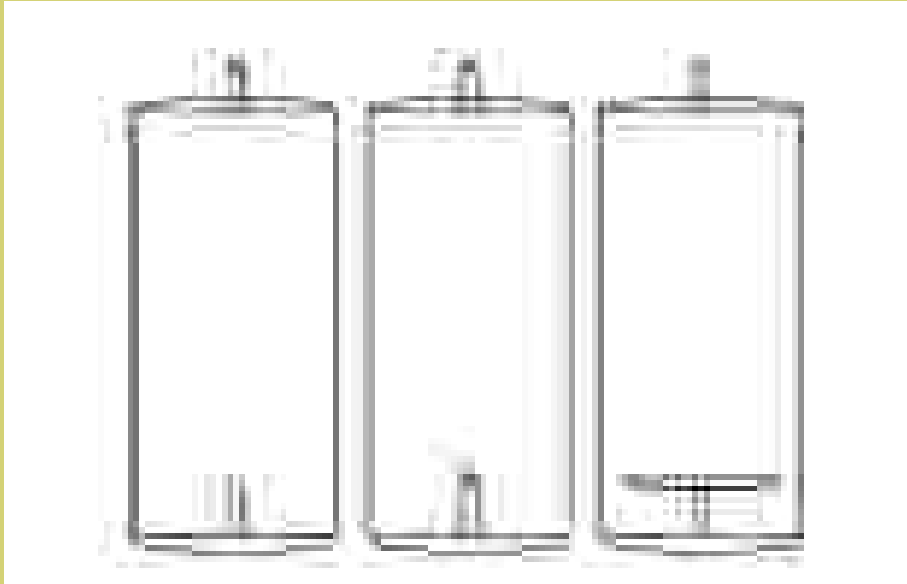
**Obr.3** Zabarvení vody při proudění



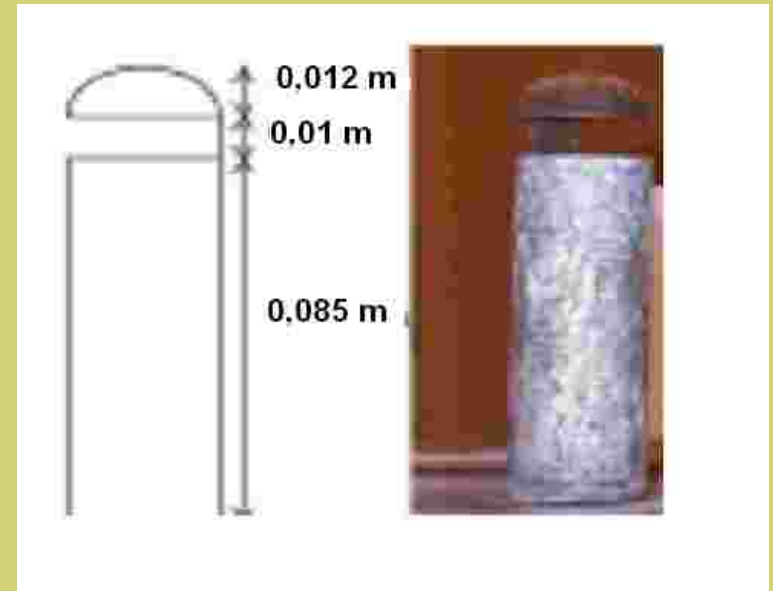


Obr. 4 Stratifikační zásobník

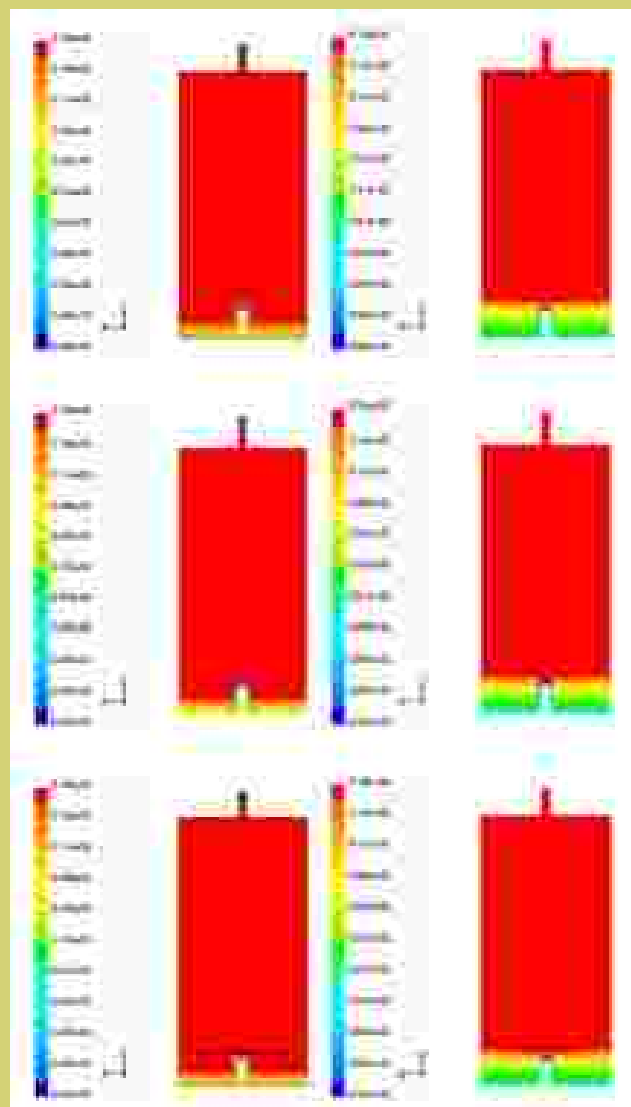
# Účinky vtoků do solárních zásobníků



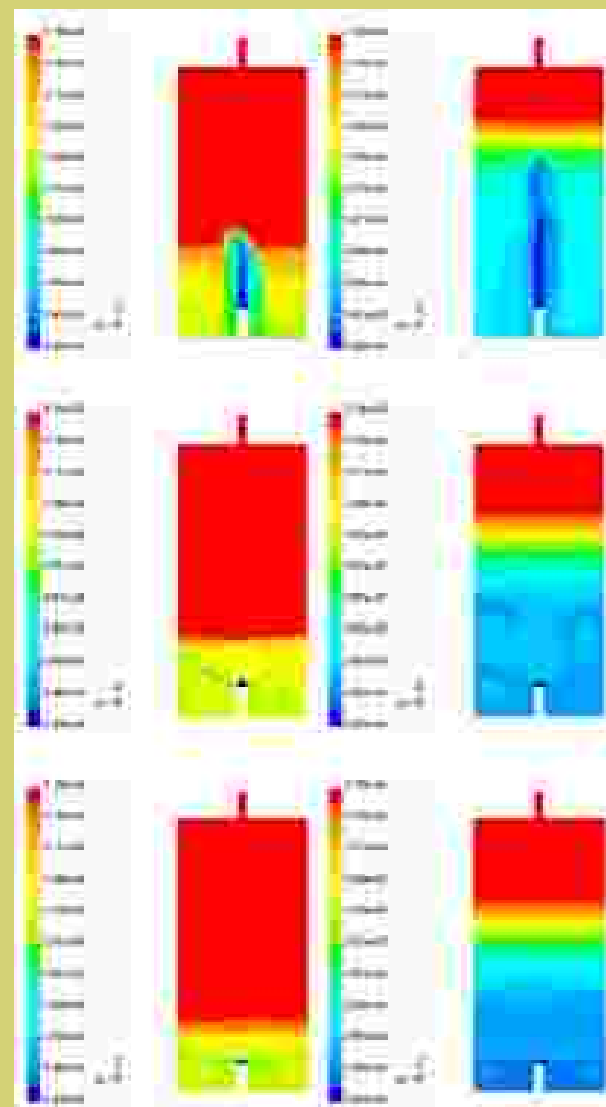
**Obr. 5 a)** Model obrysu nádrže s třemi různými přítoky



**Obr. 5 b)** Náčrtek a fotografie přítku Metra



**Obr. 6 a)** Plnění zásobníku při různém řešení vstupních hrdel



**Obr. 6 b)** Plnění zásobníku při různém řešení vstupních hrdel

**Závěr z výzkumu L. J. Shah a S. Furbo „Účinky vstupů do solárních zásobníků“ (2003) na TU Lyngby, Dánsko.**

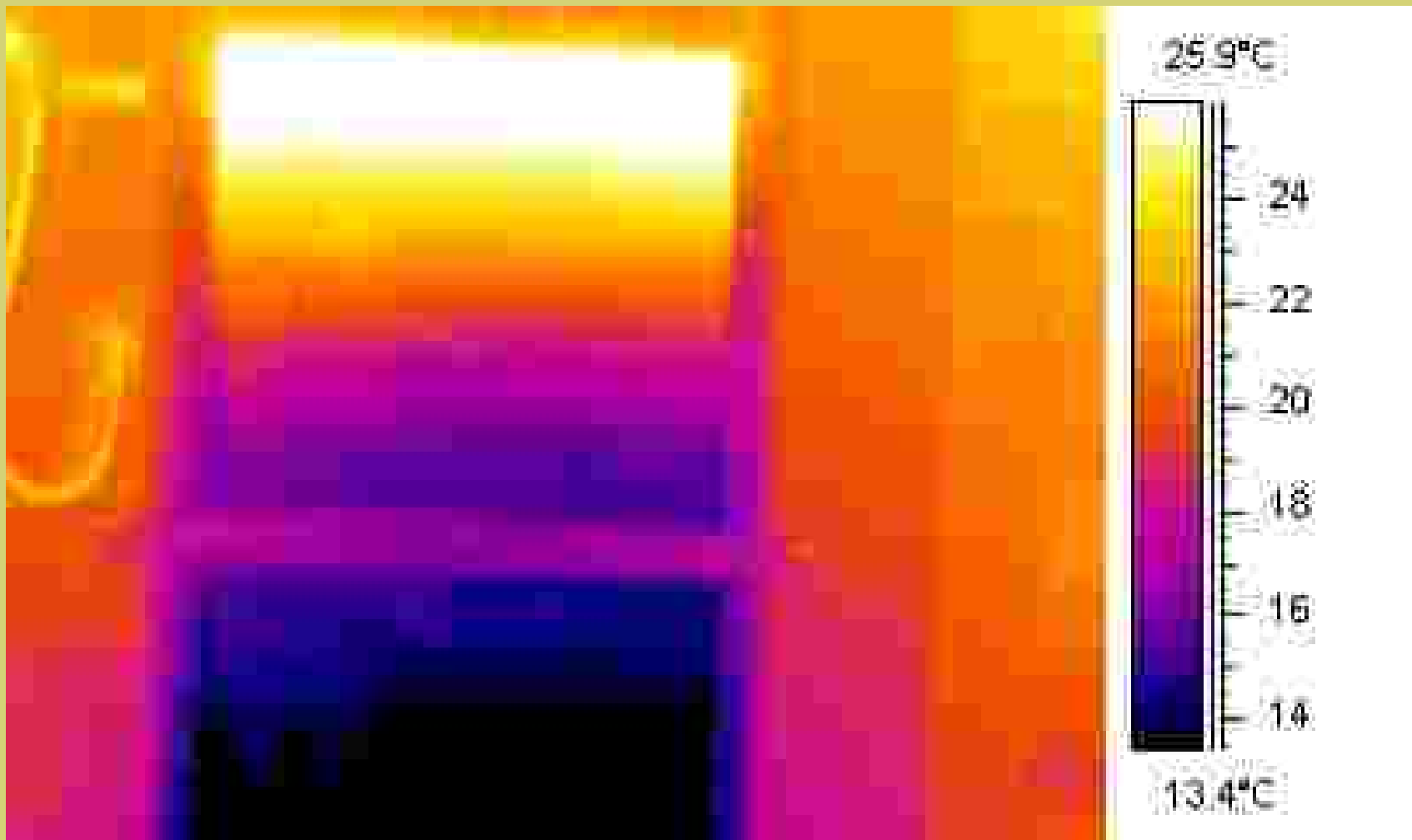
„Teplotní rozvrstvení v solárních zásobnících má hlavní vliv na tepelný výkon solárního systému bez ohledu na to, o jaký typ systému se jedná.“

Způsob jak se vyhnout narušení stratifikace (teplotní rozvrstvení) je nepoužít jakékoli trysky a přímé vstupy do nádrží.

Špatným návrhem vtoku je kvalita energie v zásobníku snižována.

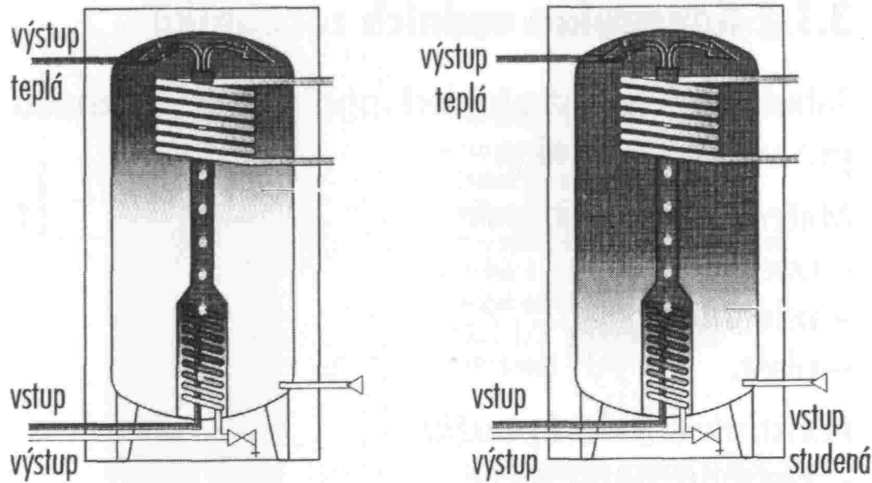


**Obr. 7 a)** Pokusné zařízení  
připravené na zkoušku  
stratifikace

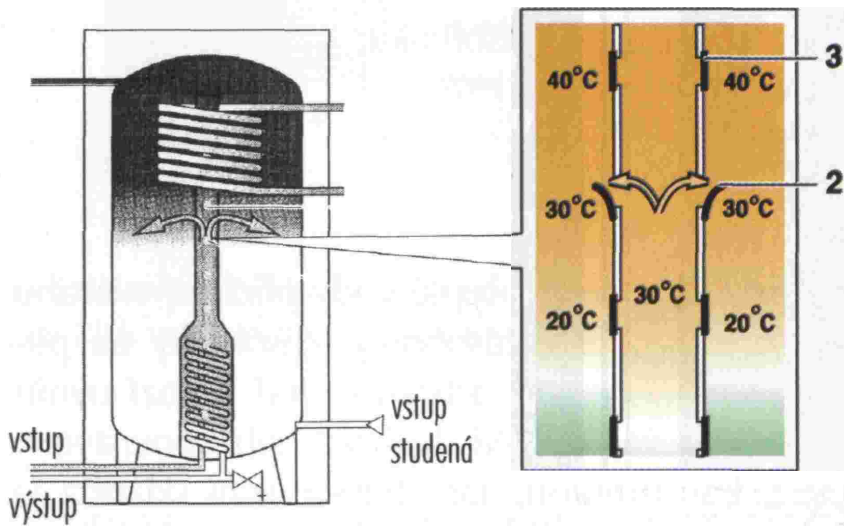


**Obr. 7 b)** Rozložení teplot ve stratifikačním zásobníku při měření na VŠB-TU

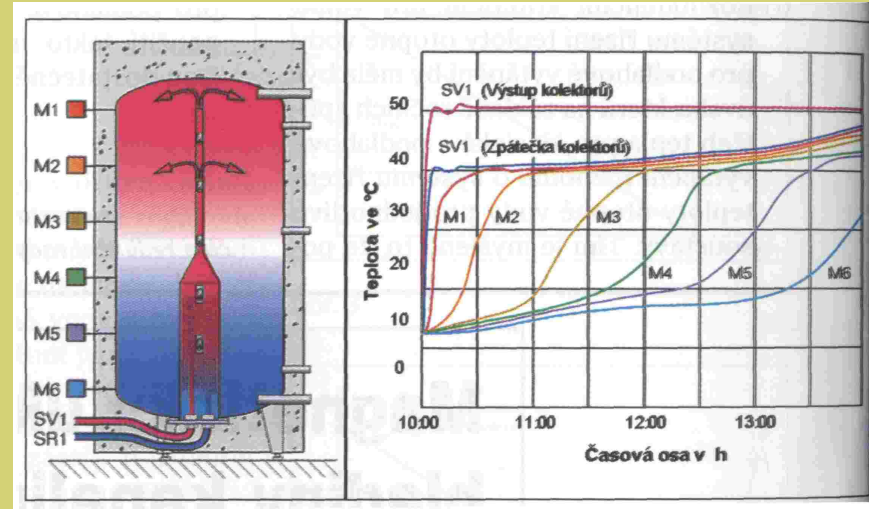




Postup nabíjení při plném ozáření



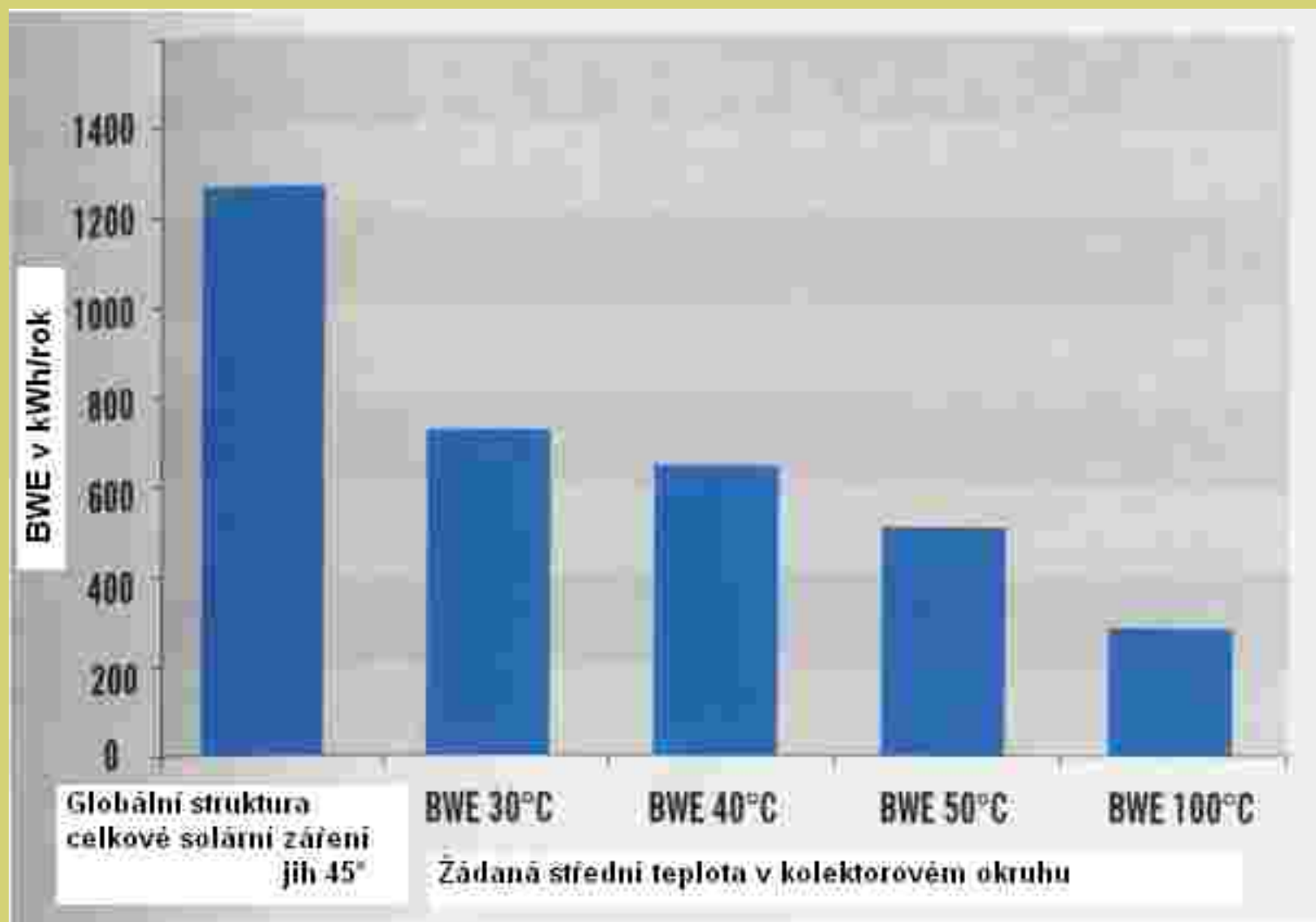
Výstup teplé vody z teplovodní trubky při malém ozáření



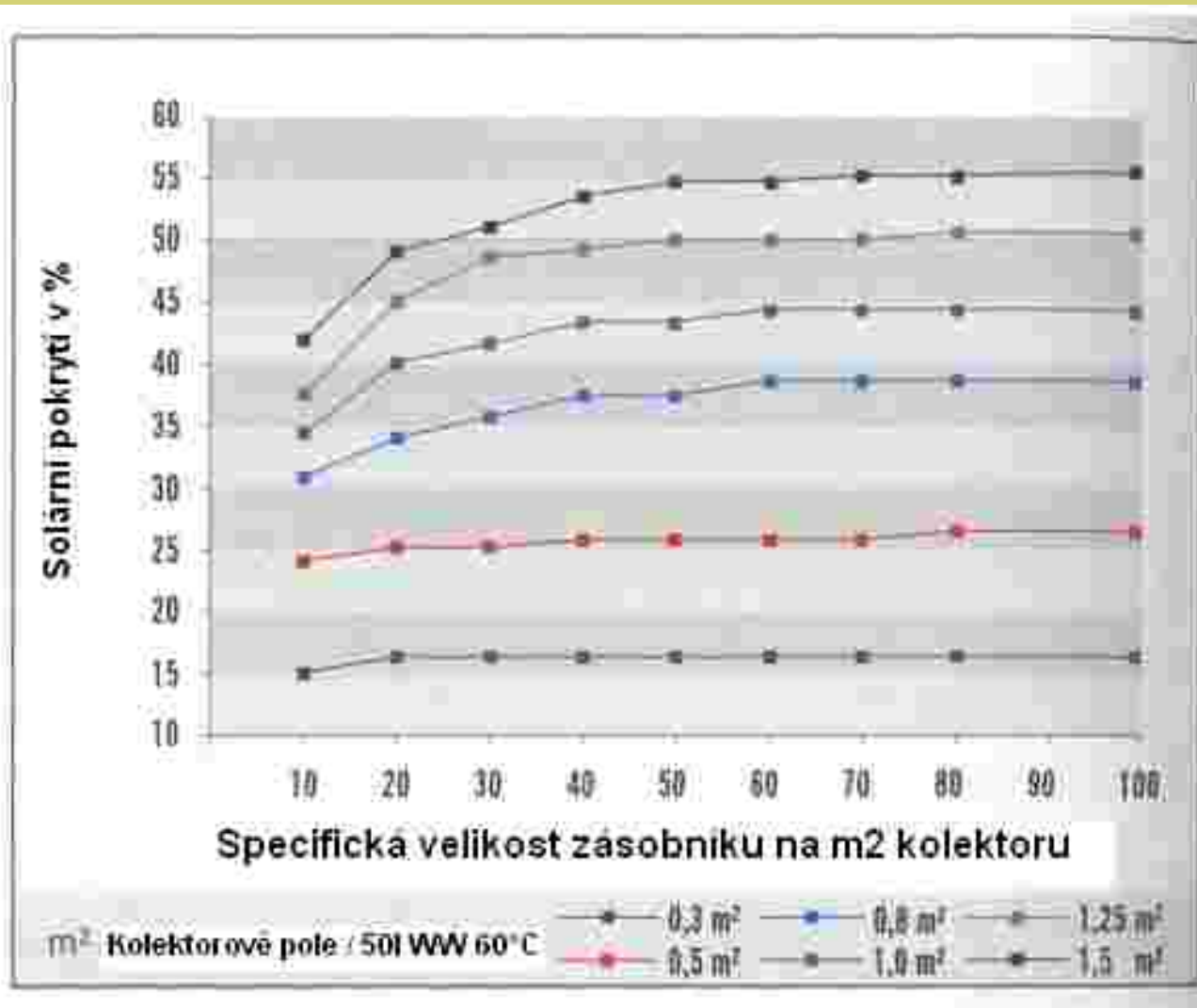
↑ Obr. 8 b) Ideální rozvrstvení podle teplot při nabíjení

← Obr. 8 a)  
Zásobník s termosifonem firmy Buderus, s nepřímým nabíjením a přímým vybíjením

## Celkové zisky tepla kolektorů v závislosti na střední teplotě abs. plochy

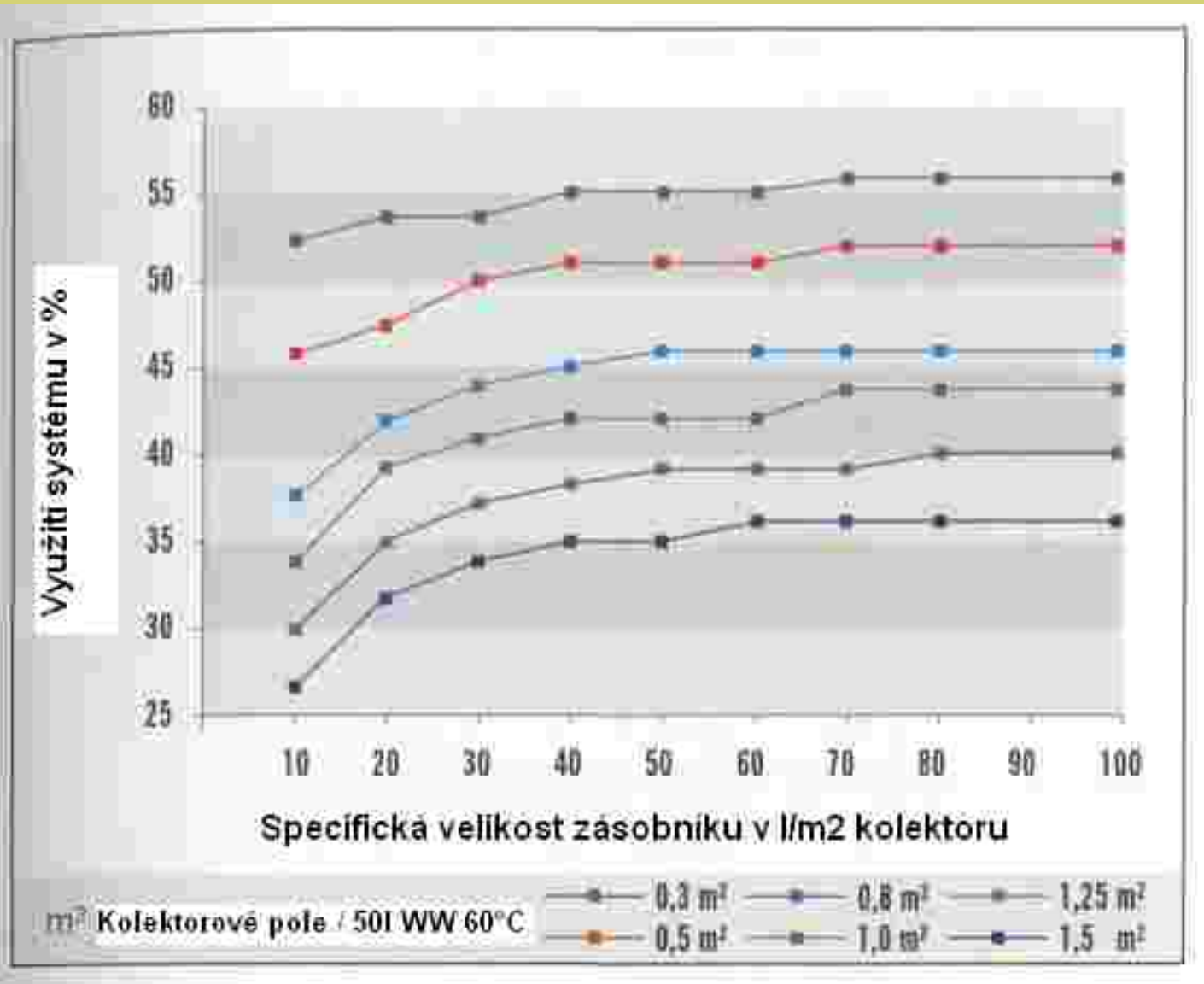


**Obr. 9** BWE – celkový solární zisk v kWh/rok  
zpracováno pro 47° s.š., azimut 0°, sklon kolektorů 45°

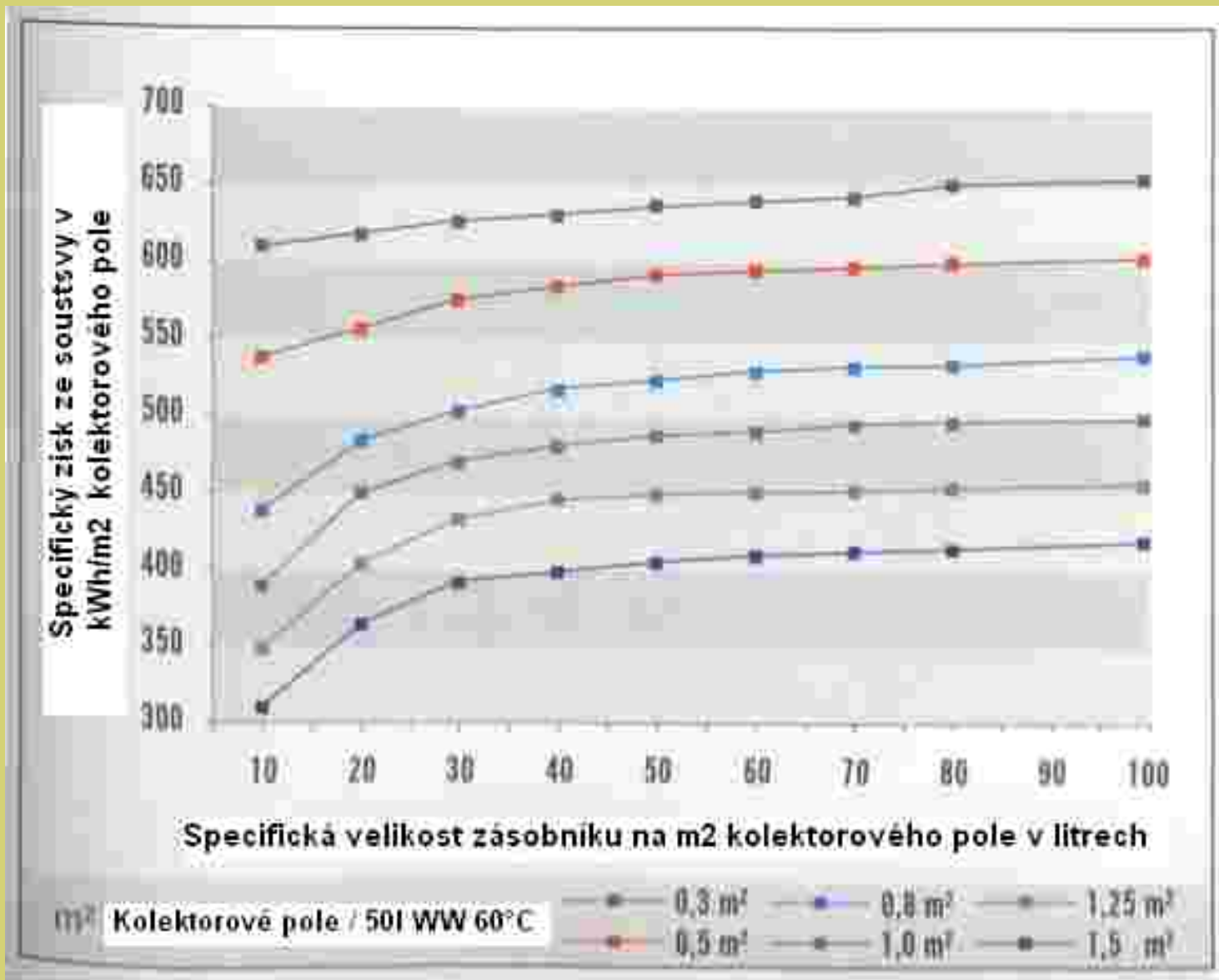


Obr. 10 Solární pokrytí v závislosti na velikosti kolektorového pole a zásobníku

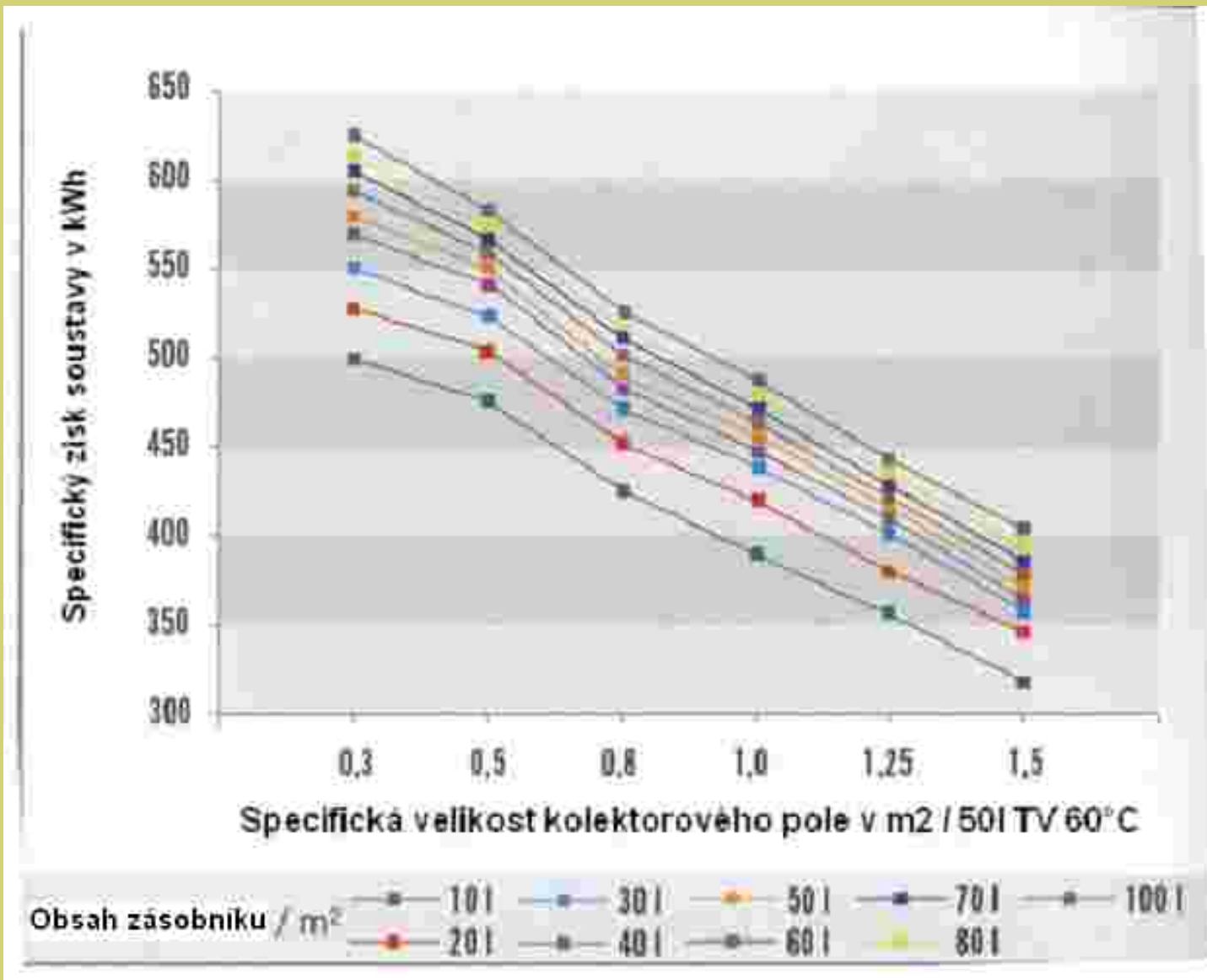
- zvětšení plochy 0,8 → 1,5 m² tj. o 88%, zvýší SF o 18% - při 60 l/m²
- zvětšení objemu ze 60 → 100 l/m² tj. o 67%, zvýší SF o 6%



**Obr. 11** Využití systému v závislosti na spec. velikosti kolektorů a zásobníku (víkendové využití)



Obr. 12 Zisk na m² kolektorového pole (víkendové využití)

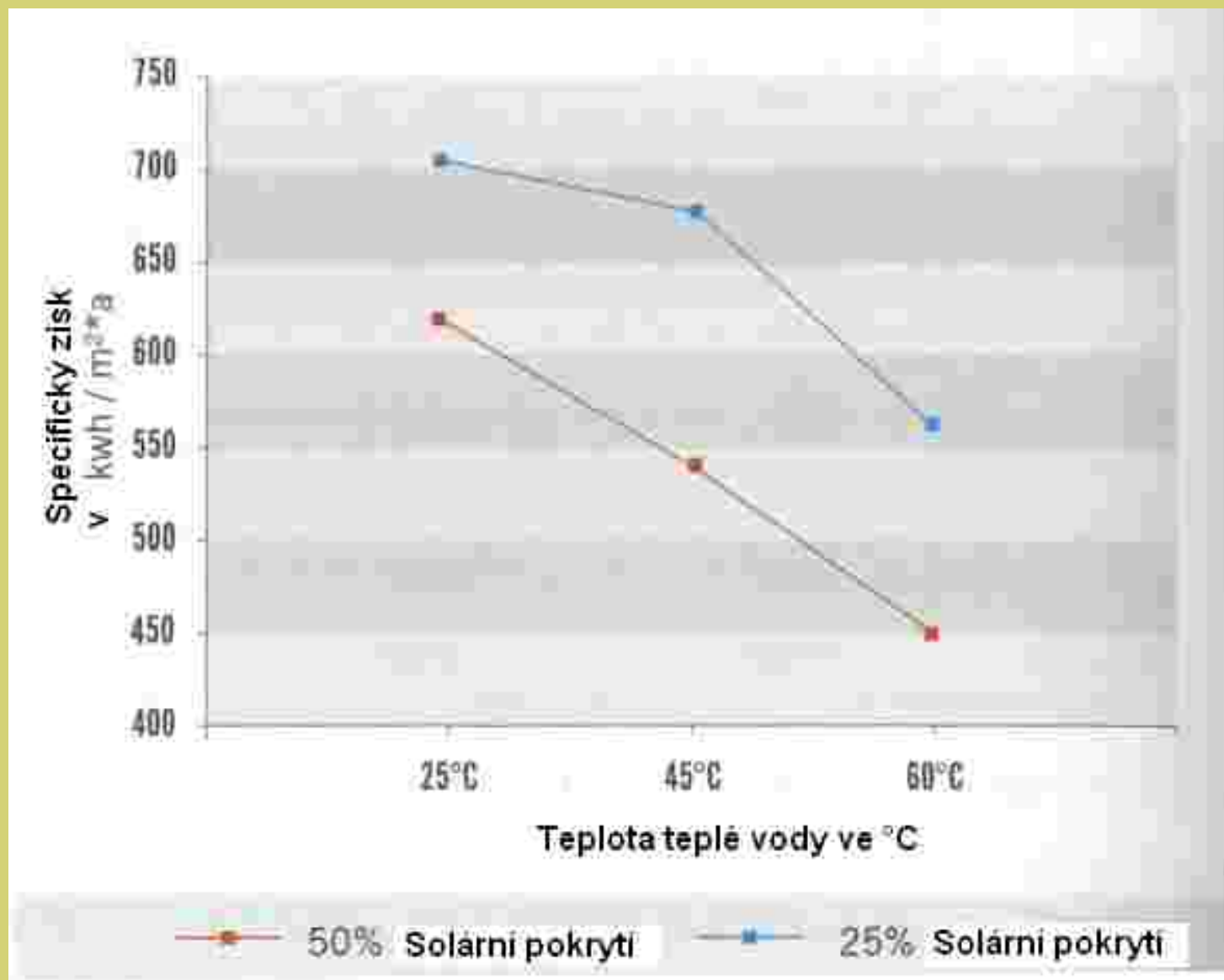


Obr. 13 Specifický zisk v závislosti na specifické velikosti kolektorového pole

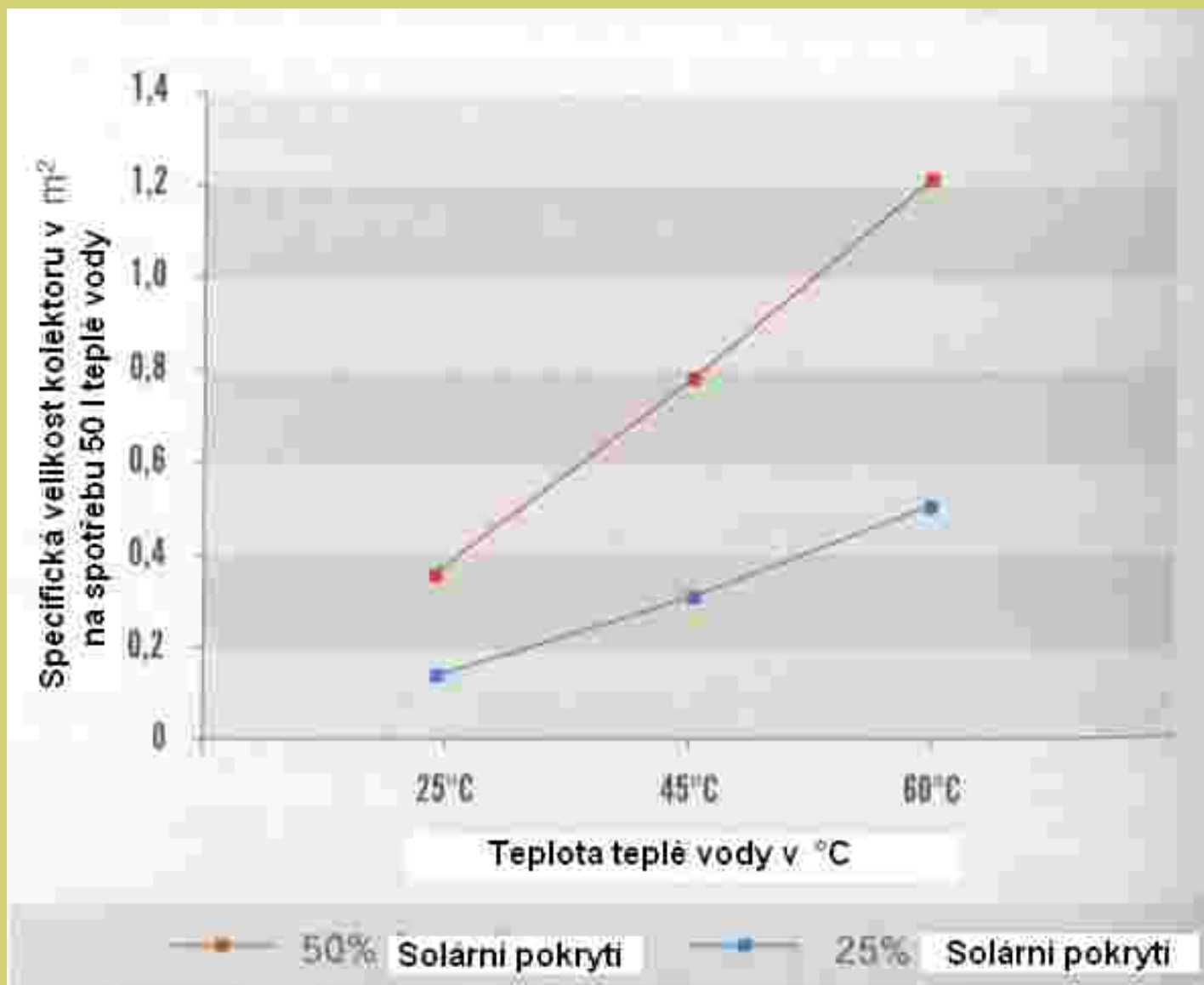


<b>Místo</b>	<b>zem. S.Š.</b>	<b>nad.výška m.n.m</b>	<b>Měrný zisk při solárním pokrytí</b>		<b>odchylka</b>
			<b>25%</b>	<b>50%</b>	
<b>Hamburg</b>	<b>53,4</b>	<b>14</b>	<b>545</b>	<b>420</b>	<b>95%</b>
<b>Berlin</b>	<b>52,0</b>	<b>51</b>	<b>573</b>	<b>451</b>	<b>100%</b>
<b>Köln</b>	<b>51,0</b>		<b>589</b>	<b>461</b>	<b>103%</b>
<b>Dresden</b>	<b>51,0</b>	<b>271</b>	<b>593</b>	<b>471</b>	<b>103%</b>
<b>Frieburg/ Breisgau</b>	<b>48</b>		<b>705</b>	<b>545</b>	<b>123%</b>

**Tab. 3** Srovnání specifických solárních zisků na různých stanovištích

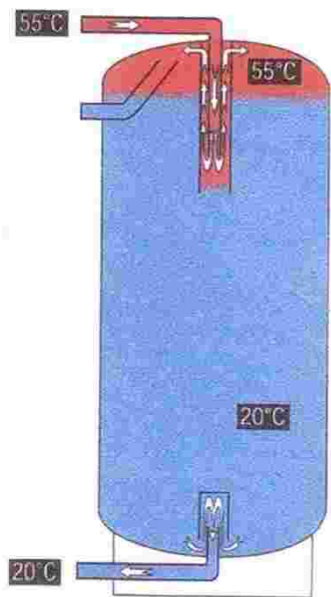


**Obr. 14** Specifický zisk z kolektoru v závislosti na požadované teplotě teplé vody a na solárním pokrytí

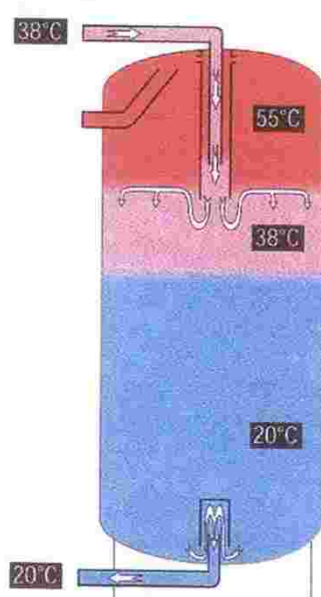


**Obr. 15** Specifické plochy kolektorů pro dosažení různých hodnot pokrytí při rozličných teplotách připravované teplé vody

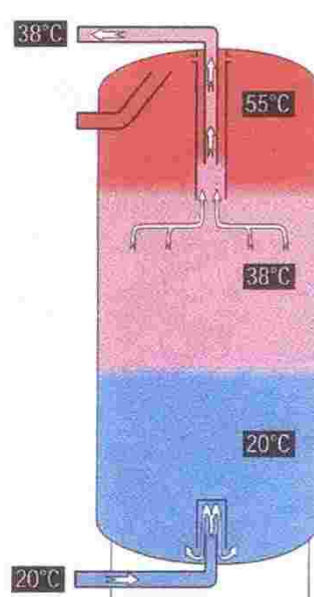
### 1. Nabíjení zóny teplé vody



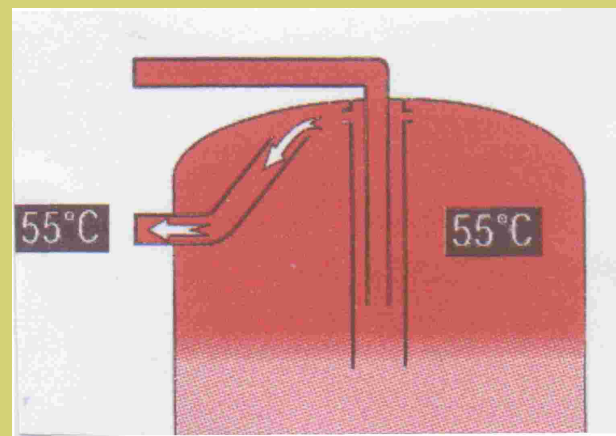
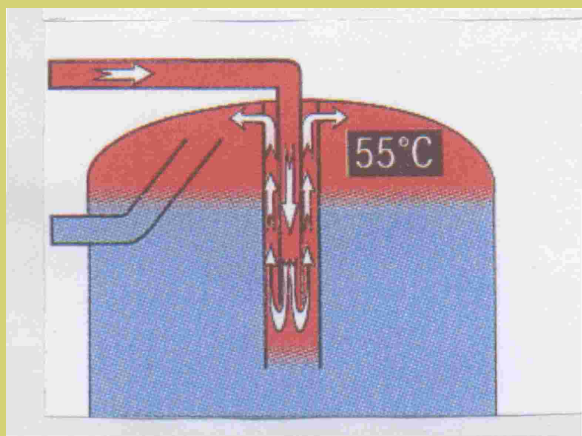
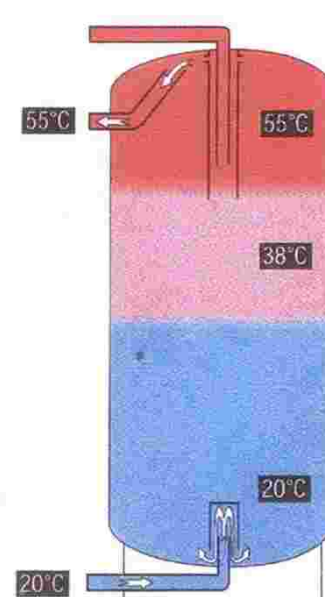
### 2. Nabíjení zóny vytápění



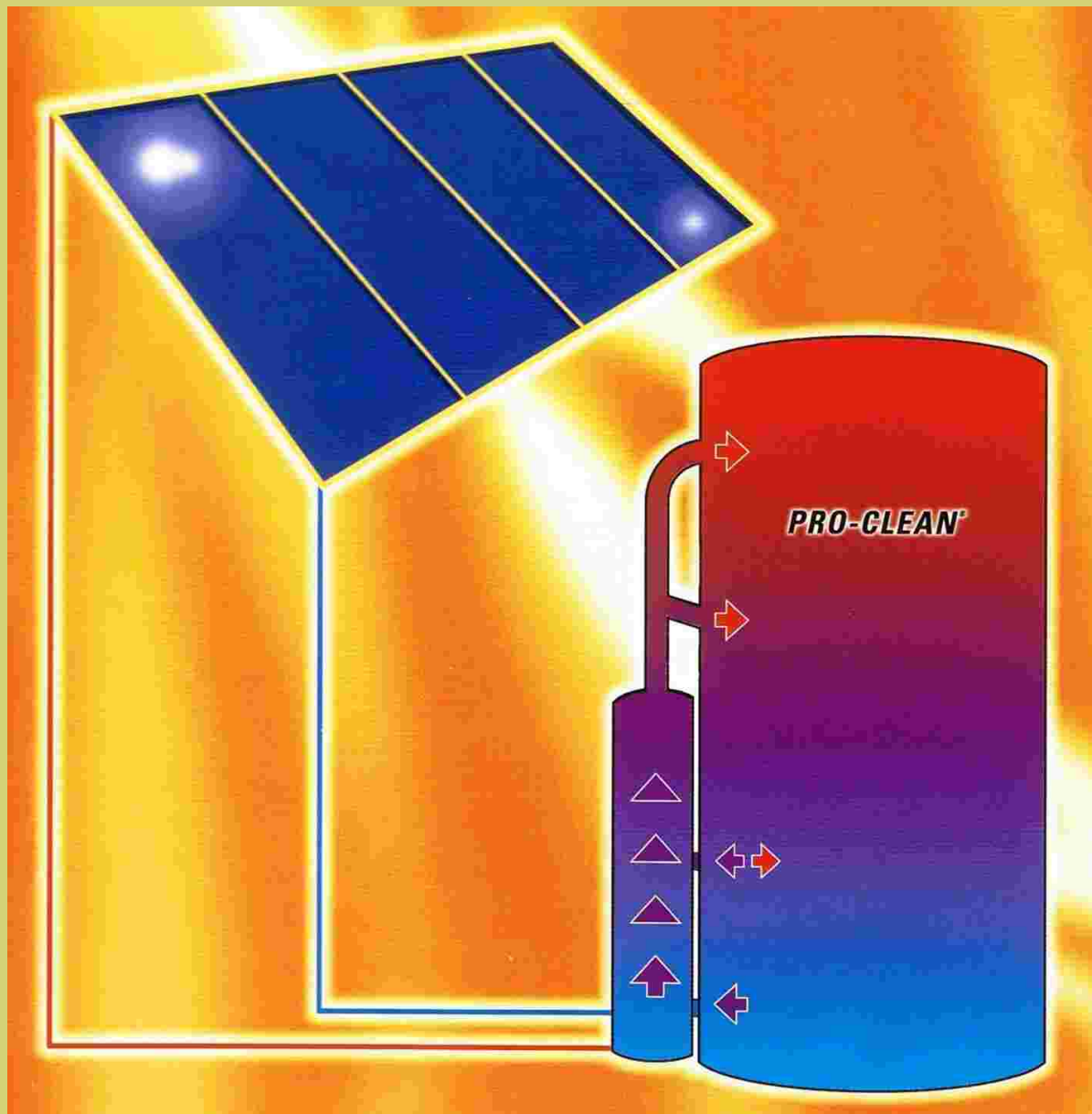
### 3. Vybíjení zóny teplé vody



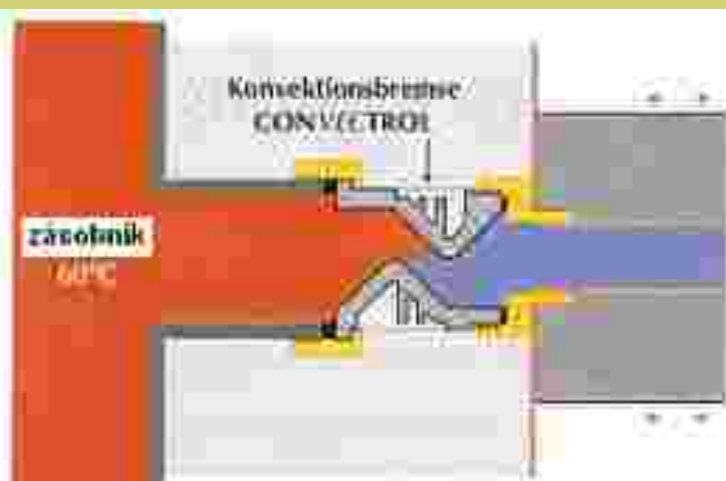
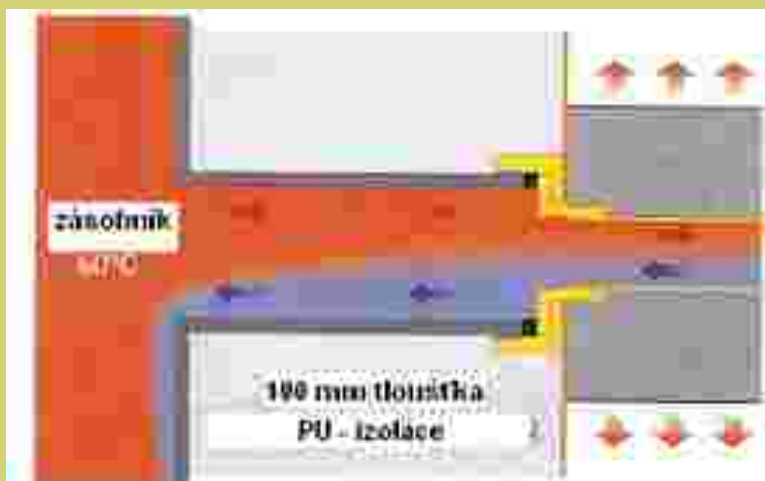
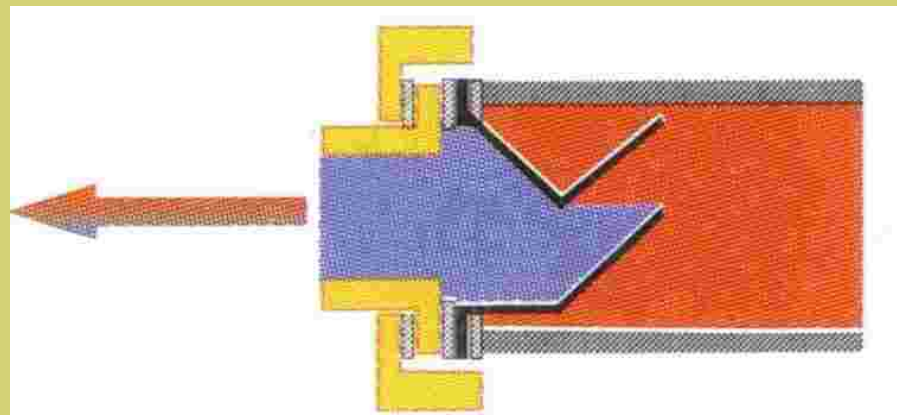
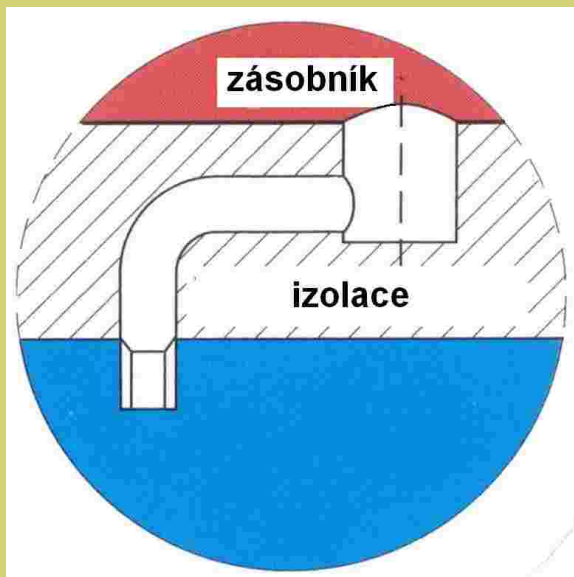
### 4. Vybíjení zóny vytápění



Obr. 16 Vybíjení a nabíjení stratifikačního zásobníku



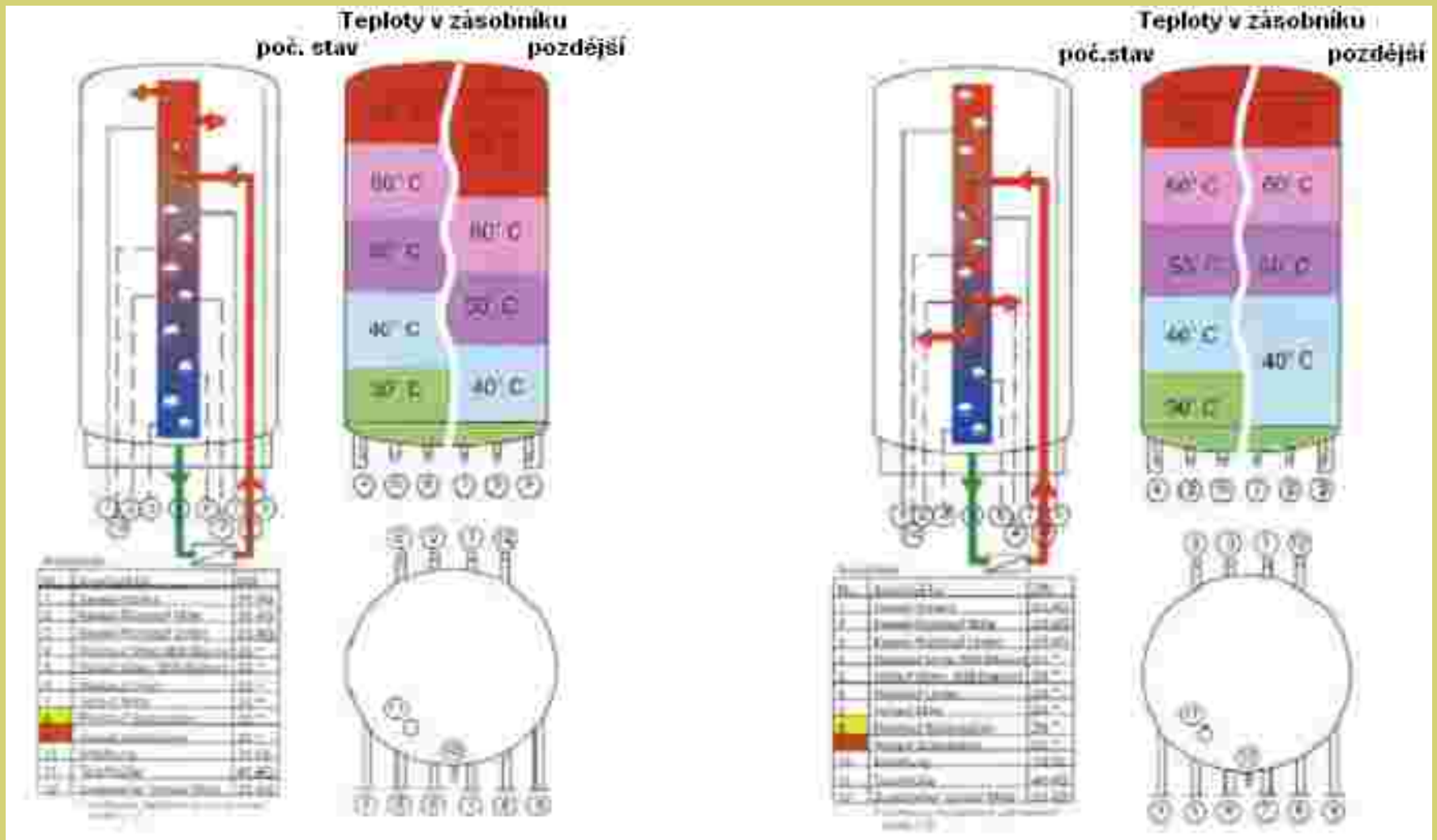
**Obr. 17** Stratifikační zásobník s externím výměníkem - nabíjení



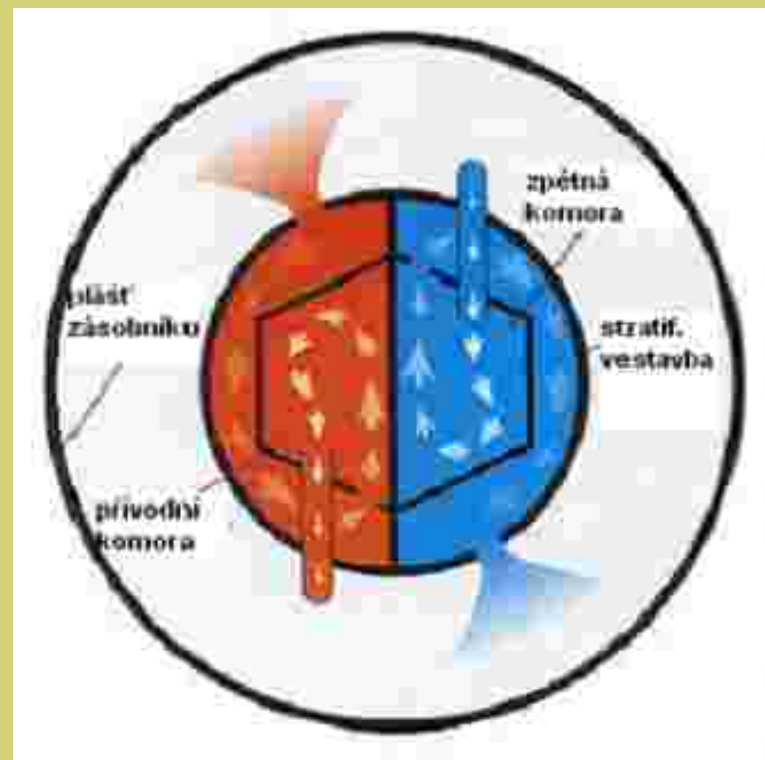
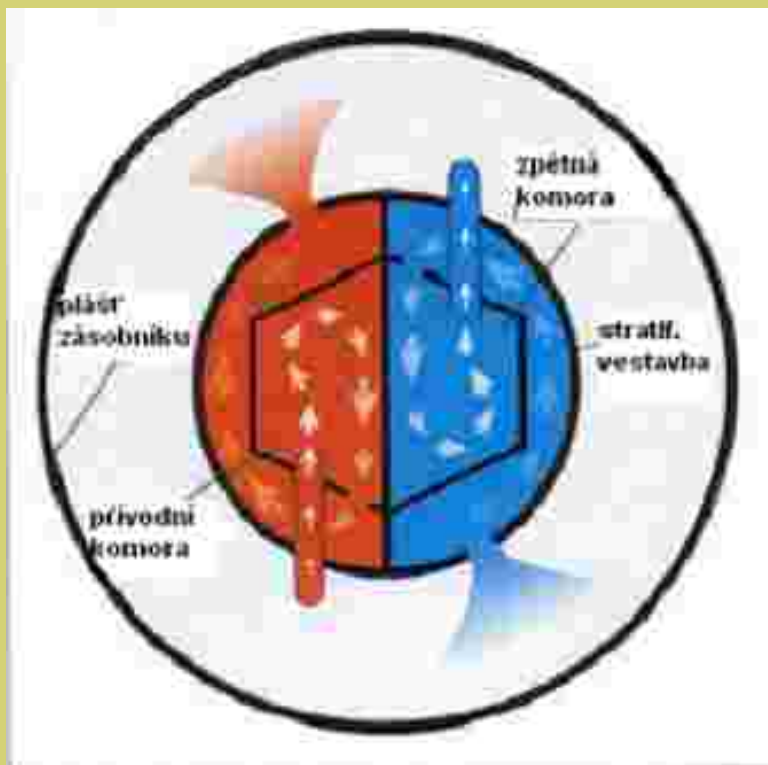
Obr. 18 a,b,c



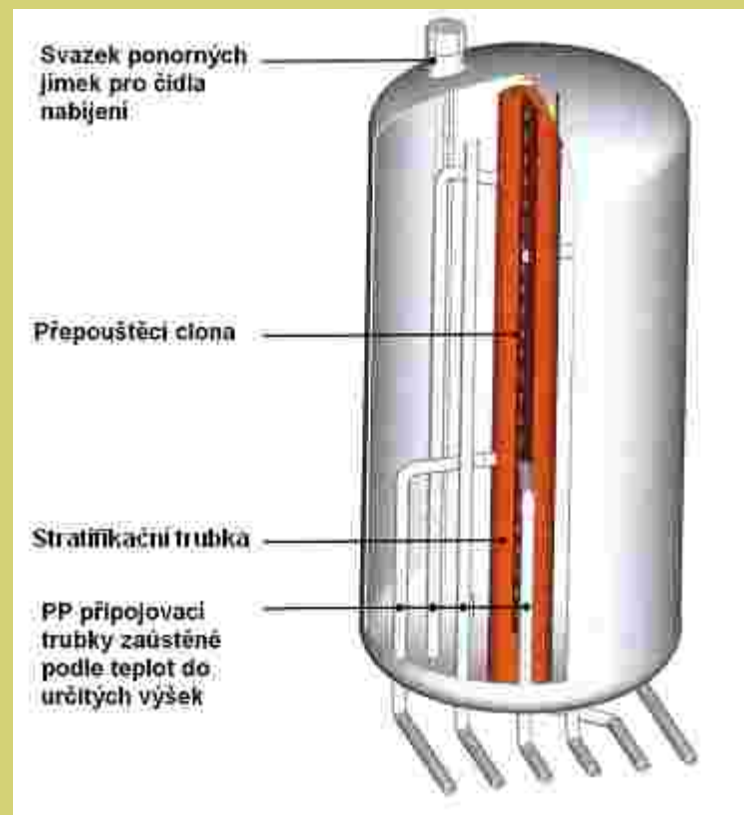
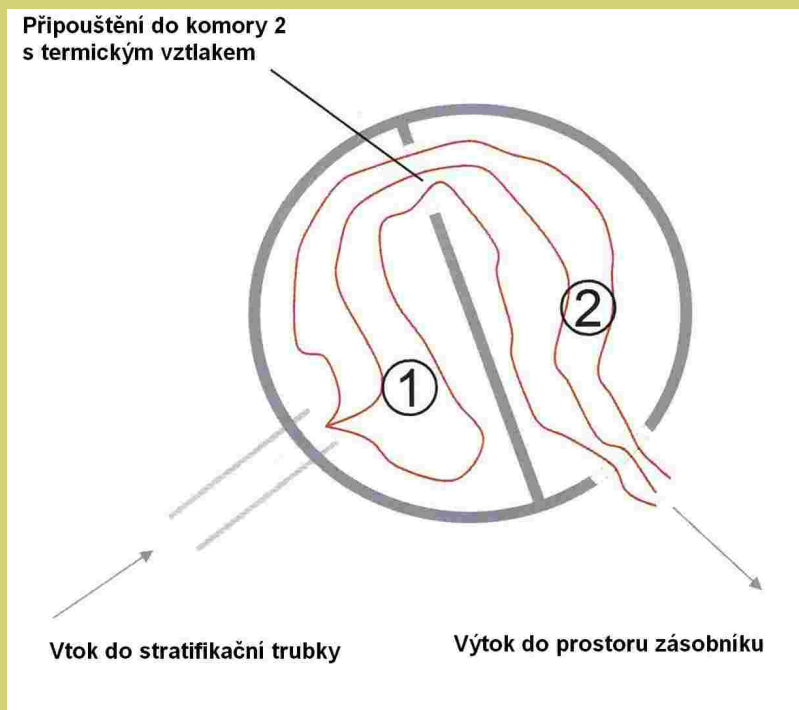
# Teploty ve stratifikačním zásobníku



Obr. 19

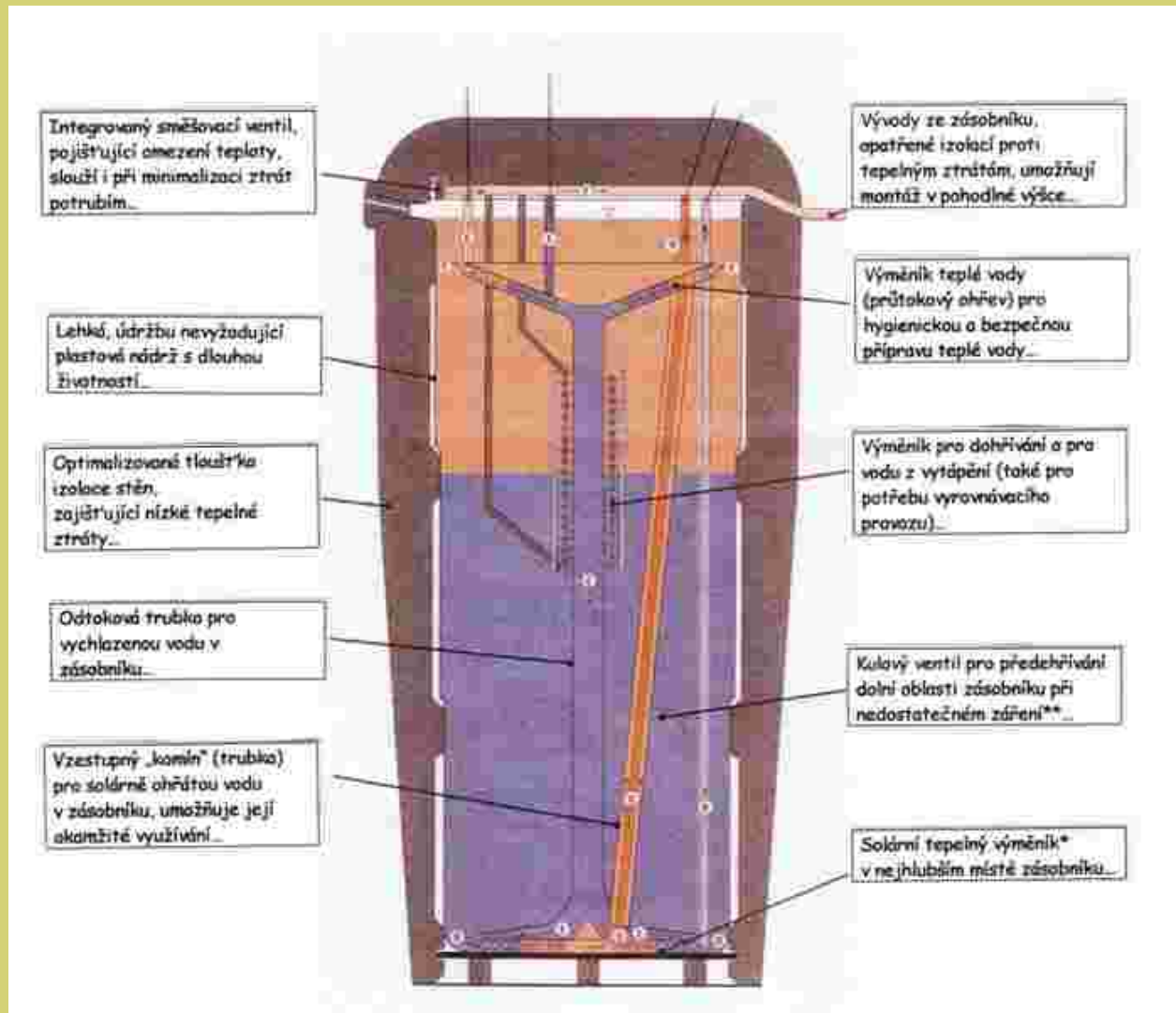


**Obr. 20 a,b** Stratifikační vestavby solárního zásobníku



**Obr. 21 a,b** Stratifikační zásobník s rozdělovacími komorami

# Stratifikační zásobník CONUS 500



Obr. 22





















