



1/58

Zásobníky tepla

- typy
- navrhování objemu
- stratifikace
- tepelné ztráty



2/58

Voda jako akumulční látka

- dostupná
 - levná
 - netoxická
 - nehořlavá
 - výborné přenosové vlastnosti (vodivost)
 - vysoká tepelná kapacita
-
- omezený rozsah použití (0 až 100 °C)
 - malé povrchové napětí (úniky netěsnostmi)
 - korozivita





Typy zásobníků

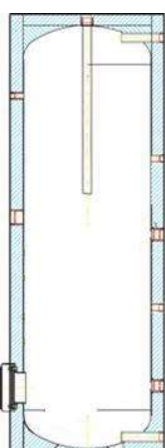
3/58

- **podle účelu použití**
 - zásobníky teplé vody
 - zásobníky otopné vody, zásobníky tepla, kombinované
- **podle teplosměnné plochy (počtu)**
 - nádrže (0), monovalentní (1), bivalentní (2), trivalentní (3), ...
- **podle tlaku**
 - tlakové
 - netlakové (volná hladina)
- **podle periody akumulace**
 - krátkodobé (denní, několikadenní)
 - dlouhodobé (sezónní)

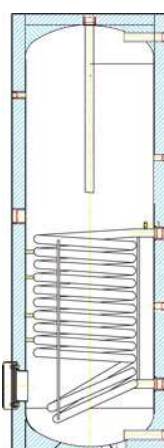


Vodní zásobníky TV – teplosměnné plochy

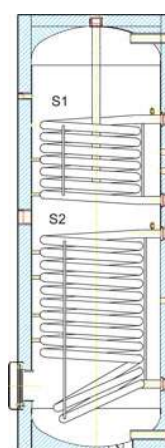
4/58



nádrže



monovalentní

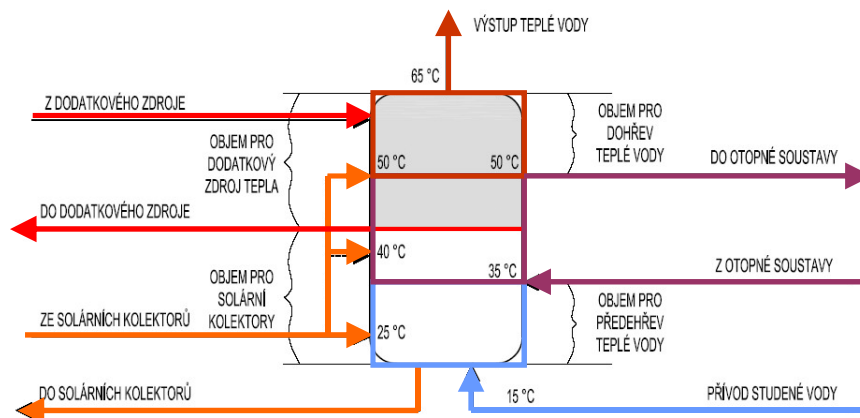


bivalentní



5/58

Vodní zásobníky kombinované (TV+VYT)

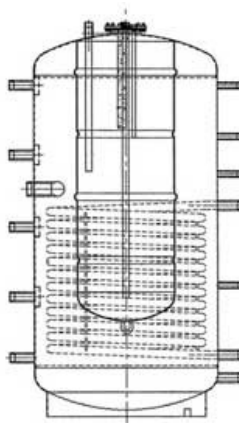


6/58

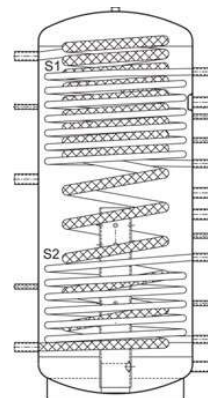
Vodní zásobníky – kombinované (TV+VYT)



s průtočným výměníkem



nádrž v nádrži



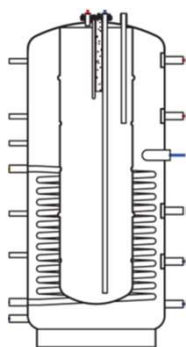
průtočný akumulční výměník



7/58

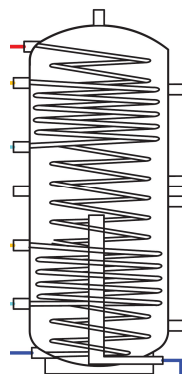
Kombinované zásobníky pro RD

nádrž v nádrži



malá teplosměnná plocha
malé odběry
1 – 2 osoby

trubkový výměník



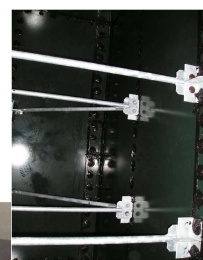
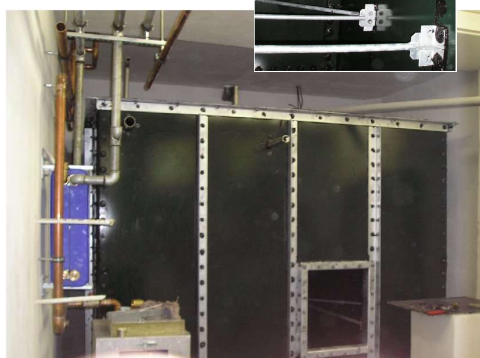
více než 2x větší plocha
větší odběry
3 - 4 osoby



8/58

Zásobníky tepla

- tlakový zásobník x netlakový
 - umístění velkých objemů při rekonstrukcích





Jak velký solární zásobník ?

9/58

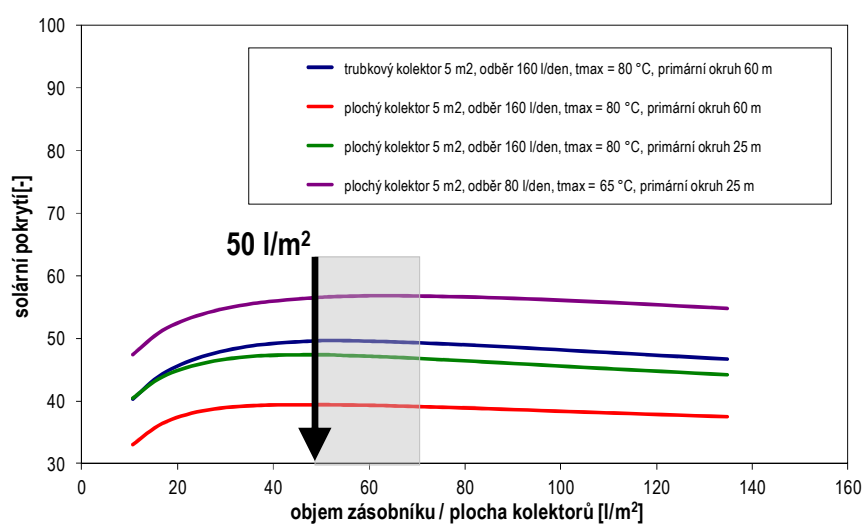
- **příprava teplé vody**
 - 50 l/m² kolektorové plochy

- **podpora vytápění**
 - 50 až 70 l/m² kolektorové plochy
 - závisí, zda je zároveň zásobníkem pro jiný zdroj tepla
 - dřevokotel s ručním přikládáním 50 l/kW
 - automatický na pelety 25 l/kW
 - tepelné čerpadlo 30 l/kW
 - plynový kotel kondenzační 25 l/kW



Porovnání velikosti akumulace

10/58

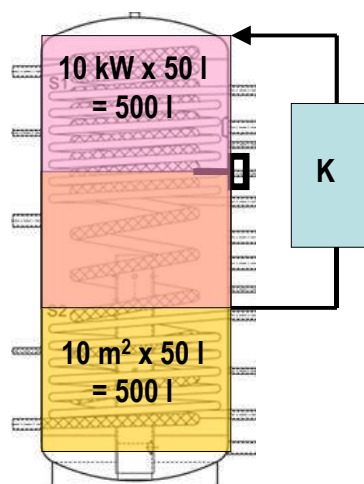




11/58

Jak velký solární zásobník ?

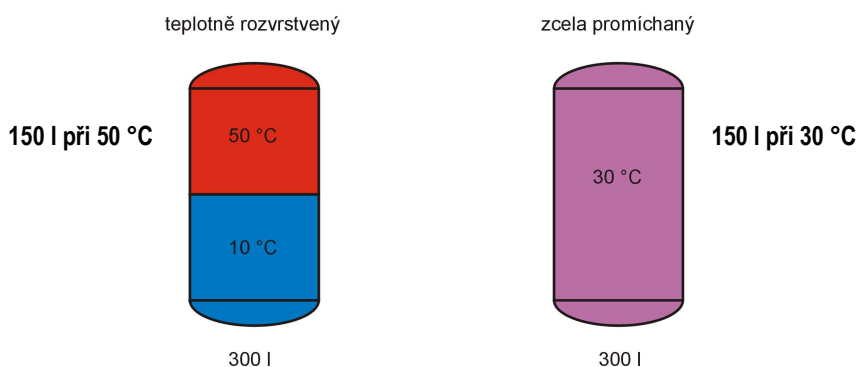
- **kombinovaný zásobník**
 - společný pro solární soustavu a hlavní zdroj tepla
- **příklad**
 - solární soustava 10 m²
 - kotel na dřevo 10 kW
 - 2/3 objemu = cca 500 l
 - zásobník 750 l



12/58

Exergie = využitelná energie (teplota)

využitelnost naakumulované energie ~ využitelné teplotě



teplotní vrstvení = vysoká účinnost, vysoké pokrytí



13/58

Faktory ovlivňující vrstvení

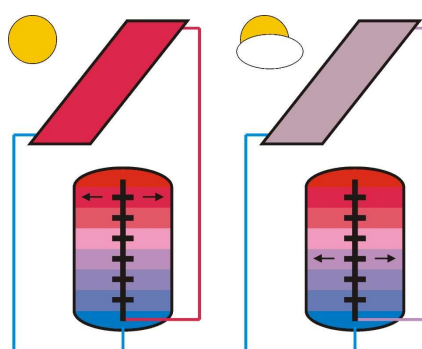
- štíhlost zásobníku: poměr výška / šířka
- přívod teplé vody
- odběr teplé vody
- přívod studené vody
- tepelné ztráty zásobníku
- vertikální vedení tepla ve stěně zásobníku
- vedení pracovní látkou zásobníku



14/58

Zásobníky tepla se řízeným vrstvením

- **stratifikace** (teplotní vrstvení) objemu zásobníku podle teploty – ukládání tepla do vrstev o podobné teplotě
- v horní části je výrazně vyšší teplota než ve spodní části (udržuje se studená)
- snížení potřeby dodatkové energie
- zvýšení využití solárních zisků



zvýšení solárního podílu



15/58

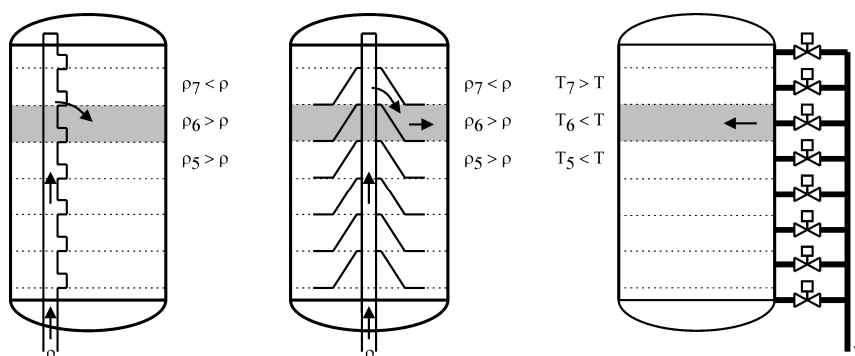
Zásobníky tepla se řízeným vrstvením

- předpokladem je nízký průtok (low flow) dosažení vyššího teplotního rozdílu na kolektoru (30 až 40 K)
- např. řízení soustavy na konstantní výstupní teplotu, „once – through“ režim – ohřev na požadovanou teplotu při jediném průchodu teplotonosné kapaliny kolektorem
- stratifikační vestavby
 - aktivní
 - pasivní



16/58

Řízené teplotní vrstvení



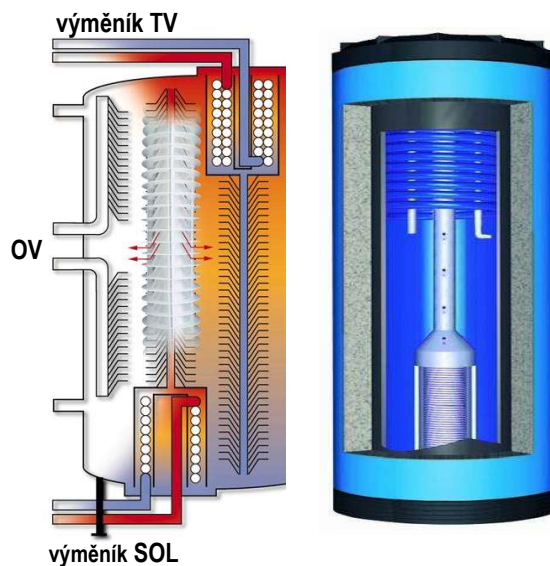
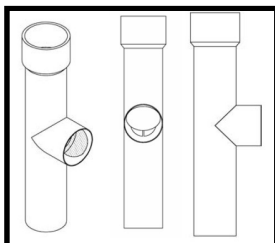
přívod do teplotně podobné vrstvy na základě podobné hustoty (pasivní)

pokročilá regulace aktivní prvky



Stratifikační vestavby

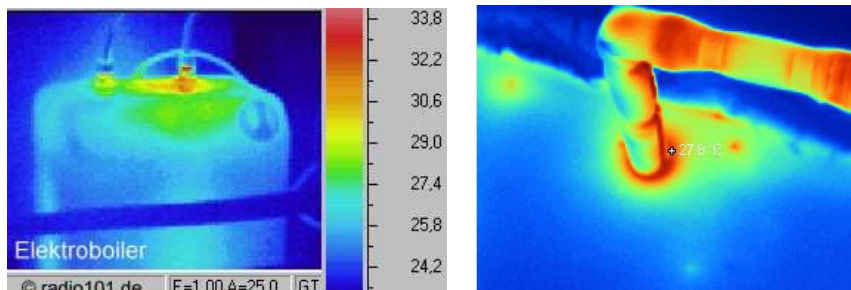
17/58



Tepelné ztráty

18/58

- ovlivňují zásadně účinnost akumulace
- tepelná izolace zásobníků
- provedení přípojek – tepelné mosty
- provedení přípojek – degradace teplotního vrstvení





19/58

Tepelné ztráty zásobníku

- měrná tepelná ztráta válcového zásobníku $U \cdot A$ [W/K]

$$UA = \frac{L}{\frac{1}{\pi D_i \alpha_i} + \frac{1}{2\pi \lambda_{iz}} \ln \frac{D_i + 2s_{iz,s}}{D_i} + \frac{1}{\pi (D_i + 2s_{iz}) \alpha_e}} + \frac{\pi \cdot (D_i + 2 \cdot s_{iz,s})^2}{2 \cdot \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s_{iz,d}}{\lambda_{iz,d}} + \frac{1}{\alpha_e} \right)}$$

stěna

2 x dno

D_i průměr zásobníku (bez izolace)

L výška

s_{iz} tloušťka izolace

λ_{iz} tepelná vodivost izolace

α_i součinitel přestupu tepla na straně kapaliny

α_e součinitel přestupu tepla na straně okolí



20/58

Tepelné ztráty zásobníku

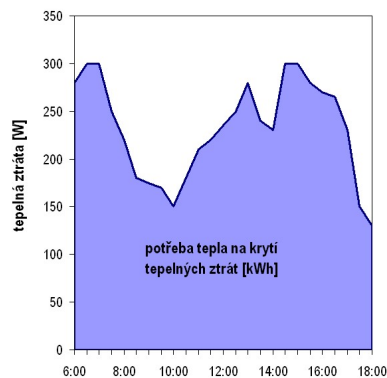
- tepelná ztráta zásobníku (výkon)

$$\dot{Q}_{z,aku} = U \cdot A \cdot (t_{aku} - t_{ok}) \quad [\text{W}]$$

- ztráta tepla zásobníku (energie)

$$Q_{z,aku} = \int \dot{Q}_z d\tau \quad [\text{MJ, kWh}]$$

$$Q_{z,aku} = \sum_{i=1}^n U \cdot A \cdot (t_{aku,i} - t_{ok,i}) \cdot \Delta \tau_i$$





21/58

Požadavky zahraniční, smysluplné

