

# Spolupráce hybridního FVT kolektoru a tepelného čerpadla

Tomáš Matuška

Energetické systémy budov, UCEEB

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

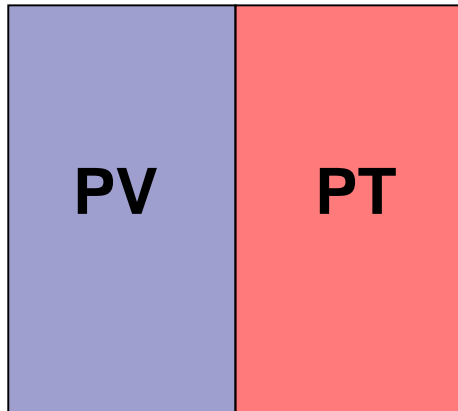
ČVUT v Praze

# Hybridní FVT kolektor



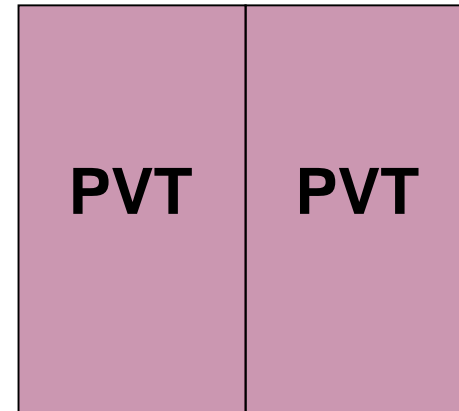
## ) CO JSOU HYBRIDNÍ FVT KOLEKTORY?

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



**150  $W_e$**

**750  $W_t$**



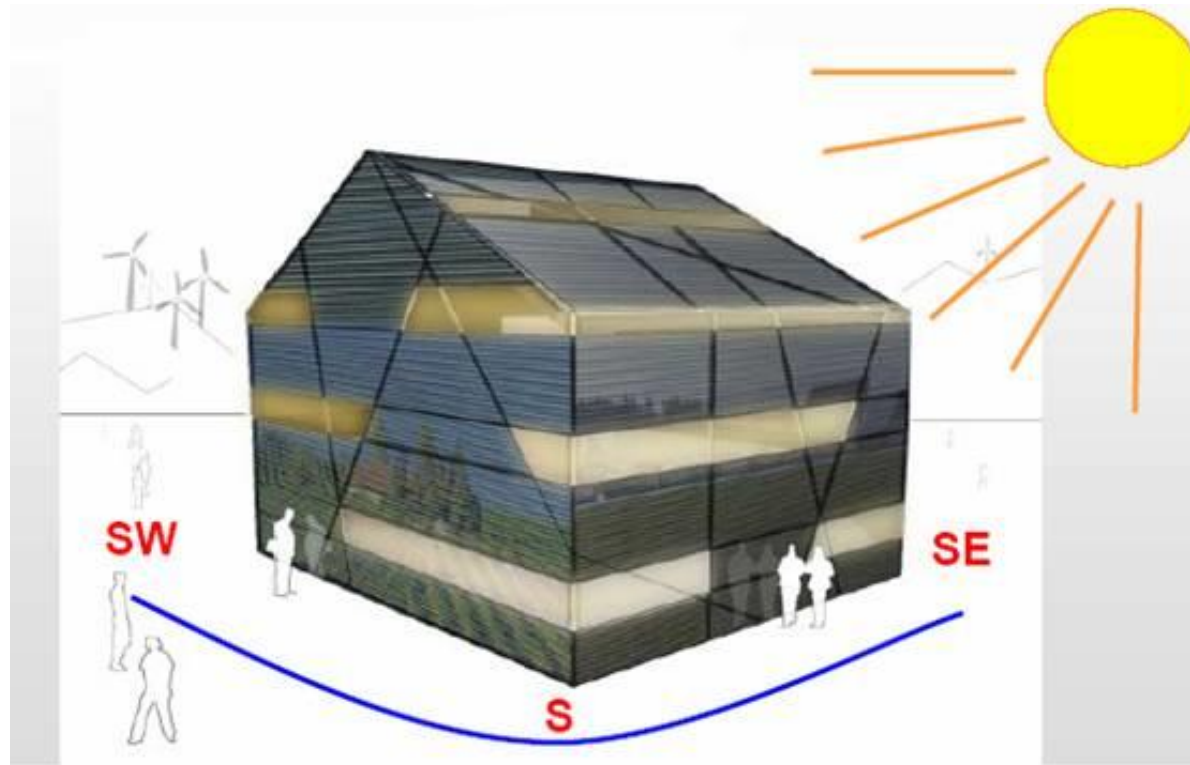
**300  $W_e$**

**1200  $W_t$**

# ) MOTIVACE – POTŘEBA TEPLA A ELEKTŘINY V BUDOVÁCH



# ) MOTIVACE – NEDOSTATEK PLOCHY NA OBÁLCE BUDOV



# ) MOTIVACE – NEDOSTATEK PLOCHY (NEJEN) NA OBÁLCE BUDOV



# ) CO JE NA TRHU?

- **nezasklené FVT kolektory**

- vyšší produkce elektrické energie
- velmi nízká produkce tepla
- na bázi současných FV modulů



## ) CO JE TREND VE VÝVOJI?

- **zasklené FVT kolektory**

- vyšší produkce tepla, na využitelné teplotní úrovni
- produkce elektrické energie jako bonus
- nová technologie laminace
- **odolná teplotám > 100 °C**

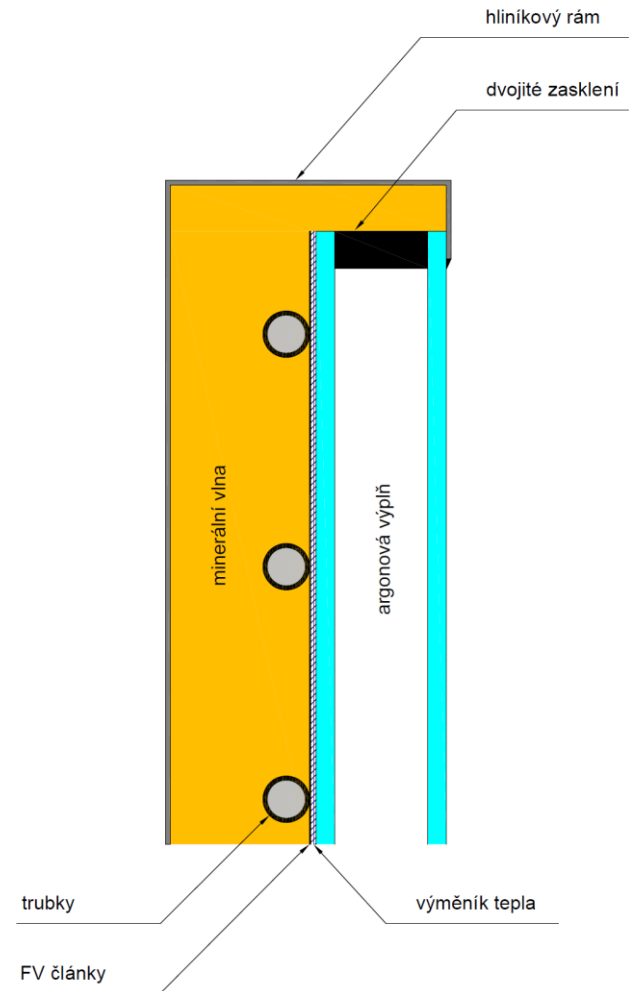
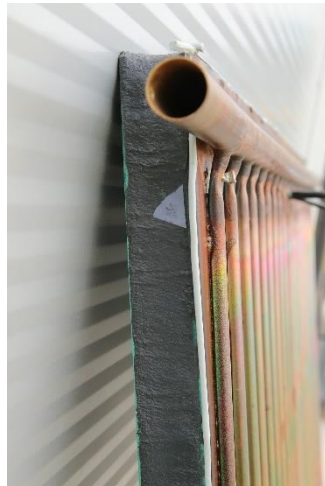
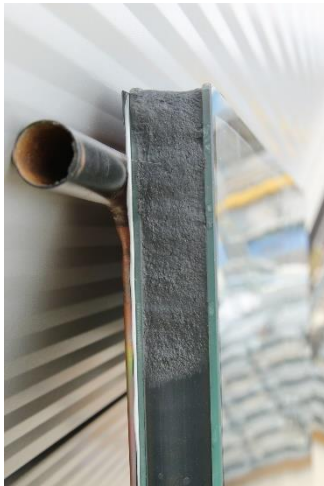


Carrisa Plains



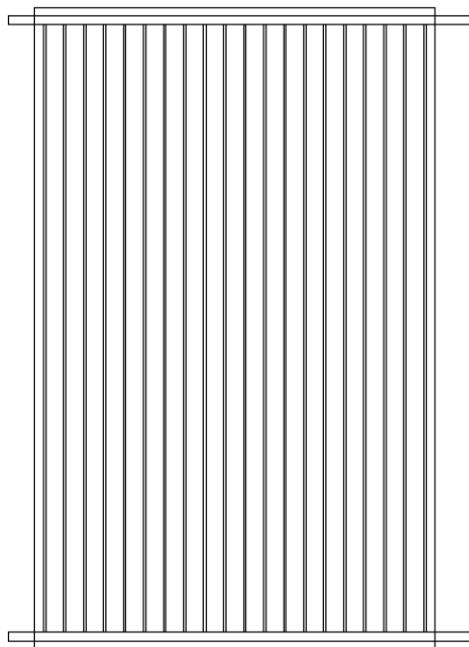
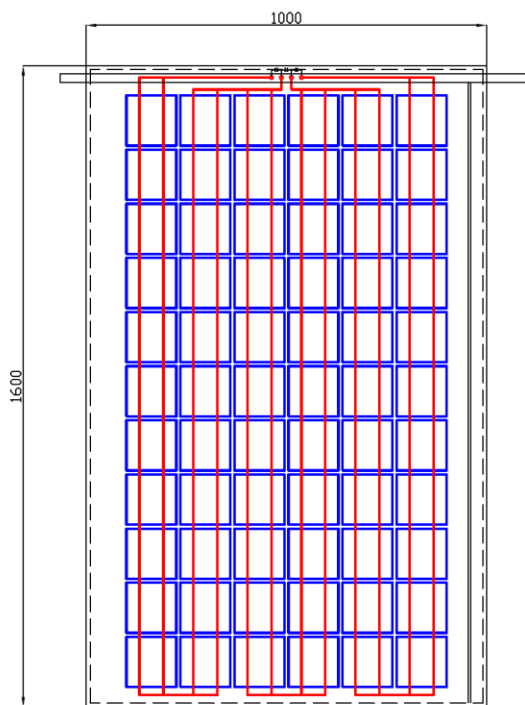
- **zapouzdření FV článků do polysiloxanového gelu**

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



# ) KONFIGURACE

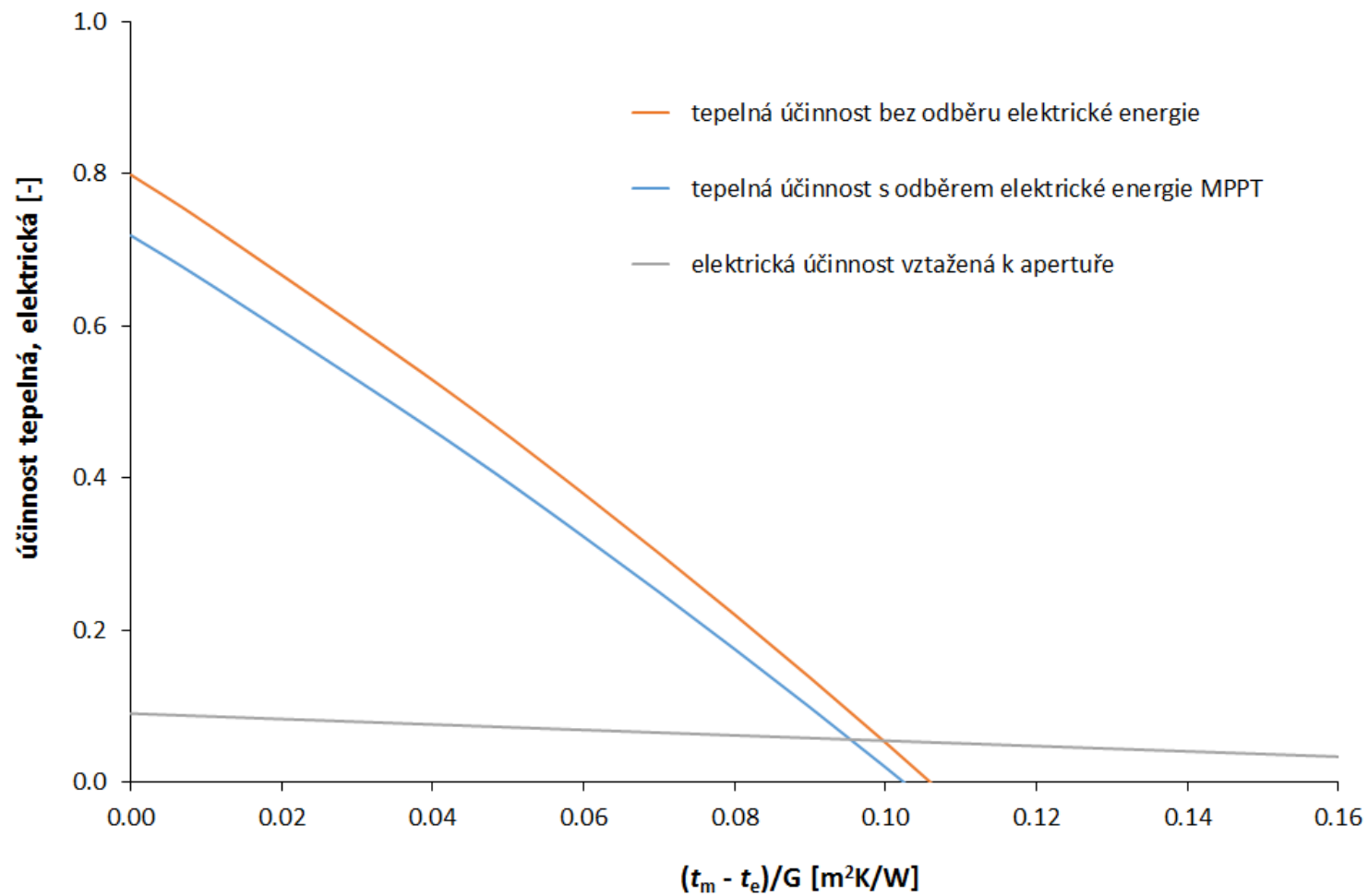
- **rozměr prvku 1600 x 1000 mm**
  - 66 monokrystalických článků 125x125 mm
  - měděný absorbér
  - dvojsklo: bez povlaku, s povlakem (emisivita 0.3, propustnost 0.86)



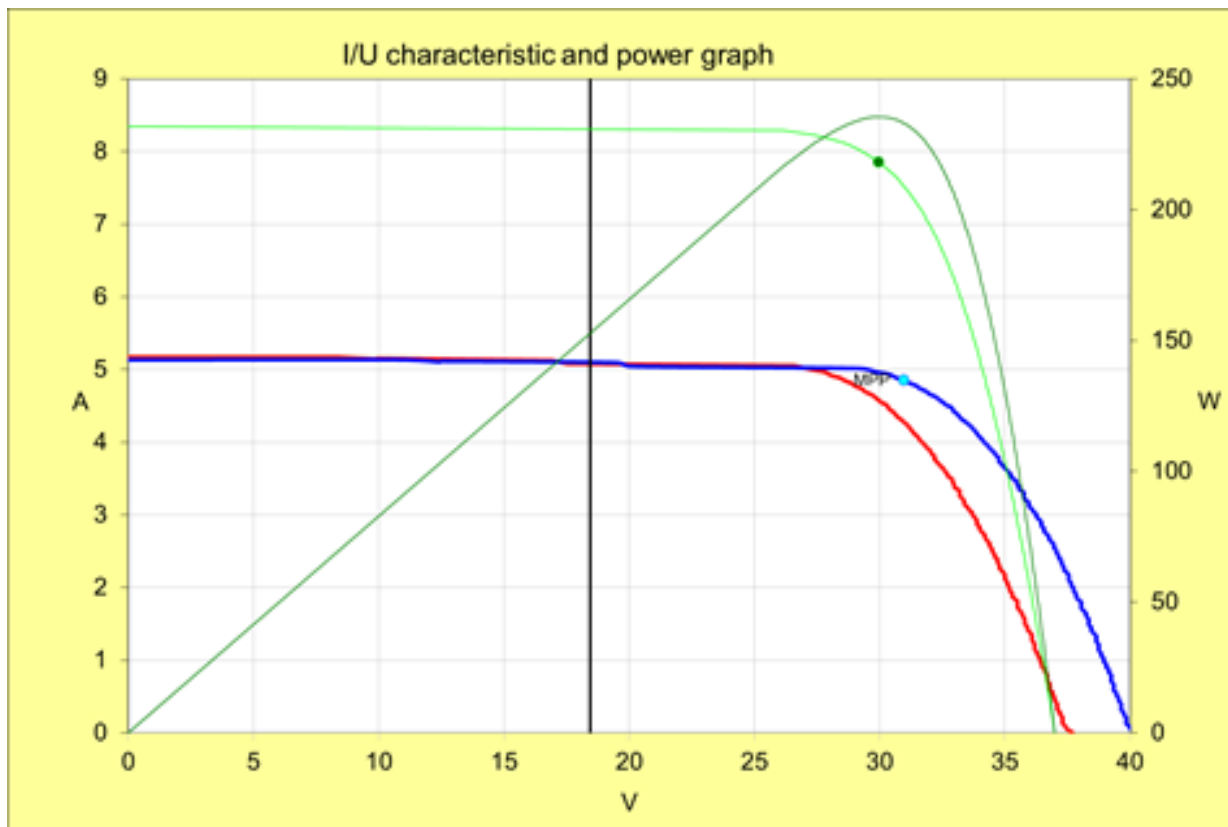
# ) PROTOTYP ZASKLENÉHO FVT KOLEKTORU



## neselektivní varianta



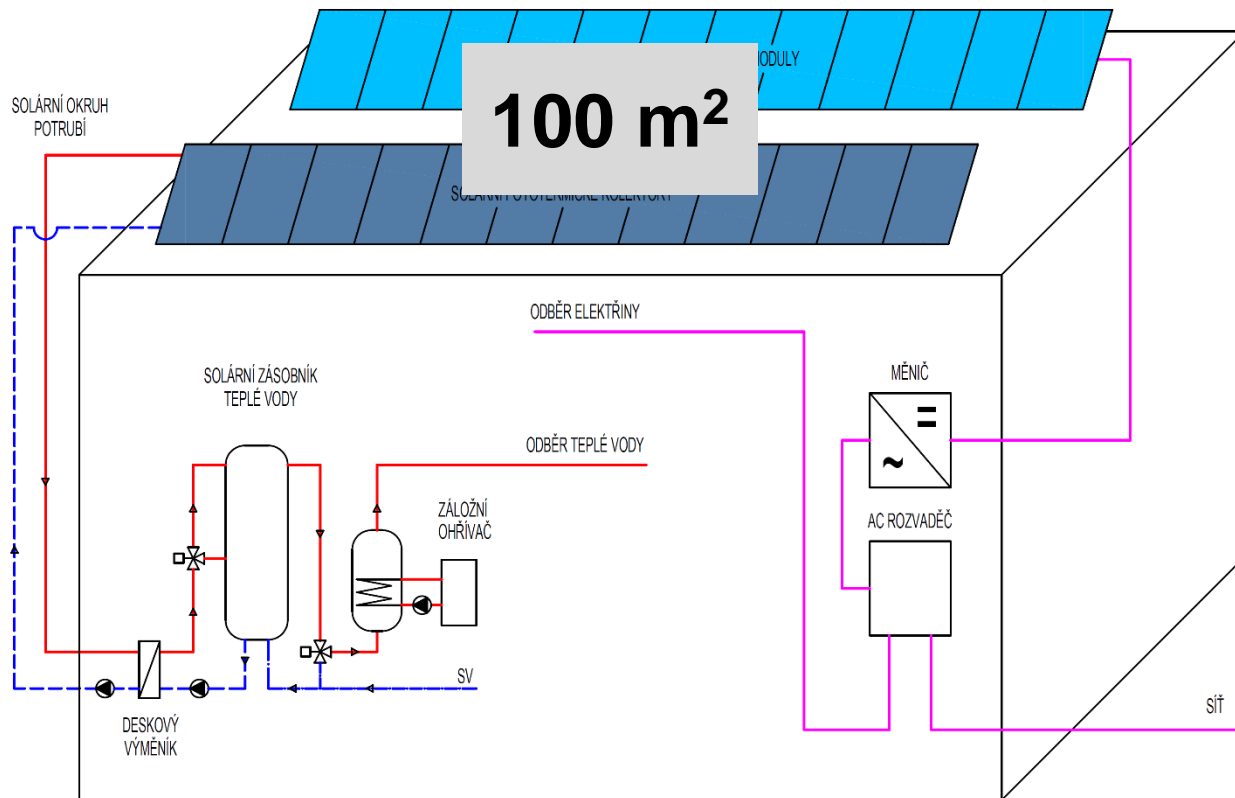
# ) ZKOUŠENÍ ELEKTRICKÝCH CHARAKTERISTIK



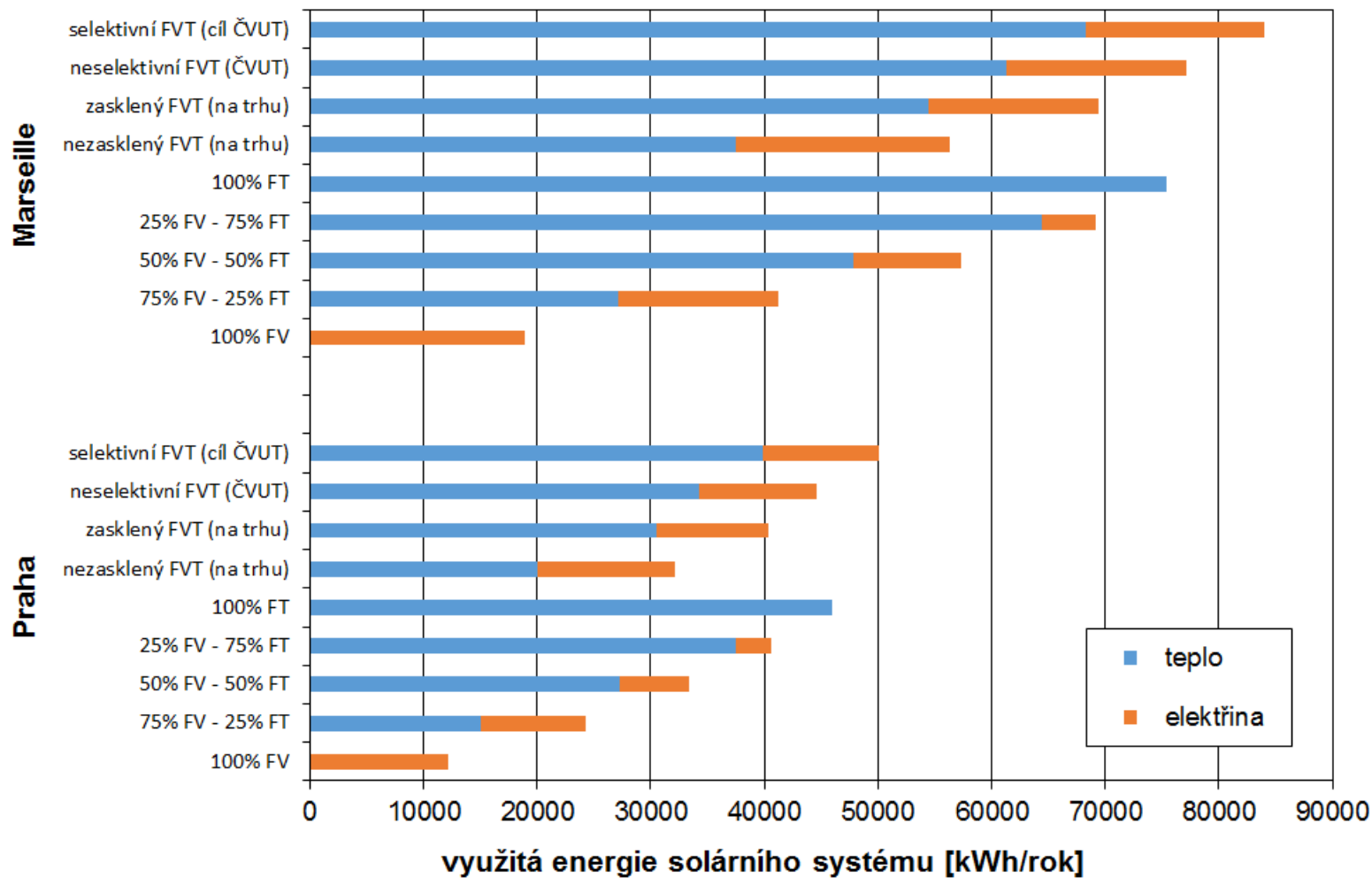
elektrický výkon modulu 150 W

# ENERGETICKO-EKONOMICKÁ ANALÝZA: SOLÁRNÍ OHŘEV VODY

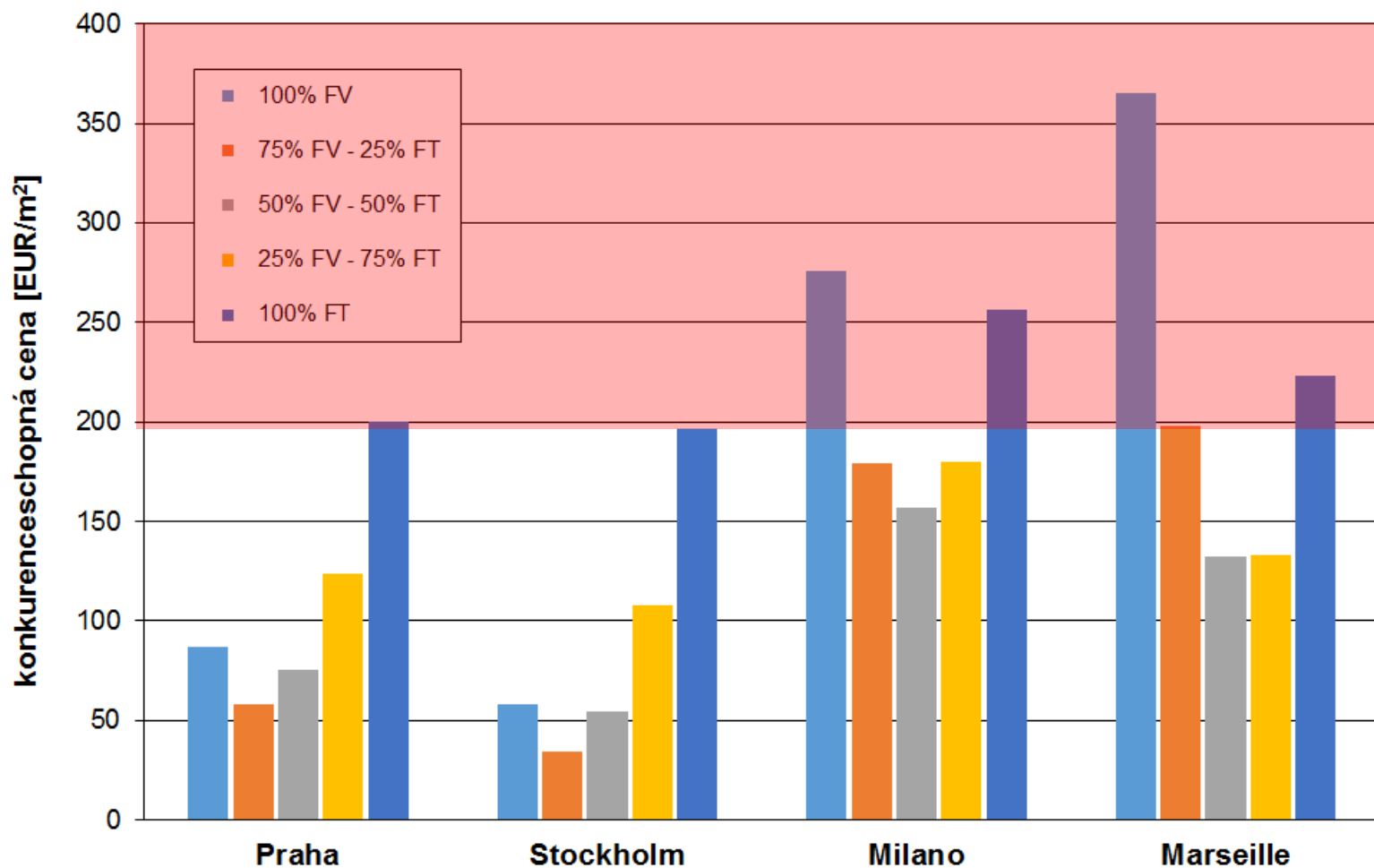
- porovnání nasazení FVT kolektorů s konvenční technologií
  - cílem je stanovení konkurenceschopné tržní ceny FVT kolektorů



# ENERGETICKÁ VÝKONNOST PRO DANOU PLOCHU



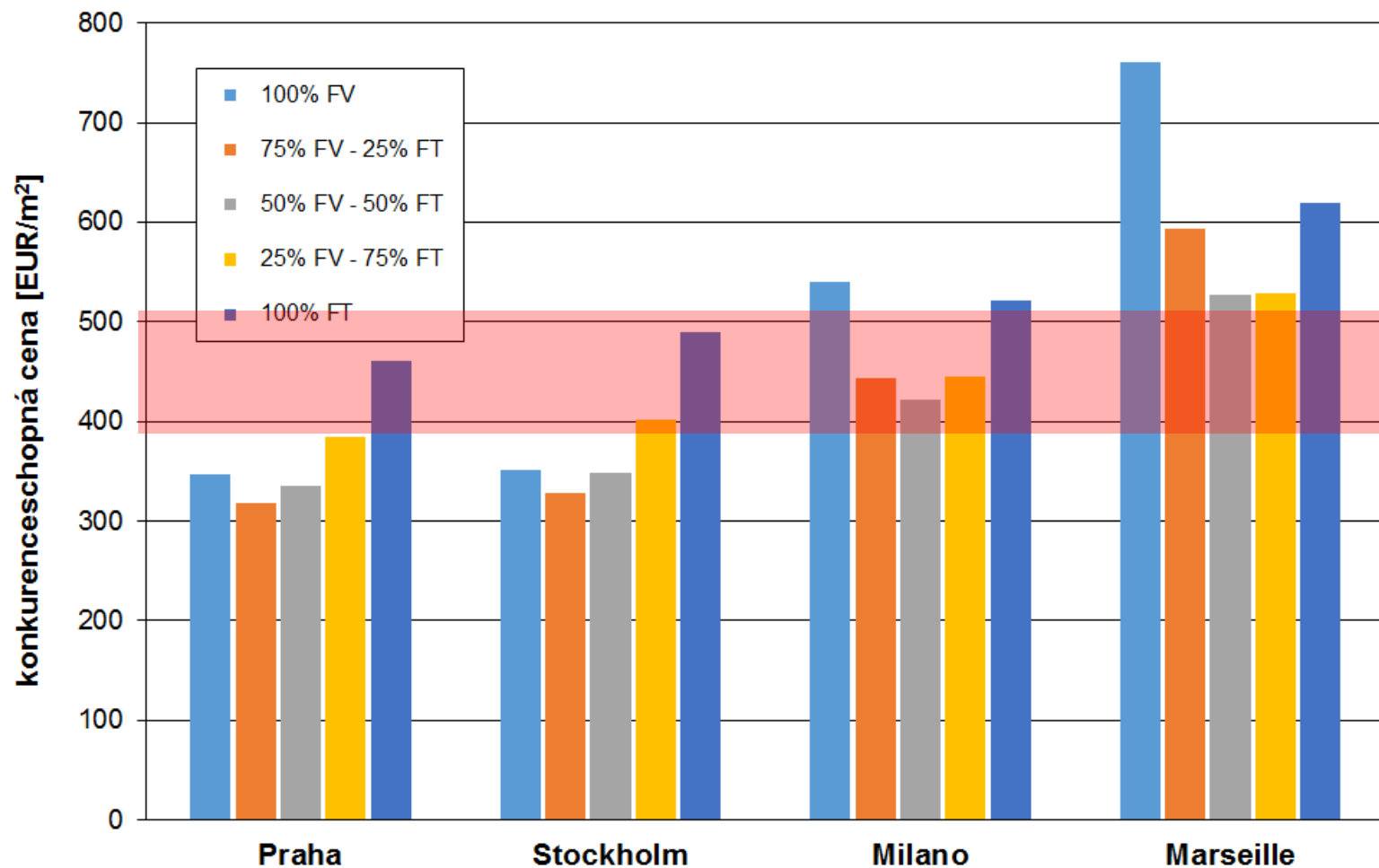
# ) NEZASKLENÝ FVT KOLEKTOR – KONKURENCESCHOPNÁ CENA



reálná cena na trhu 200 – 400 EUR/m<sup>2</sup>



# ) ZASKLENÝ FVT KOLEKTOR: KONKURENCESCHOPNÁ CENA

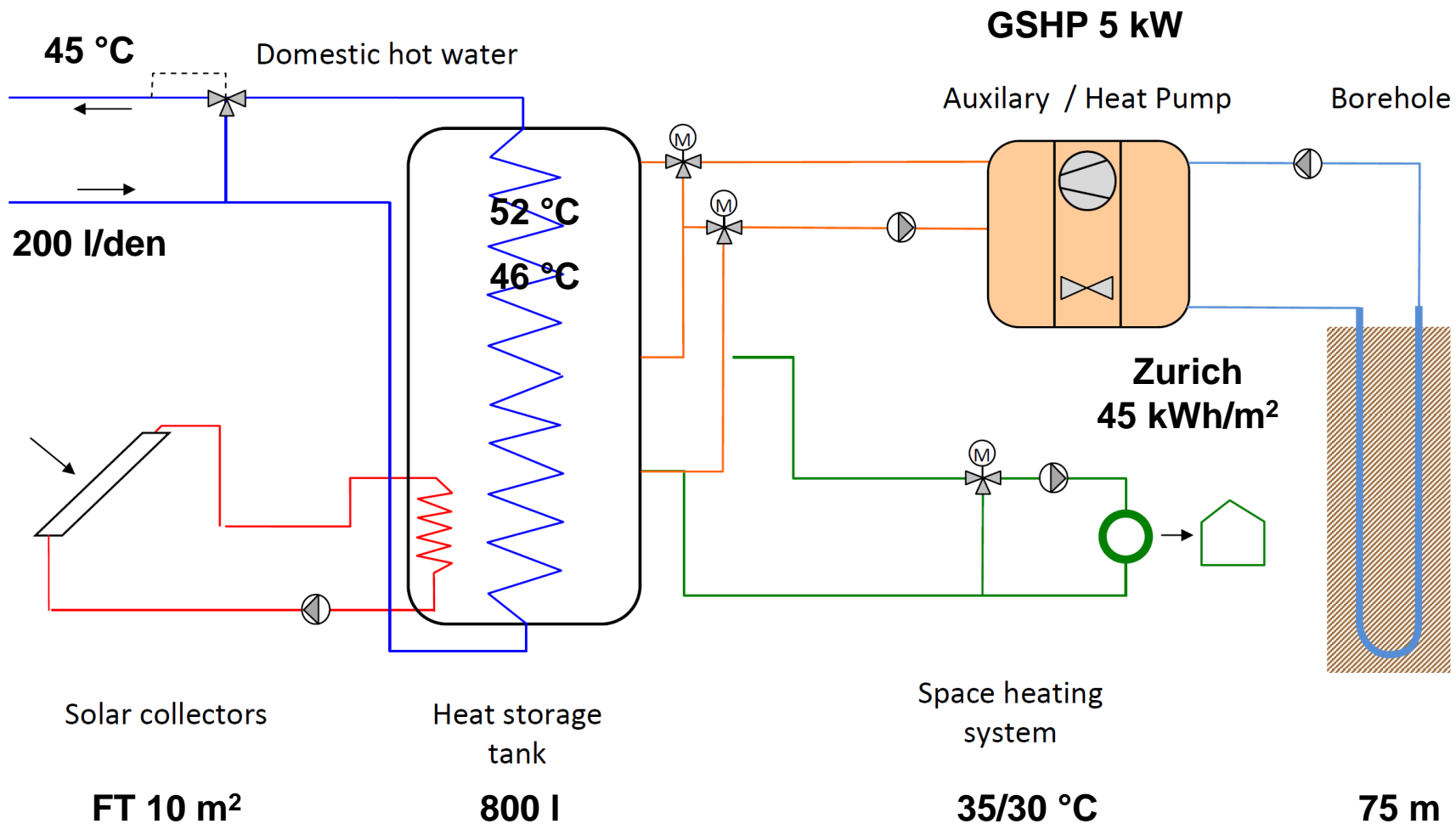


**konkurenceschopná cena na trhu 450 EUR/m<sup>2</sup>**

# Hybridní FVT kolektor v systému s tepelným čerpadlem



# ) REFERENČNÍ SYSTÉM MACSHEEP



**cíl: snížit potřebu elektrické energie o 25 % při konkurenceschopné ceně soustavy**

- **bilance systému**

- spotřeba elektrické energie systému 2658 kWh/rok
- **sezónní topný faktor 4.13** (včetně penále za nedosažený komfort)

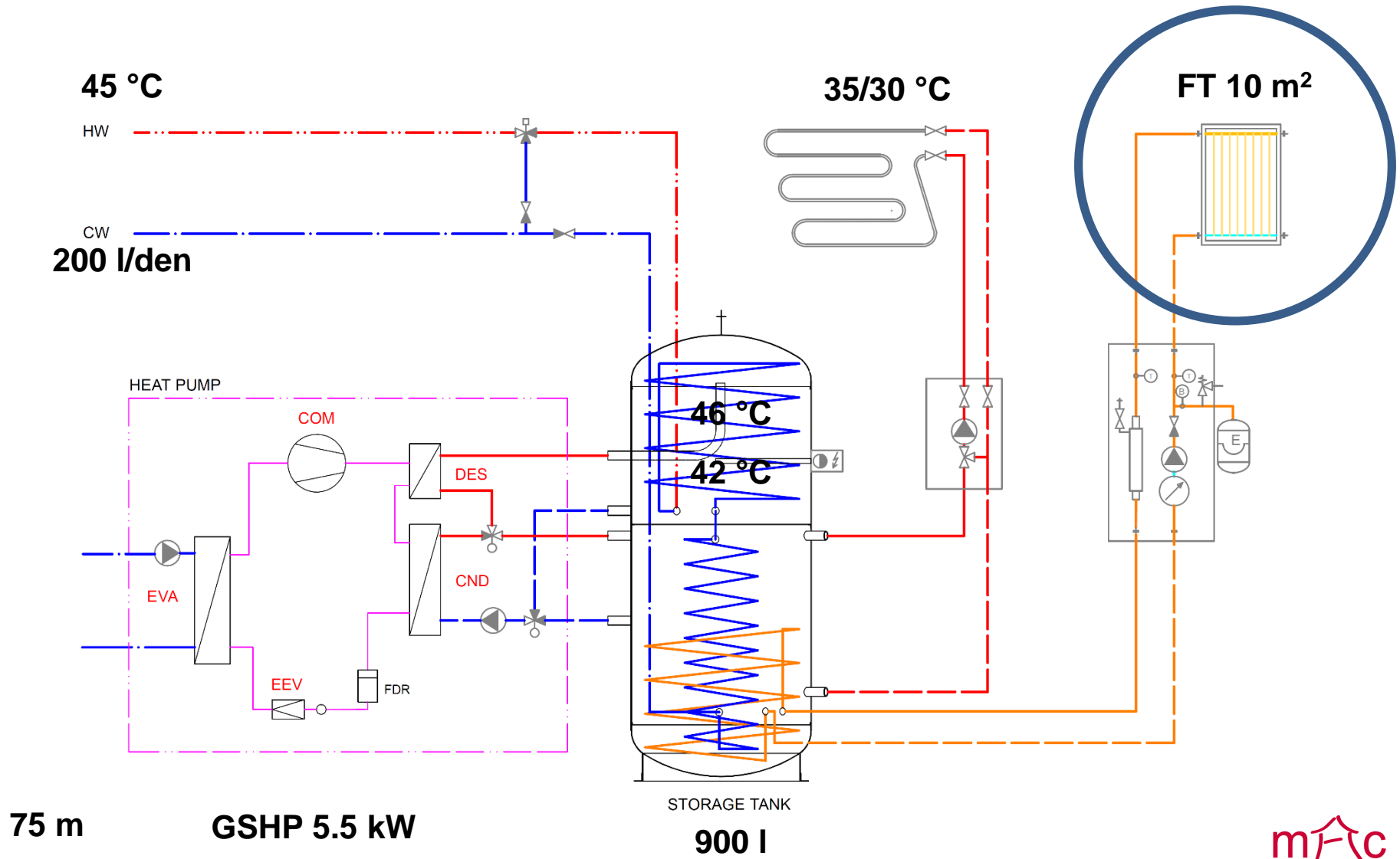
- **bilance tepelného čerpadla**

- topný faktor **COP = 3.82**

- **bilance solárního systému**

- měrné tepelné zisky **370 kWh/m<sup>2</sup>.rok**

# SYSTEM REGULUS – ČVUT (BEZ FVT KOLEKTORŮ)



- **bilance systému**

- spotřeba elektrické energie systému 2256 kWh/rok **- 15 %**
- **sezónní topný faktor 4.87** (včetně penále za nedosažený komfort)

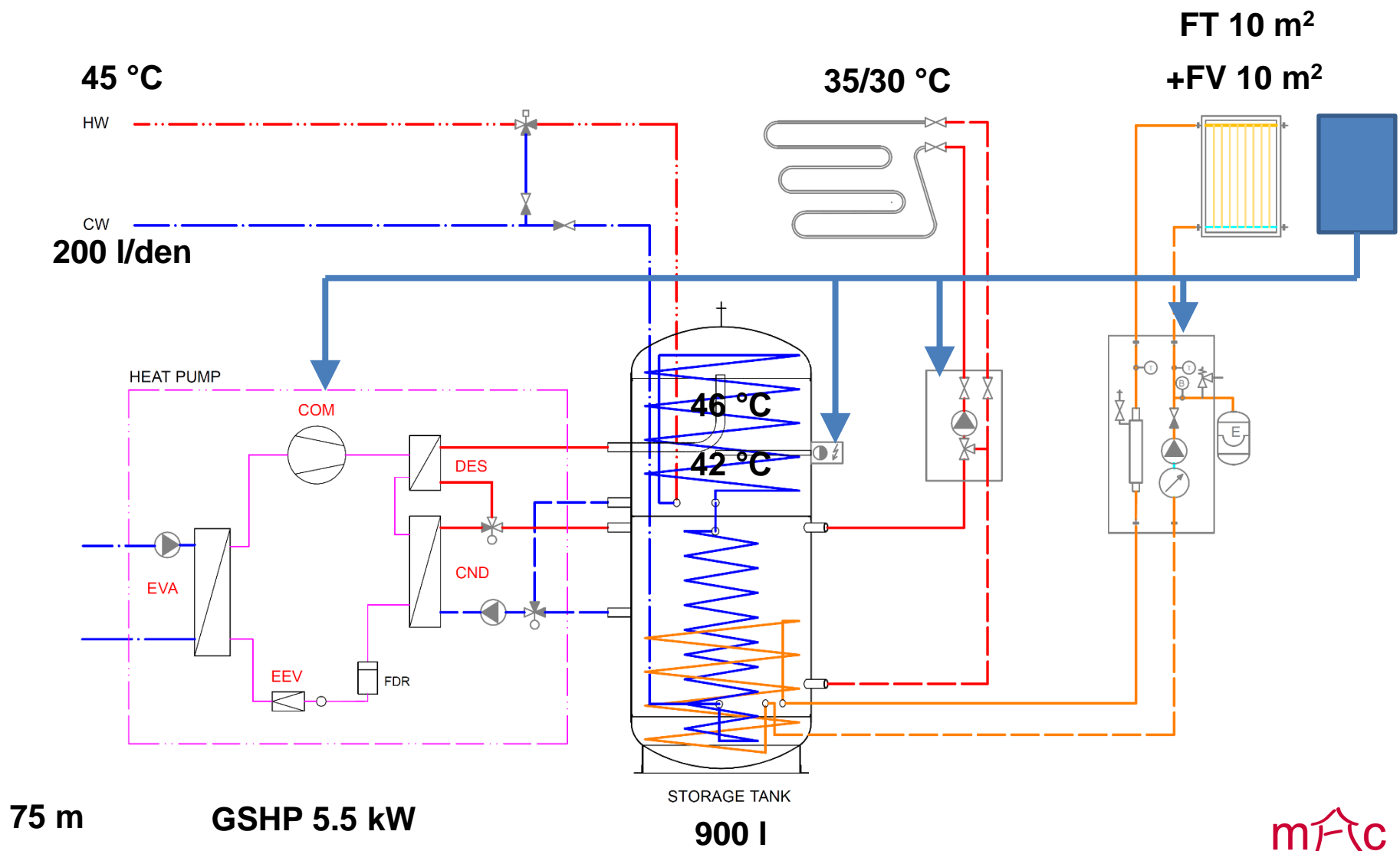
- **bilance tepelného čerpadla**

- topný faktor pro vytápění **COP = 4.30**

- **bilance solárního systému**

- měrné tepelné zisky **380 kWh/m<sup>2</sup>.rok**

# SYSTEM REGULUS – ČVUT: + 10 m<sup>2</sup> FV MODULŮ



- **bilance systému**

- spotřeba elektrické energie systému 1980 kWh/rok

**- 26 %**

- **sezónní topný faktor 5.55** (včetně penále za nedosažený komfort)

- **bilance tepelného čerpadla**

- topný faktor pro vytápění

COP = 4.31

- **bilance solárního systému**

- měrné tepelné zisky FT

305 kWh/m<sup>2</sup>.rok

- měrné elektrické zisky FV

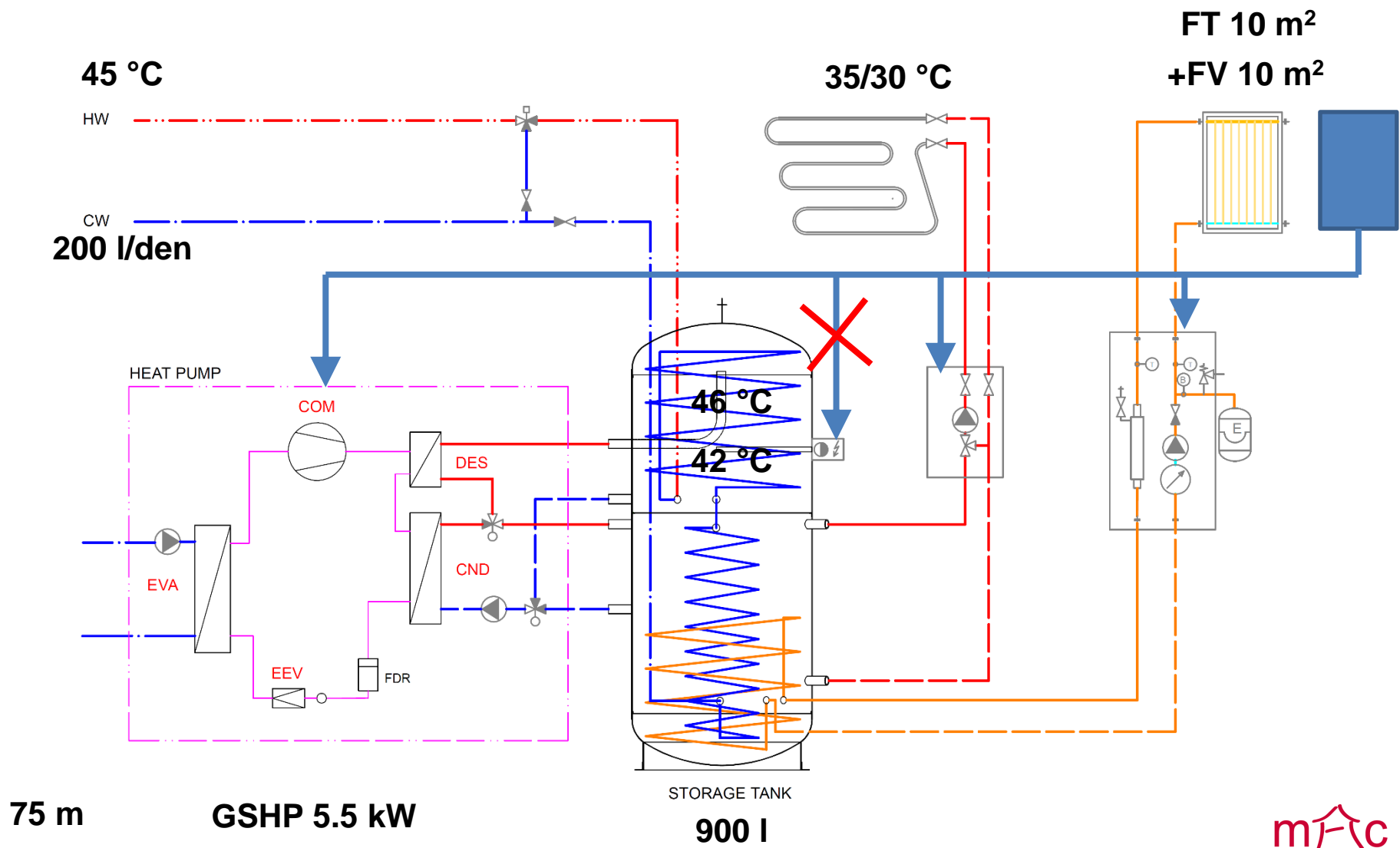
135 kWh/m<sup>2</sup>.rok

- **88 %** elektřiny využito pro systém

- (12 % pro TČ+čerpadla, 76 % přímý ohřev)



# SYSTEM REGULUS – ČVUT: + 10 m<sup>2</sup> FV MODULŮ



- **bilance systému**

- spotřeba elektrické energie systému 2079 kWh/rok

**- 22 %**

- **sezónní topný faktor 5.28** (včetně penále za nedosažený komfort)

- **bilance tepelného čerpadla**

- topný faktor pro vytápění

COP = 4.30

- **bilance solárního systému**

- měrné tepelné zisky FT

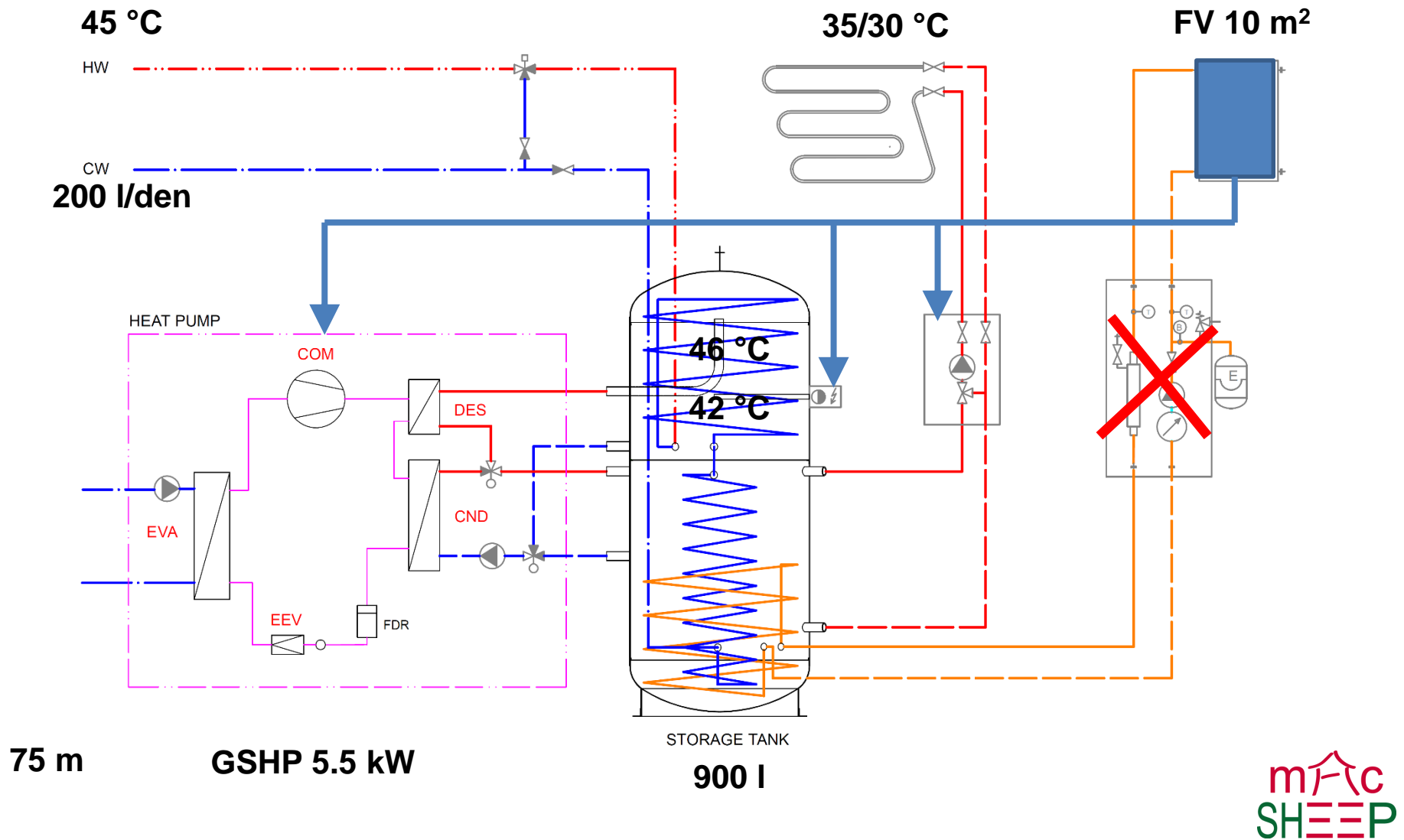
380 kWh/m<sup>2</sup>.rok

- měrné elektrické zisky FV

135 kWh/m<sup>2</sup>.rok

- **13 %** elektřiny využito pro systém

# SYSTEM REGULUS – ČVUT: POUZE 10 m<sup>2</sup> FV MODULŮ



- **bilance systému**

- spotřeba elektrické energie systému 2503 kWh/rok

**- 6 %**

- **sezónní topný faktor 4.39** (včetně penále za nedosažený komfort)

- **bilance tepelného čerpadla**

- topný faktor pro vytápění

**COP = 4.33**

- **bilance solárního systému**

- měrné tepelné zisky FT

**0 kWh/m<sup>2</sup>.rok**

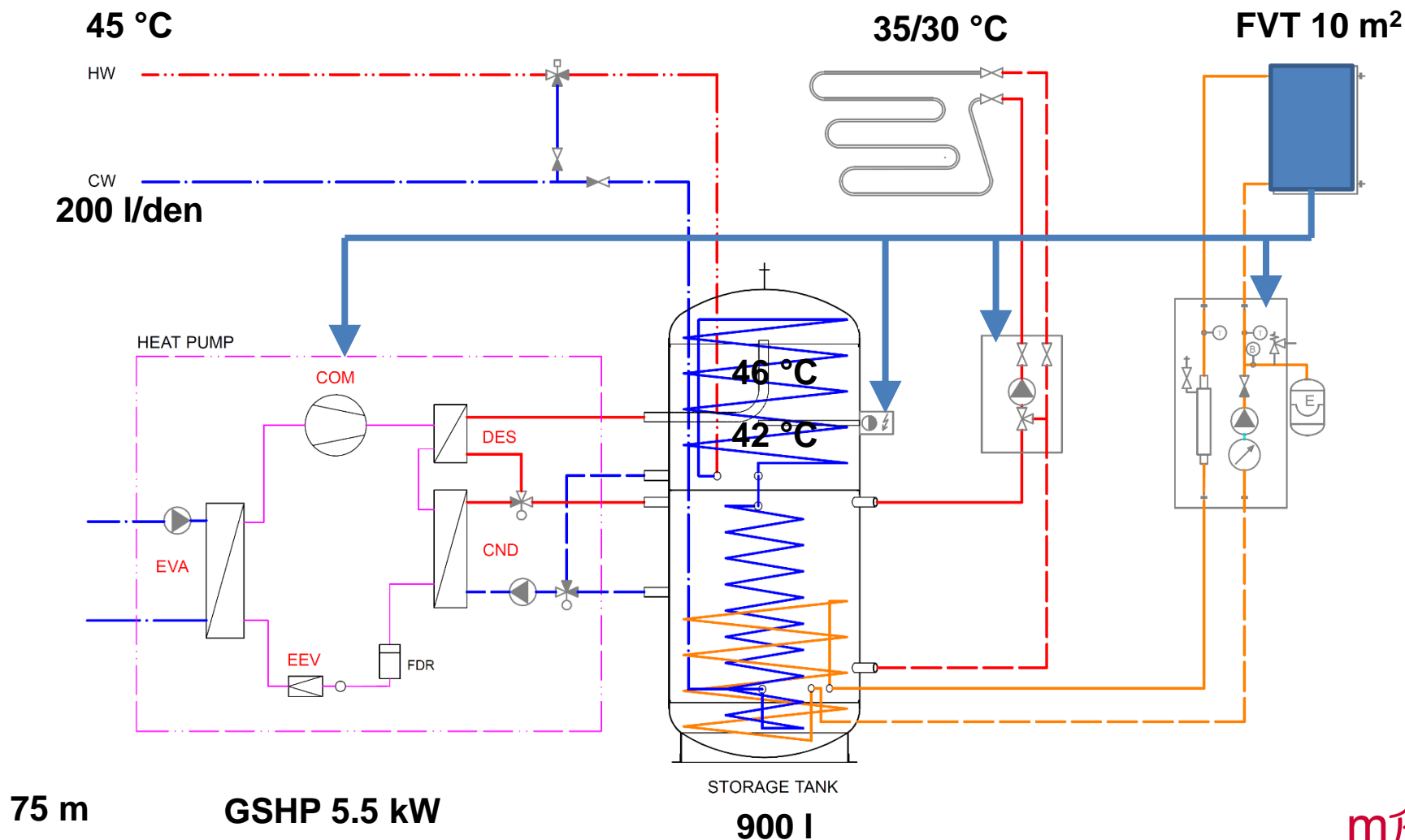
- měrné elektrické zisky FV

**135 kWh/m<sup>2</sup>.rok**

- **100 %** elektřiny využito pro systém

- (16 % pro TČ a čerpadla, 84 % pro přímý ohřev)

# SYSTEM REGULUS – ČVUT: 10 m<sup>2</sup> NEZASKLENÝCH FVT MODULŮ



- **bilance systému**

- spotřeba elektrické energie systému 2241 kWh/rok **- 16 %**
- **sezónní topný faktor 4.90** (včetně penále za nedosažený komfort)

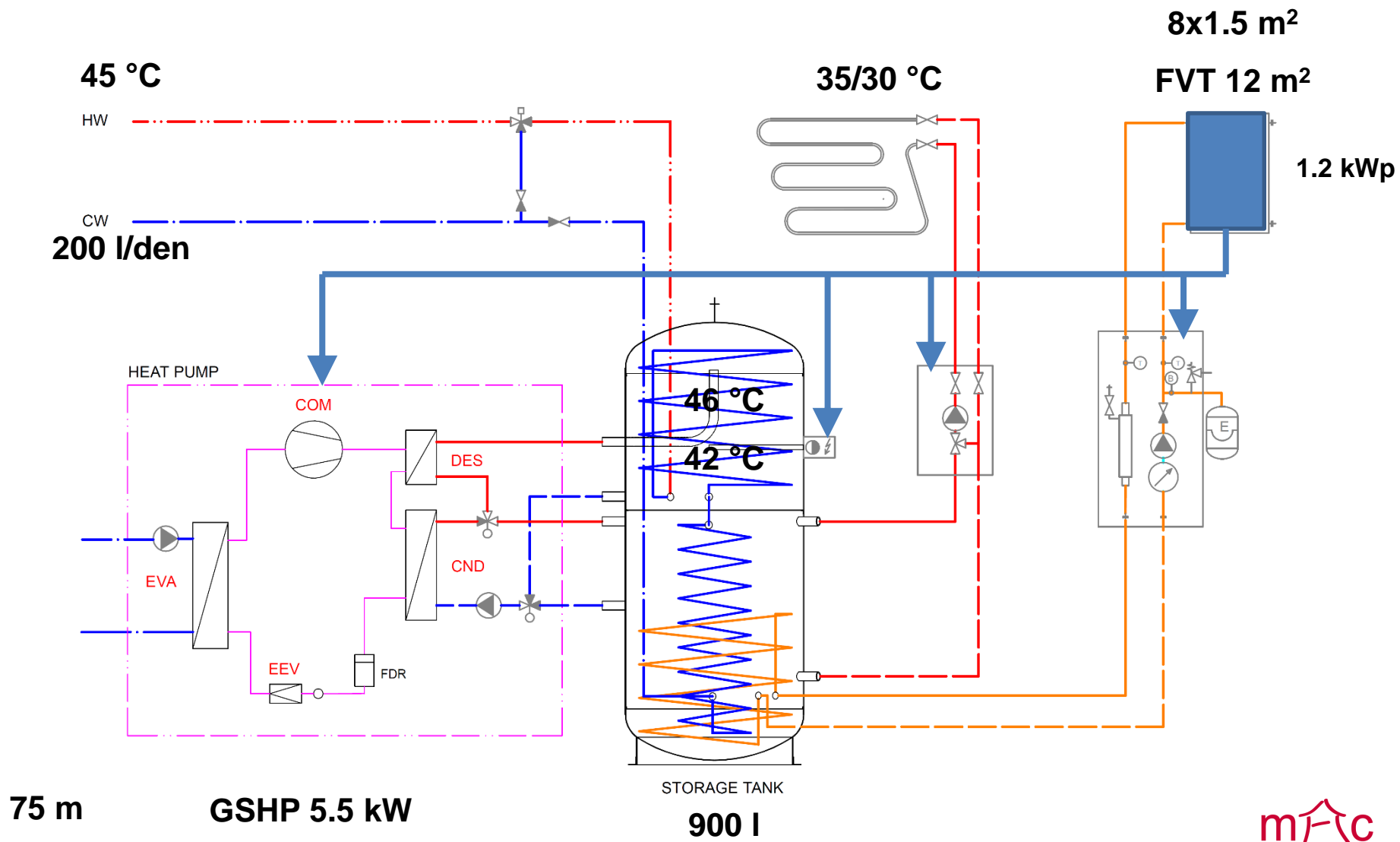
- **bilance tepelného čerpadla**

- topný faktor pro vytápění **COP = 4.31**

- **bilance solárního systému**

- měrné tepelné zisky FT **99 kWh/m<sup>2</sup>.rok**
- měrné elektrické zisky FV **160 kWh/m<sup>2</sup>.rok (mono)**
  - **98 %** elektřiny využito pro systém
  - (12 % pro TČ a čerpadla, 86 % pro přímý ohřev)

# SYSTEM REGULUS – ČVUT: 12 m<sup>2</sup> ZASKLENÝCH FVT MODULŮ



- **bilance systému**

- spotřeba elektrické energie systému 1984 kWh/rok

**- 25 %**

- **sezónní topný faktor 5.53** (včetně penále za nedosažený komfort)

- **bilance tepelného čerpadla**

- topný faktor pro vytápění

**COP = 4.31**

- **bilance solárního systému**

- měrné tepelné zisky FT

**215 kWh/m<sup>2</sup>.rok**

- měrné tepelné zisky FV

**139 kWh/m<sup>2</sup>.rok (mono)**

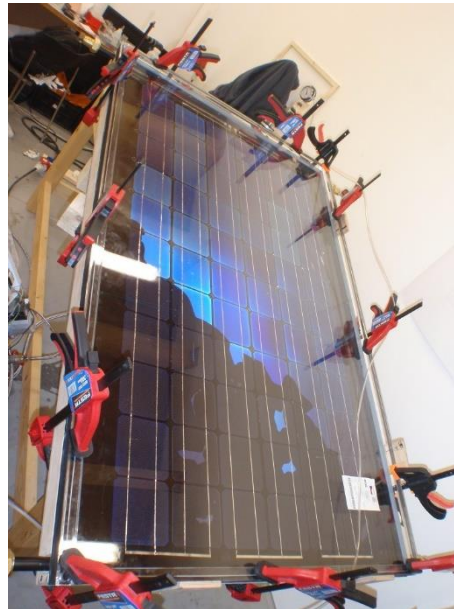
- **96 %** elektřiny využito pro systém

- (13 % pro TČ a čerpadla, 83 % pro přímý ohřev)



- **hybridní kolektory**

- mohou najít své místo na trhu především jako zasklené / zasklení
- **konkurenceschopná cena 450 EUR/m<sup>2</sup> je dosažitelná**



- **kombinované solární systémy s tepelnými čerpadly**
  - běžná kombinace dosahuje  $SPF = 4.13$  (dostupné na trhu)
  - kombinace s optimalizovanými prvky:  **$SPF = 4.87$** 
    - chladič přehřátých par, nová konstrukce zásobníku
  - nahrazení fototermického systému FV systémem
    - nutné nadimenzovat adekvátně plochu FV systému!
  - nahrazení FT kolektorů nezasklenými FVT kolektory:  **$SPF = 4.90$** 
    - nepřináší zlepšení bilance
  - nahrazení FT kolektorů **zasklenými FVT kolektory**:  **$SPF = 5.53$**



[tomas.matuska@uceeb.cz](mailto:tomas.matuska@uceeb.cz)