

*Regulus*



## System MacSheep, zapojení a regulace



Úsporné řešení vašeho topení

- EU projekt MacSheep
- Referenční systém
- Jednotlivé komponenty systému
- Finální systém
- Závěr

# MacSheep

Úsporné řešení vašeho topení



# MacSheep



**MacSheep:** New **M**aterials and **C**ontrol for a next generation of compact combined **S**olar and **h**eat pump systems with boosted **e**nergetic and **e**xergetic **p**erformance

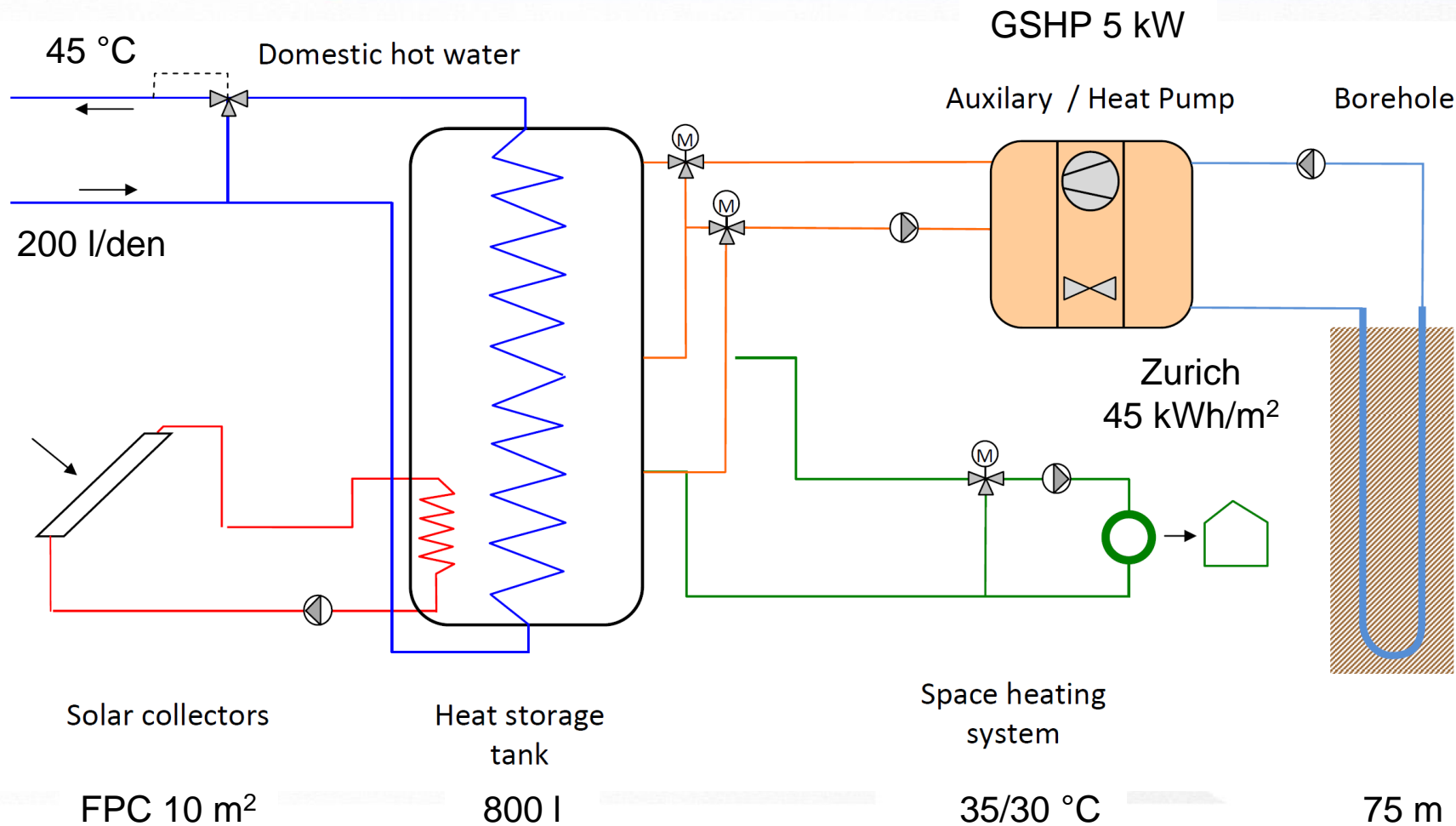


Úsporné řešení vašeho topení

**Cíl projektu:** snížit spotřebu elektrické energie pro provoz kombinovaného systému tepelného čerpadla a solární soustavy o **25%** při zachování konkurenceschopné ceny.

# Referenční systém

Úsporné řešení vašeho topení



Úsporné řešení vašeho topení

# Komponenty

Úsporné řešení vašeho topení



- **solární kolektor**
- **kombinovaný zásobník**
- **tepelné čerpadlo**
- **regulace**

A large, light gray, stylized letter 'R' graphic that serves as a background element on the right side of the slide.

Úsporné řešení vašeho topení

# Solární kolektor

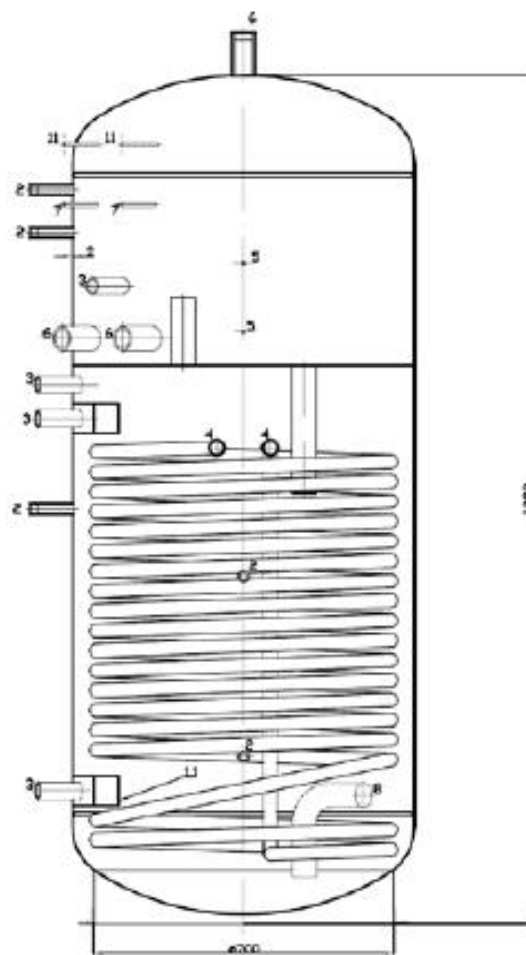
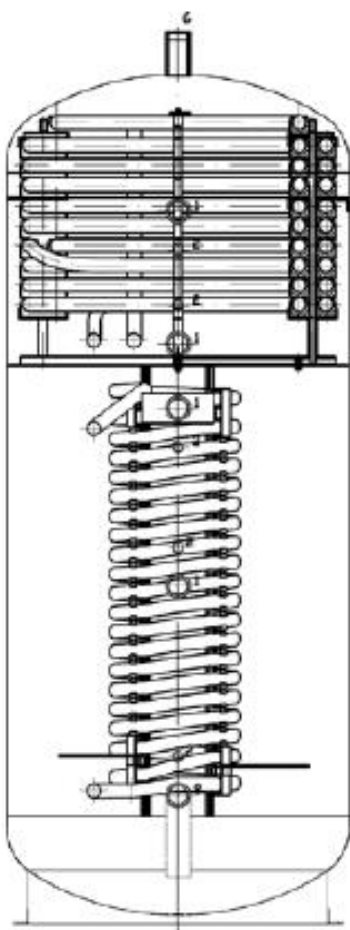
Úsporné řešení vašeho topení

## **Matuška, T. (FS ČVUT): Spolupráce hybridního FVT kolektoru a tepelného čerpadla**

# Kombinovaný zásobník

Úsporné řešení vašeho topení

# Kombinovaný zásobník



Během vývoje byly zohledněny všechny typy kombinovaných zásobníků, zejména pak:

- DUO – zásobník TV vnořený do akumulární nádrže
- Externí výměník pro přípravu TV
- Interní výměník pro přípravu TV

Při volbě a testech se přihlíželo zejména k:

- Dobrá stratifikace
- Vysoká výtoč TV
- Malá diference mezi teplotou v AKU a vystupující teplotou TV
- Cena



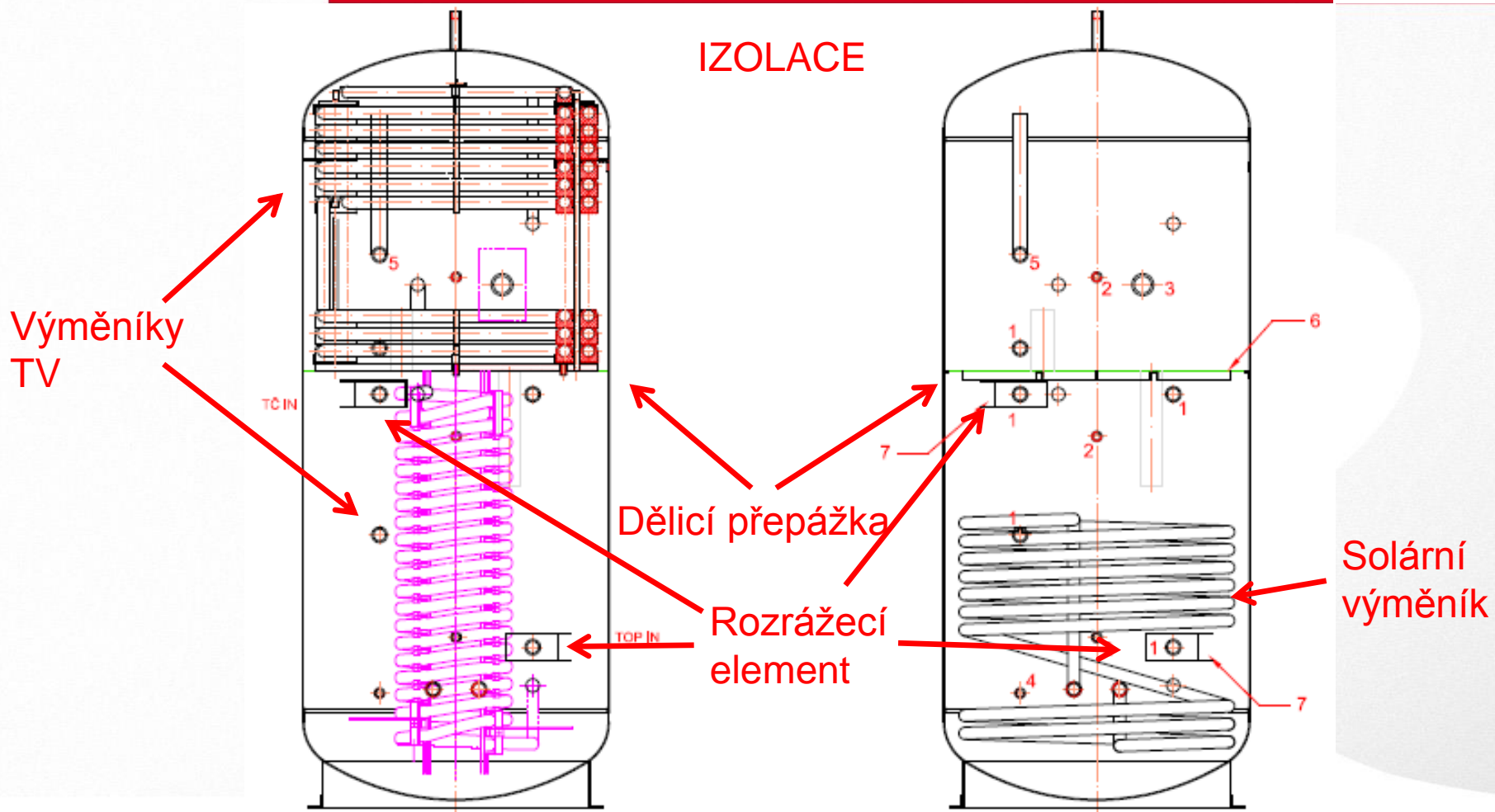
# Kombinovaný zásobník



## Volba padla na kombinovaný zásobník s interním výměníkem pro TV u nás označovaný jako HSK:

Popis	Rozměr / Typ
Objem (vč. vnitřních výměníků, potrubí atd.)	903 l
Objem ohřívání TV (od vstupu po výstup TV)	299 l
Objem zóny pro vytápění (mezi vstupem a výstupem)	207 l
Solární výměník	4,2 m <sup>2</sup> / 24 l
Výměník pro přípravu TV	3 + 6 m <sup>2</sup> / 10 + 20 l
Průměr nádrže bez izolace	800 mm
Průměr nádrže s izolací	1002 mm
Výška nádrže bez izolace	1980 mm
Výška nádrže s izolací	2100 mm
Max. pracovní přetlak (zóna vytápění)	6 Bar
Max. pracovní přetlak (výměníky TV a solár)	6 Bar
Odhadované tepelné ztráty na základě stanovených koeficientů tepelných ztrát <sup>a)</sup>	
Celá nádrž 60 °C	3,84 kWh/den
Objem TV na 60 °C, objem pro vytápění na 40 °C, zbytek na 25 °C	2,00 kWh/den
Tloušťka a typ izolace (spodní)	50 mm / polyesterový fleece
Tloušťka a typ izolace (obvodová)	120 mm / polyesterový fleece, XPS
Tloušťka a typ izolace (vrchní)	120 mm / polyesterový fleece
Použity "heat traps"	Ano
Ostatní důležité funkce	dělicí plech mezi zónou TV a zónou pro vytápění

<sup>a)</sup> pro okolní teplotu 15 °C



Úsporné řešení vašeho topení

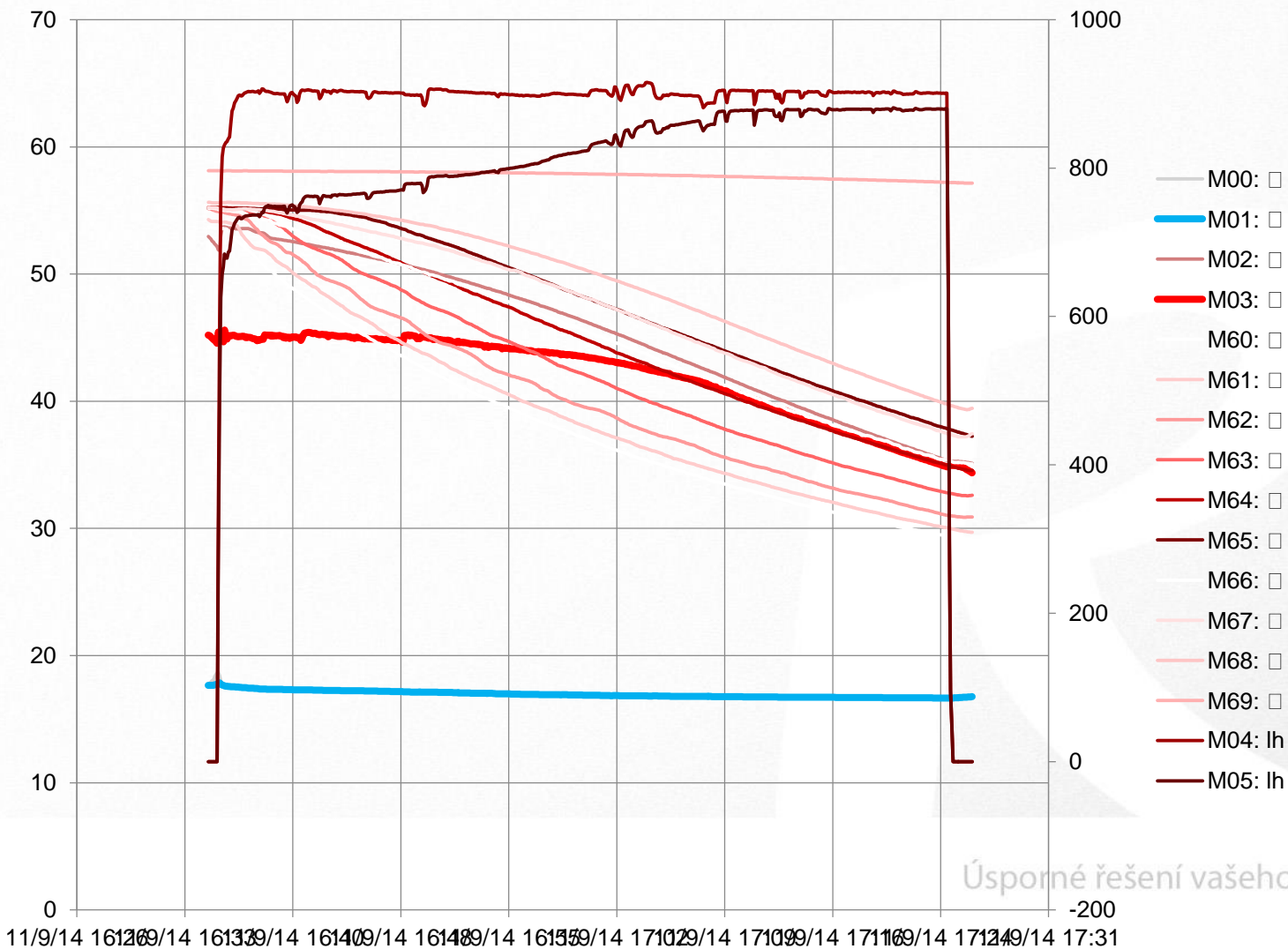
**OPTIMALIZACE UMÍSTĚNÍ JEDNOTLIVÝCH NÁVARKŮ**





# Kombinovaný zásobník

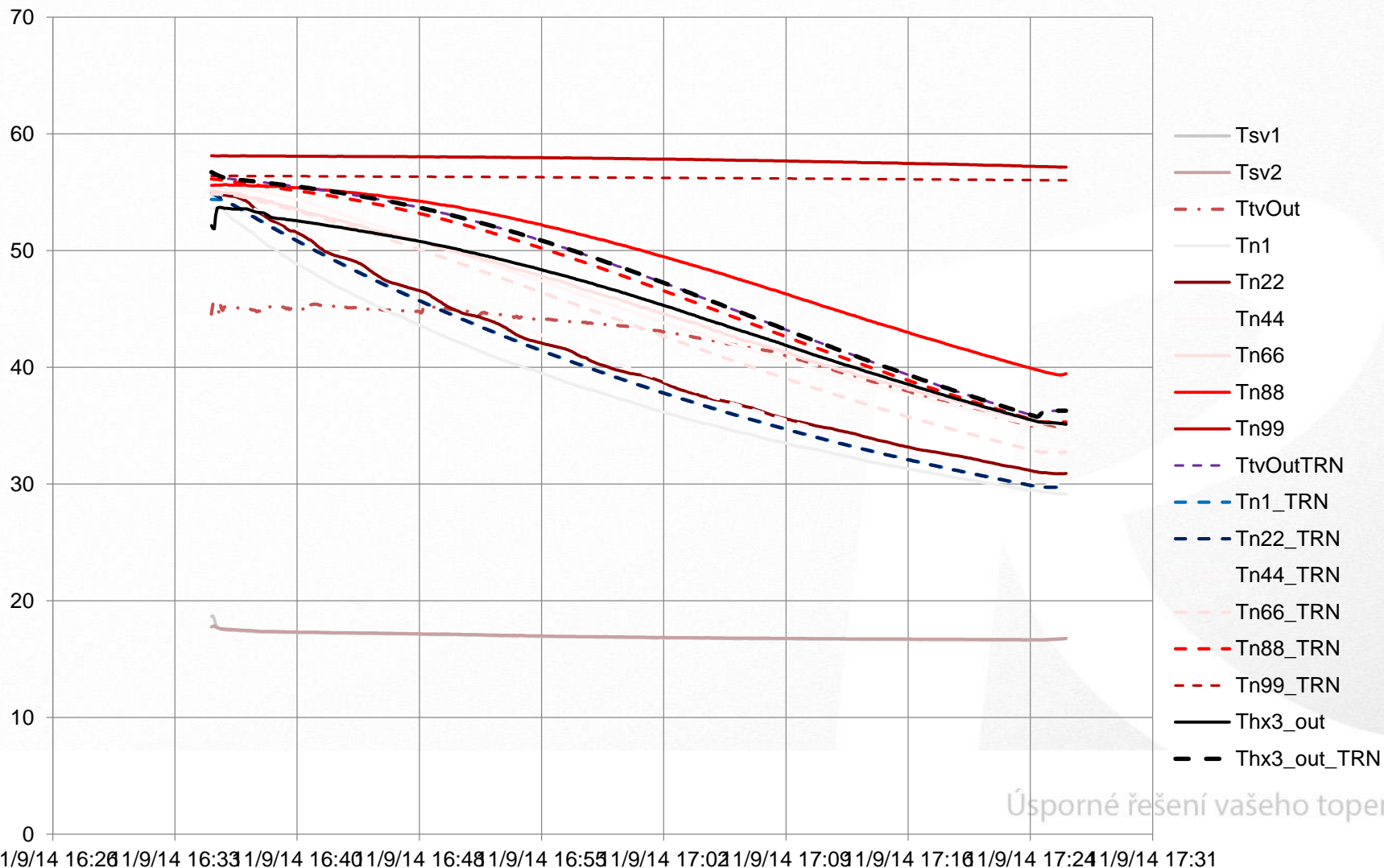
## Měření výtoče TV



Úsporné řešení vašeho topení

# Kombinovaný zásobník

## Porovnání s matematickým modelem





# Kombinovaný zásobník

## Výtoč TV



Množství teplé vody (TV), které může být připraveno při daném rozsahu průtoků, teplot akumulární vody a nastavených teplot na termostatickém ventilu.

	10		15	
Průměrný průtok přes výměník TV (l/min)	10		15	
Počáteční teplota v akumulární nádrži (°C)	55	75	55	75
Set point termostatického ventilu (°C)	45	55	45	55
Teplota TV pro zastavení odběru (°C)	35	40	35	40
Průměrná teplota studené vody (°C)	17.5	17	17	16.5
<b>Objem TV (l)</b>	<b>720</b>	<b>659</b>	<b>666</b>	<b>820</b>

Úsporné řešení vašeho topení

## Dvě metody měření:

- dle EN 12897
  - termostatem umístěný ve vrchní části nádrže a nastavený na 65°C spíná topné těleso umístěné ve spodní části nádrže

**Koeficient tepelné ztráty 3.33 W/K**

- test chladnutí nádrže
  - nádrž se celá prohřeje na 60°C a promíchá externím čerpadlem
  - nechá se několik dní stát
  - znovu se promíchá externím čerpadlem

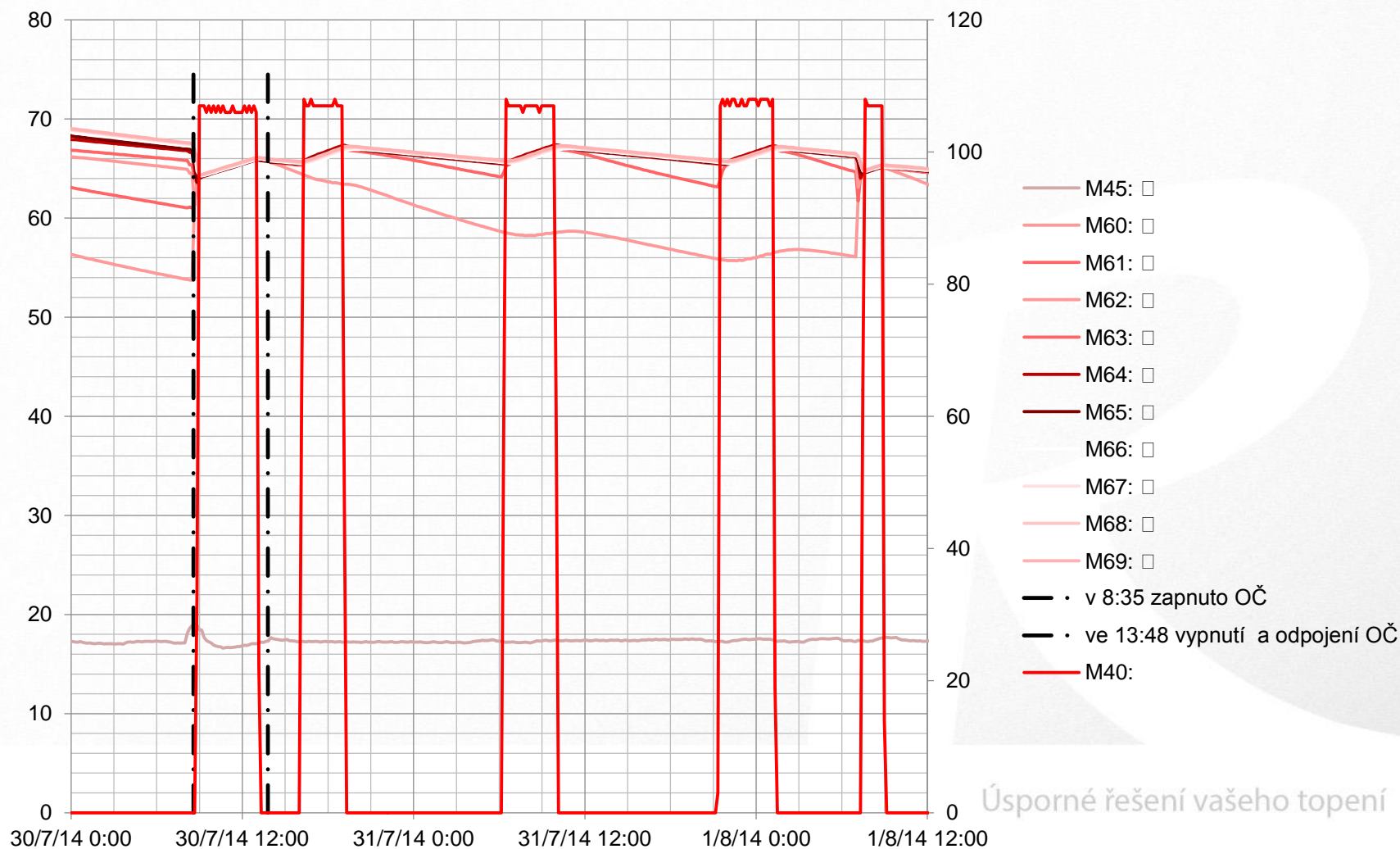
**Koeficient tepelné ztráty 3.56 W/K**

**Během testu bylo na 10ti přípojných místech připojeno izolované potrubí o délce 1m, které začínalo neizolovaným kulovým ventilem!**



# Kombinovaný zásobník

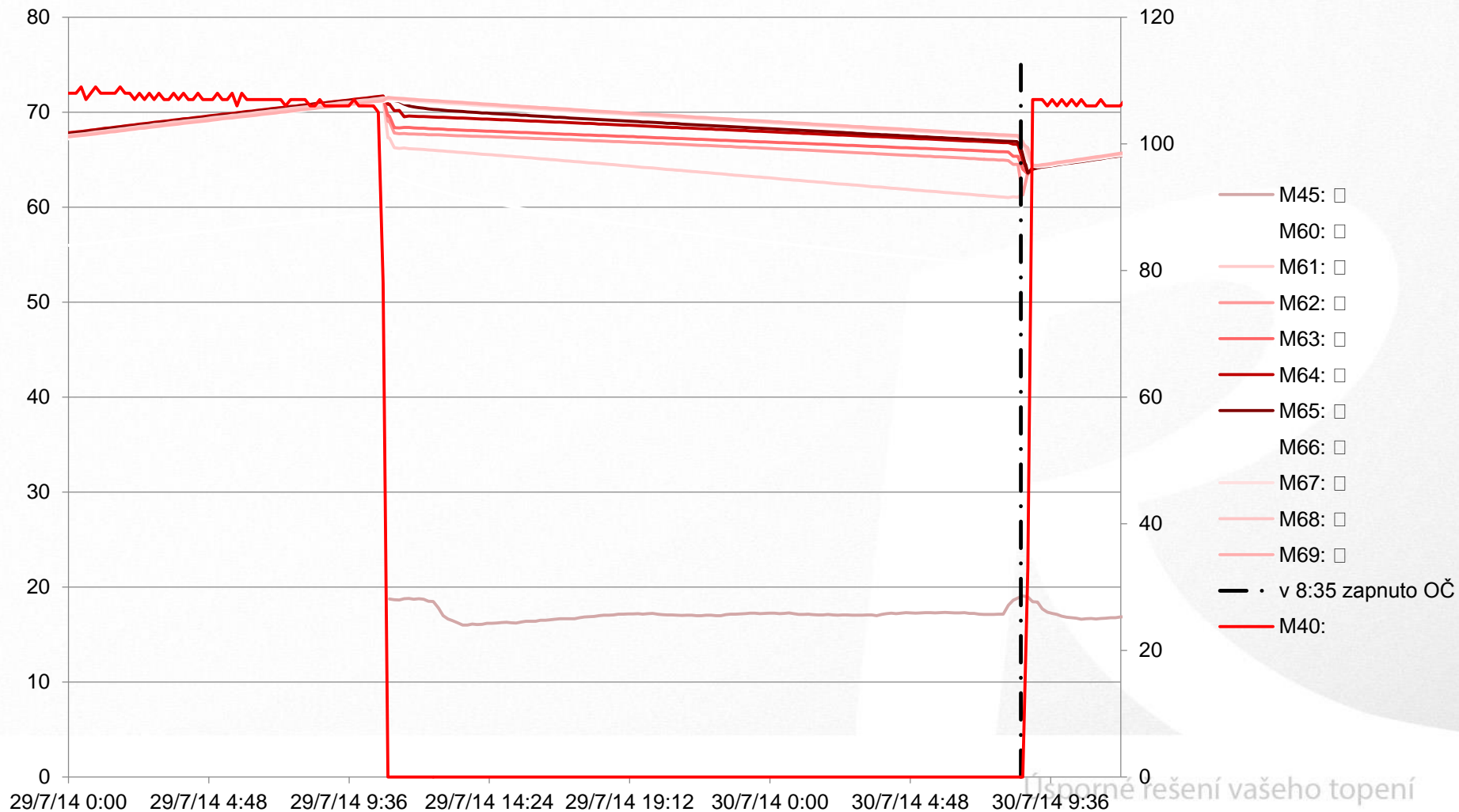
## Tepelné ztráty





# Kombinovaný zásobník

## Tepelné ztráty



Optimální řešení vašeho topení

# Tepelné čerpadlo

Úsporné řešení vašeho topení

## Vývoj tepelného čerpadla:

- cíl: země/voda, výkon 5,5 kW při B0/W35
- volba chladiva
- typ a výrobce kompresoru
- návrh počtů a optimalizace výměníků
- využití přehřátých par kompresoru
- elektronický expanzní ventil
- nízkoenergetická oběhová čerpadla
- hydraulické zapojení
- vlastní konstrukce

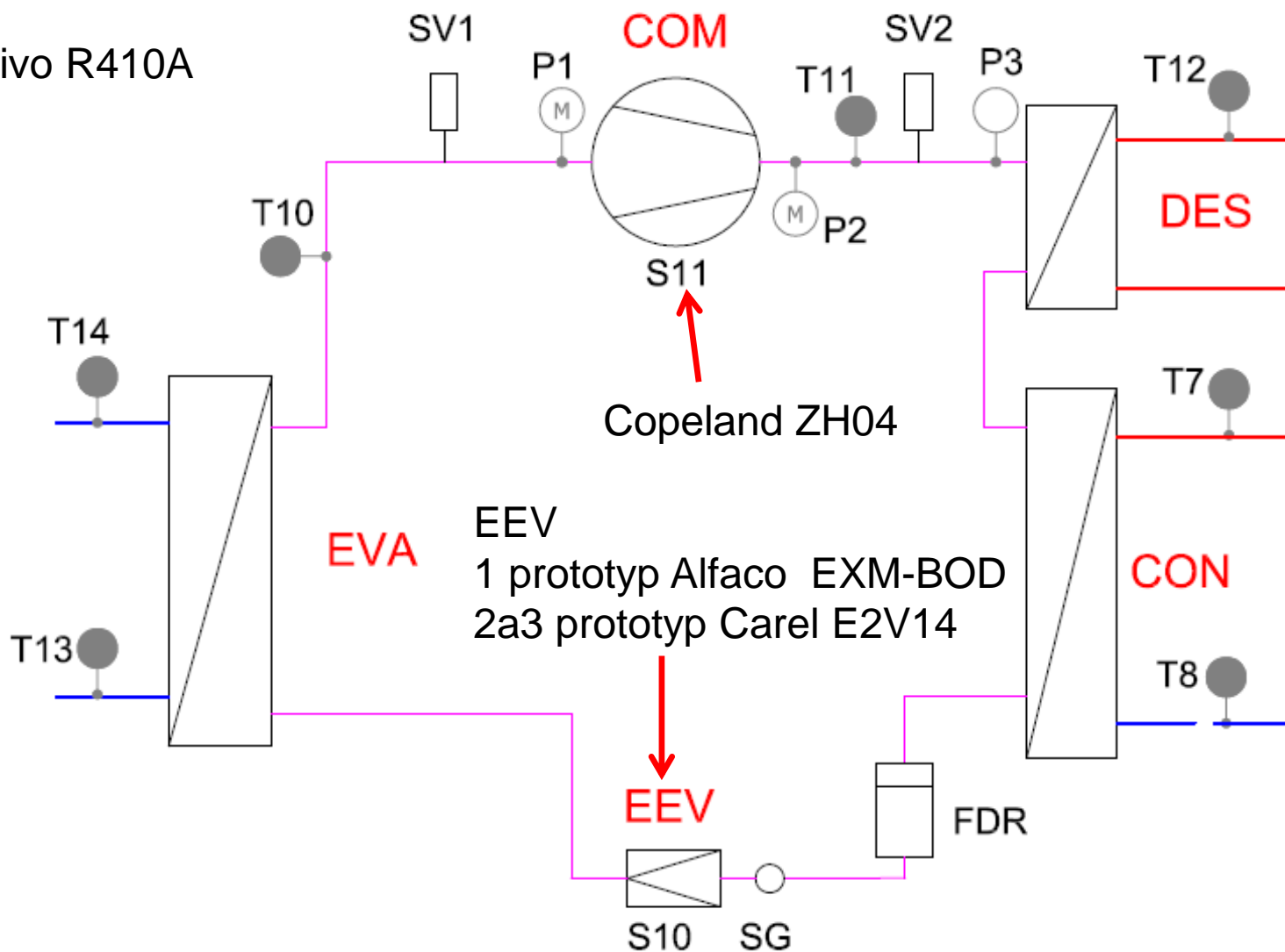
Úsporné řešení vašeho topení



# Tepelné čerpadlo

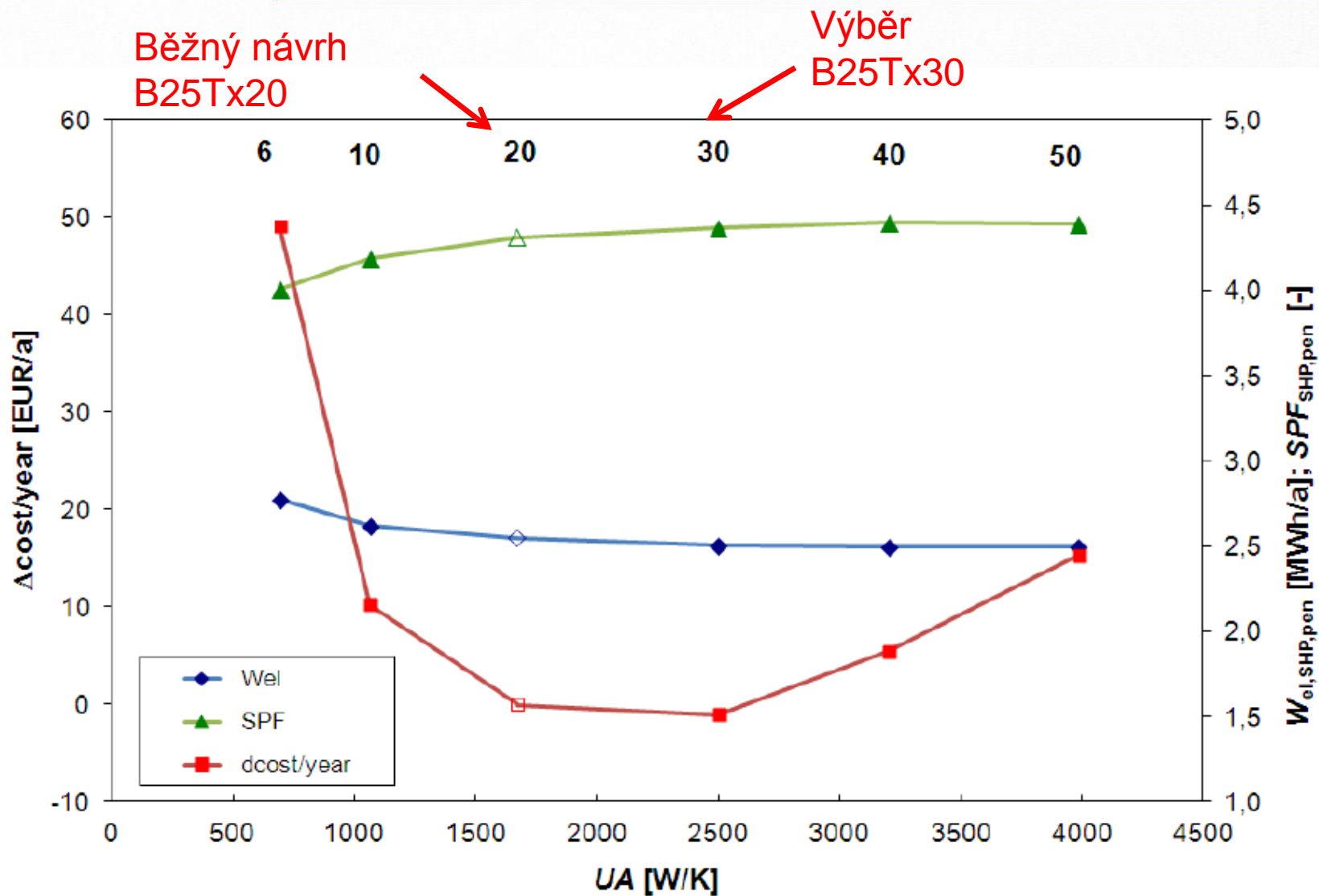
## Schéma zapojení

Chladivo R410A



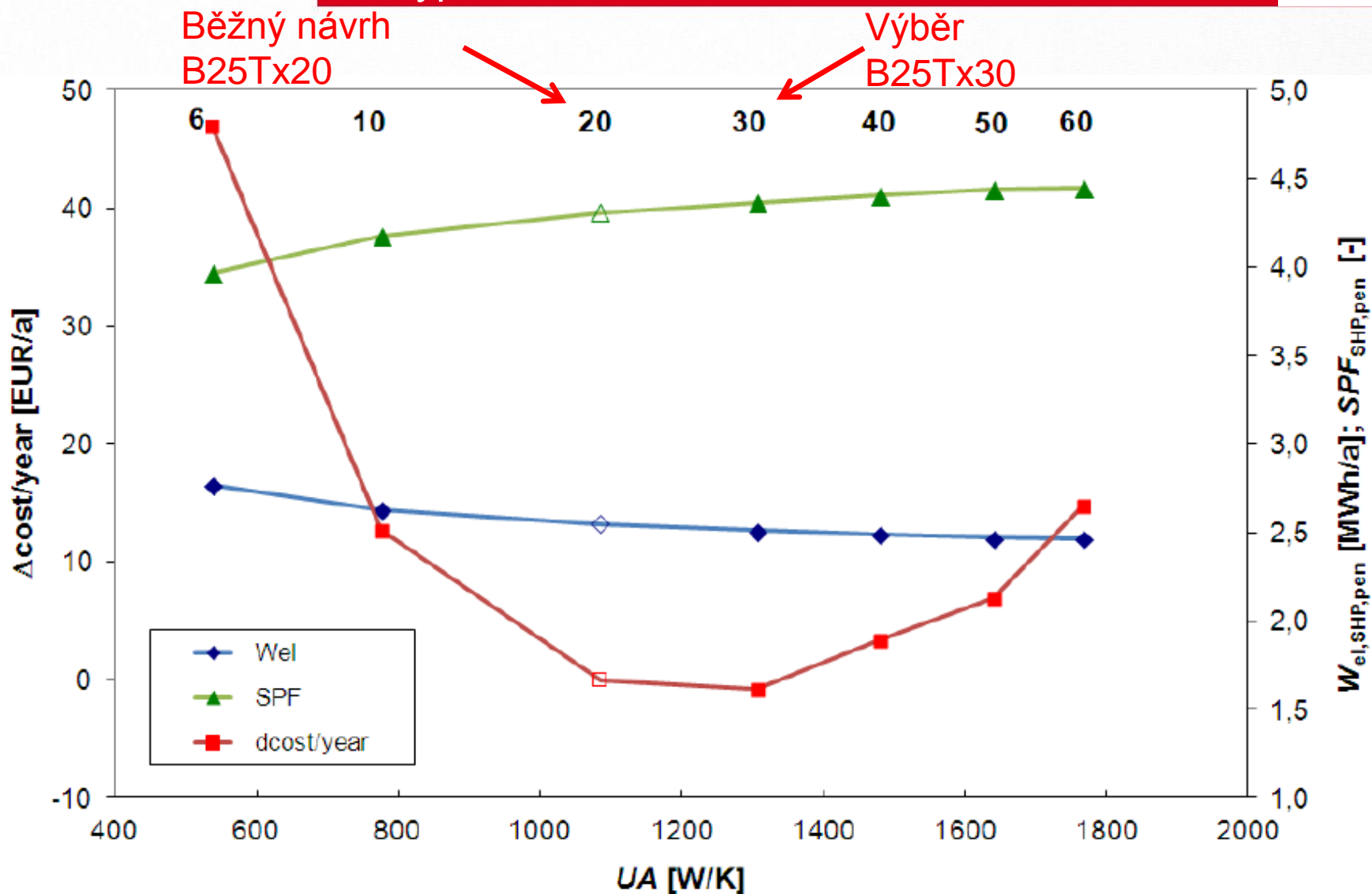
# Tepelné čerpadlo

Návrh a optimalizace výměníků  
Kondenzátor



# Tepelné čerpadlo

Návrh a optimalizace výměníků  
Výparník

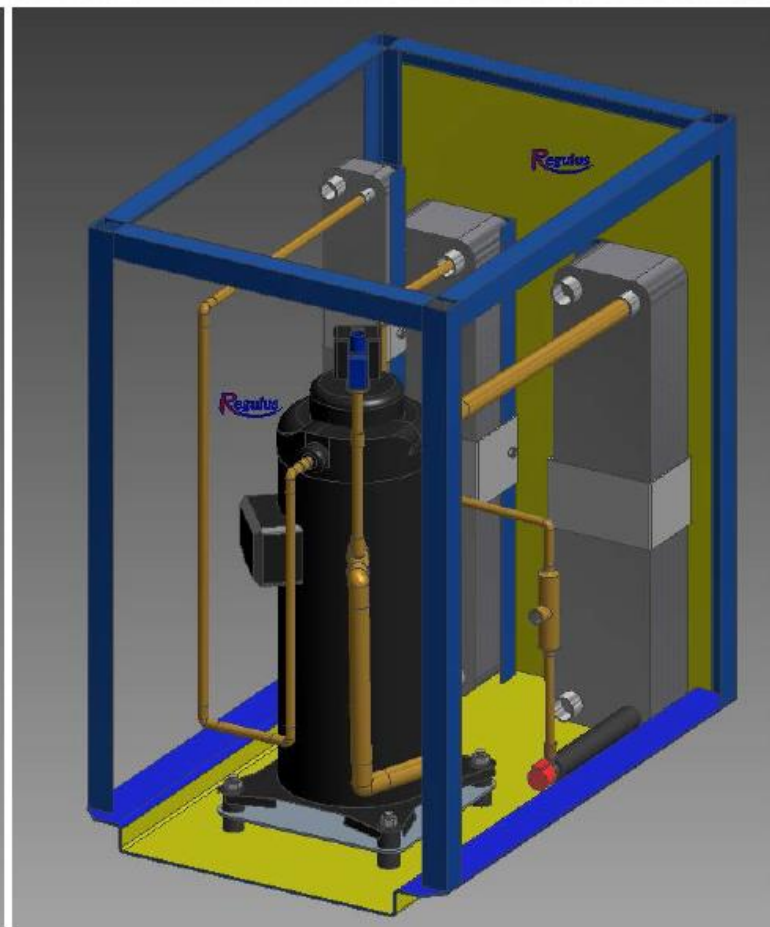
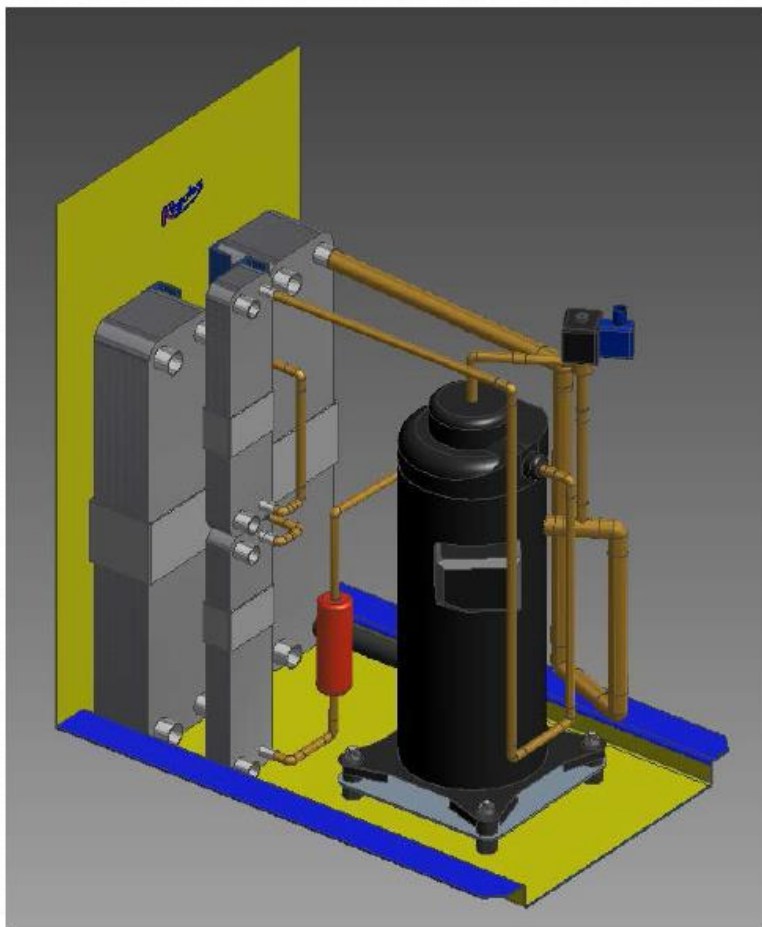




# Tepelné čerpadlo

Vlastní konstrukce

mfc  
SHEEP



Úsporné řešení vašeho topení

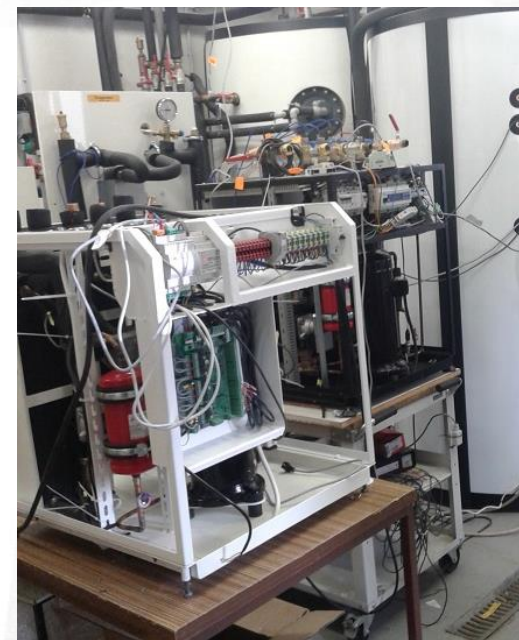


experimentální prototyp (triple sink)  
testováno na ČVUT  
COP = 4.3 (B0/W35)



prototyp 1 (3fázový, desup, condenser)  
testováno v Regulusu, 2014  
COP = 4.52 (B0/W35)

## Finalní



prototyp 2 (1fázový, desup, condenser)  
řešení vašeho topení  
testováno v Regulusu, 2015  
COP = 4.49 (B0/W35)

# Regulace

Úsporné řešení vašeho topení

## První a druhý prototyp:

Základem standardně nabízený regulátor IR12

- integrovaný webový server
- SD karta pro ukládání údajů
- 13 analogových vstupů
- 1 vstup pro HDO
- 1 čítačový vstup
- 10 reléových výstupů
- 2 polovodičová výstupní relé
- 2 analogové výstupy 0-10V



Úsporné řešení vašeho topení

## Třetí finální prototyp:

Nový HW

- integrovaný webový server
- SD karta pro ukládání údajů
- 16 analogových vstupů
- 1 vstup pro HDO
- 1 čítačový vstup
- 15 reléových výstupů
- 4 analogové výstupy PWM
- 4 analogové výstupy 0-10V
- HW pro přímé řízení EEV





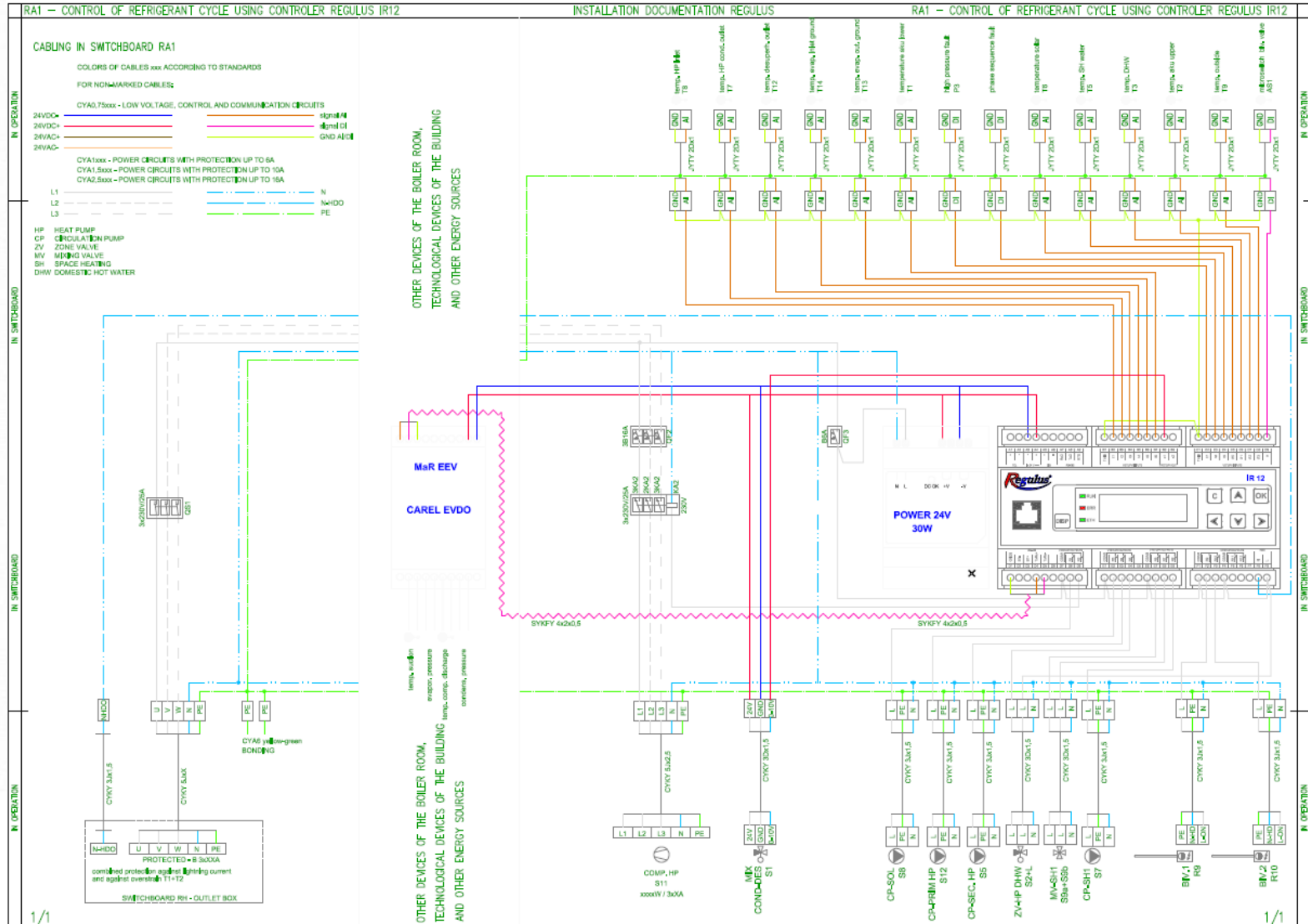
## Cíl:

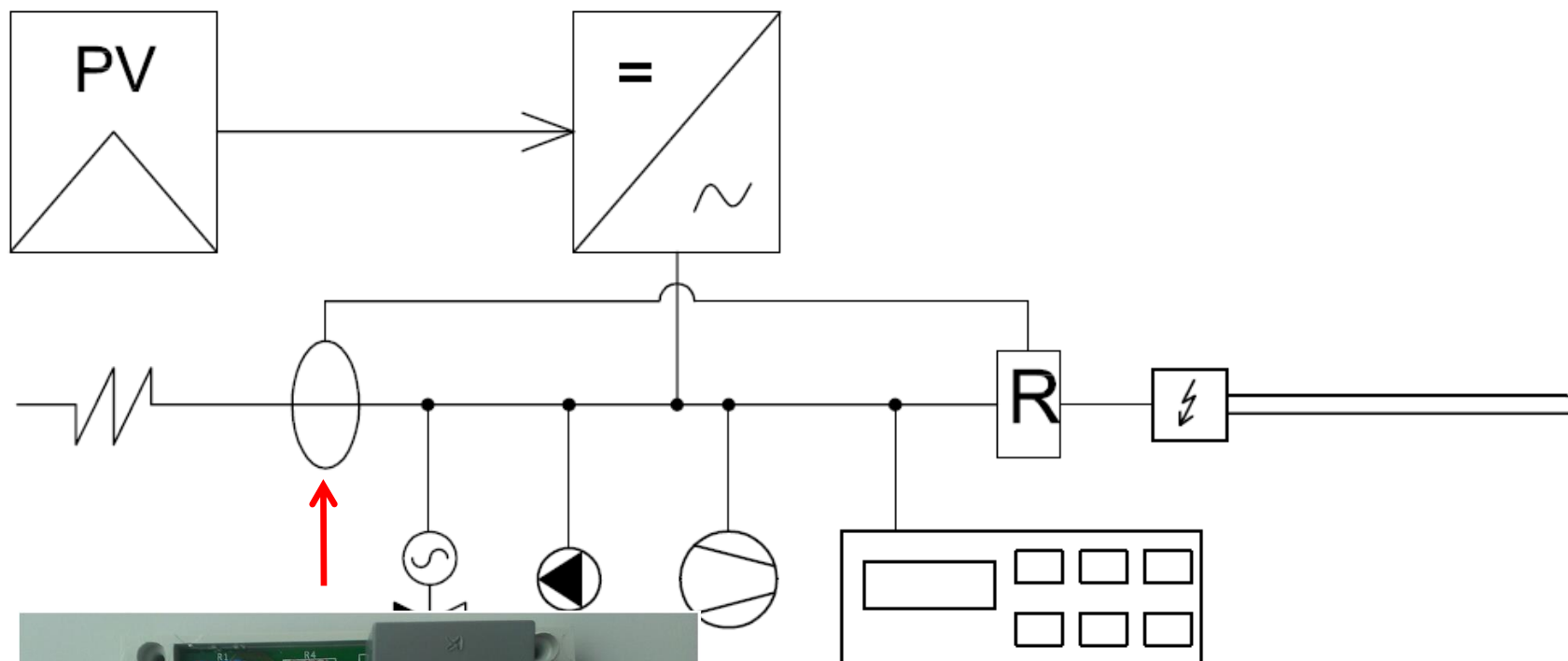
ovládat systém MacSheep

- řídit a kontrolovat tepelné čerpadlo
  - řídit solární systém
  - 1 směřovaný okruh
  - příprava TV
- 
- dokázat využít FV
  - predikce TV
  - předpověď počasí
  - detekce chyb systému

A large, light gray, stylized letter 'R' graphic that serves as a background element on the right side of the slide.

Úsporné řešení vašeho topení

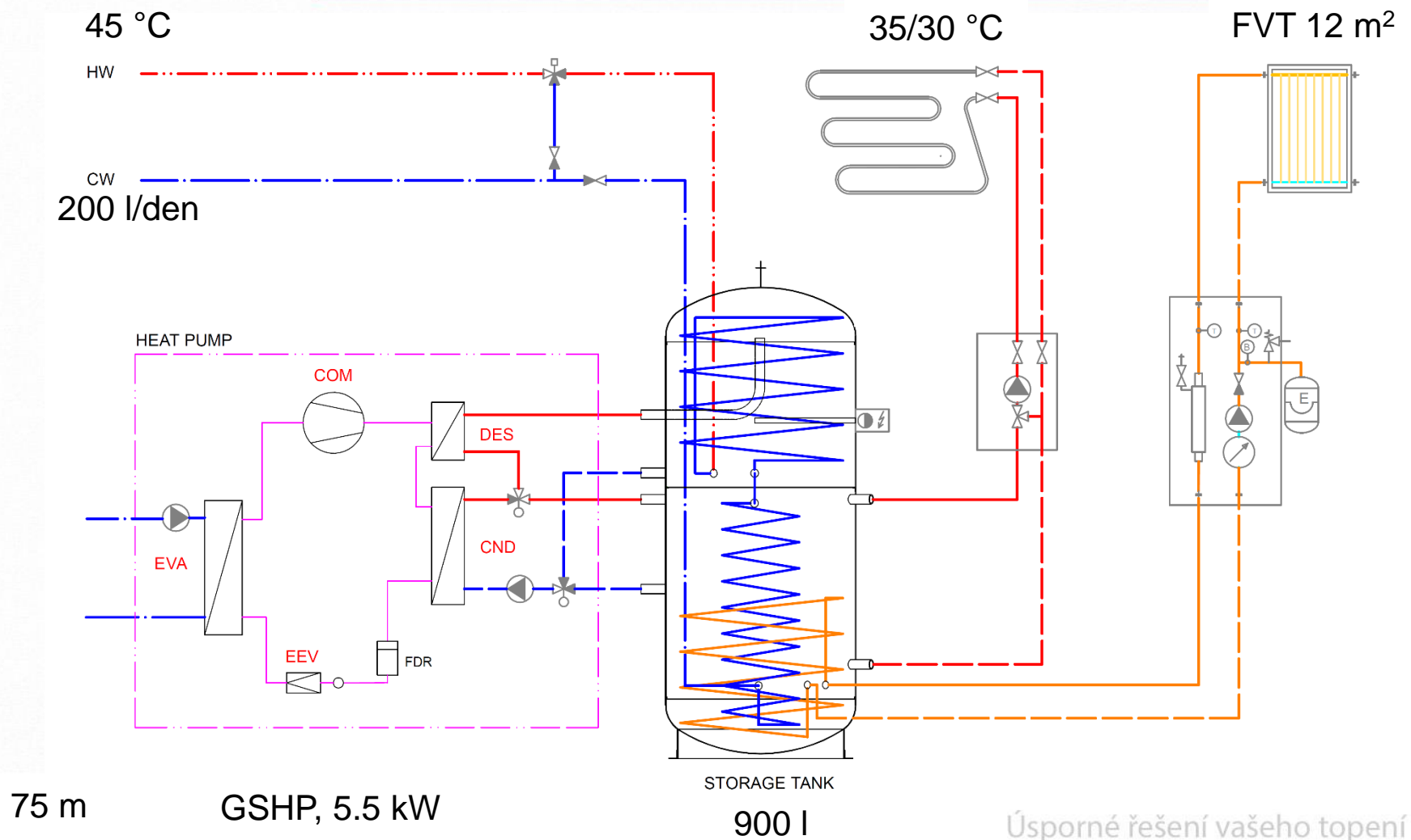




Úsporné řešení vašeho topení

# Finální systém

Úsporné řešení vašeho topení





*Regulus*

# Finální systém

mAc  
SHEEP



vašeho topení

# Závěr

Úsporné řešení vašeho topení



- Systém je nyní na testech ve Švédském institutu SERC (Solar Energy Research Center)
- Simulace ukazují, že úspora elektrické energie 25% oproti referenčnímu systému je reálná

	<b>GSZ45</b>	<b>GSZ100</b>	<b>GSC45</b>	<b>GSC100</b>
SPF <sub>SHP+,pen</sub> [-]	<b>5.43 (+32 %)</b>	-	8.55 (+47 %)	-
W <sub>el,SHP+,pen</sub> [MWh]	<b>2.02 (-24%)</b>	-	0.70 (-32 %)	-

- Výsledky budou průkazné až po testech



## Děkujeme za pozornost

Ing. Michal Broum / Oddělení vývoje

Telefon: +420 244 016 918

Email: [michal.broum@regulus.cz](mailto:michal.broum@regulus.cz)

[www.regulus.cz](http://www.regulus.cz)

