

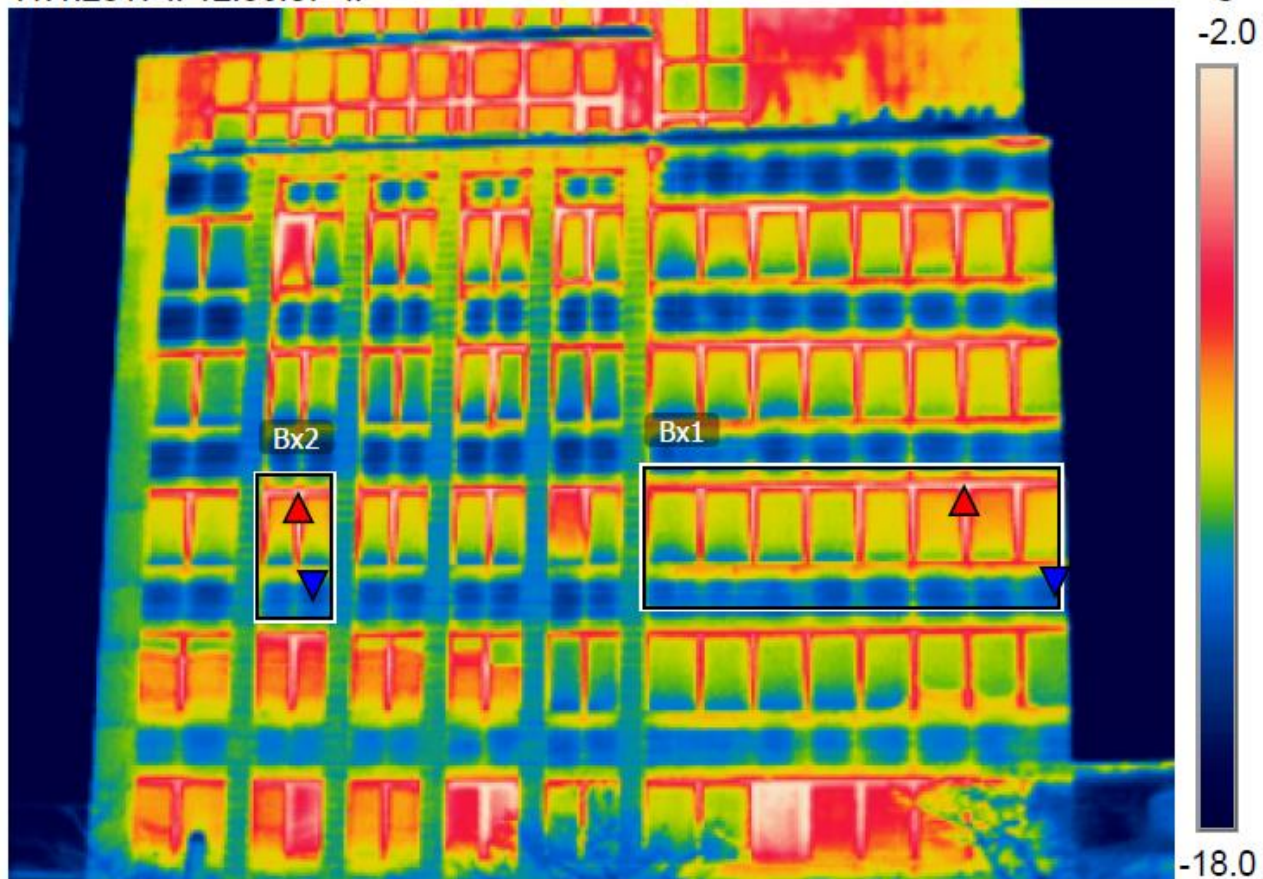


Характерни проблеми и съвременни тенденции при енергийната ефективност в хладилни и климатични системи

маг. инж. Светослав Влашки – катедра „Топлинна и хладилна техника“, ТУ-София

Енергийна ефективност на сгради

11.1.2017 г. 12:36:07 ч.



FLIR0451.jpg

FLIR T420

62117515

Measurements °C

Bx1	Max	-1.5
	Min	-13.7
	Average	-9.6
Bx2	Max	-1.3
	Min	-13.7
	Average	-9.8

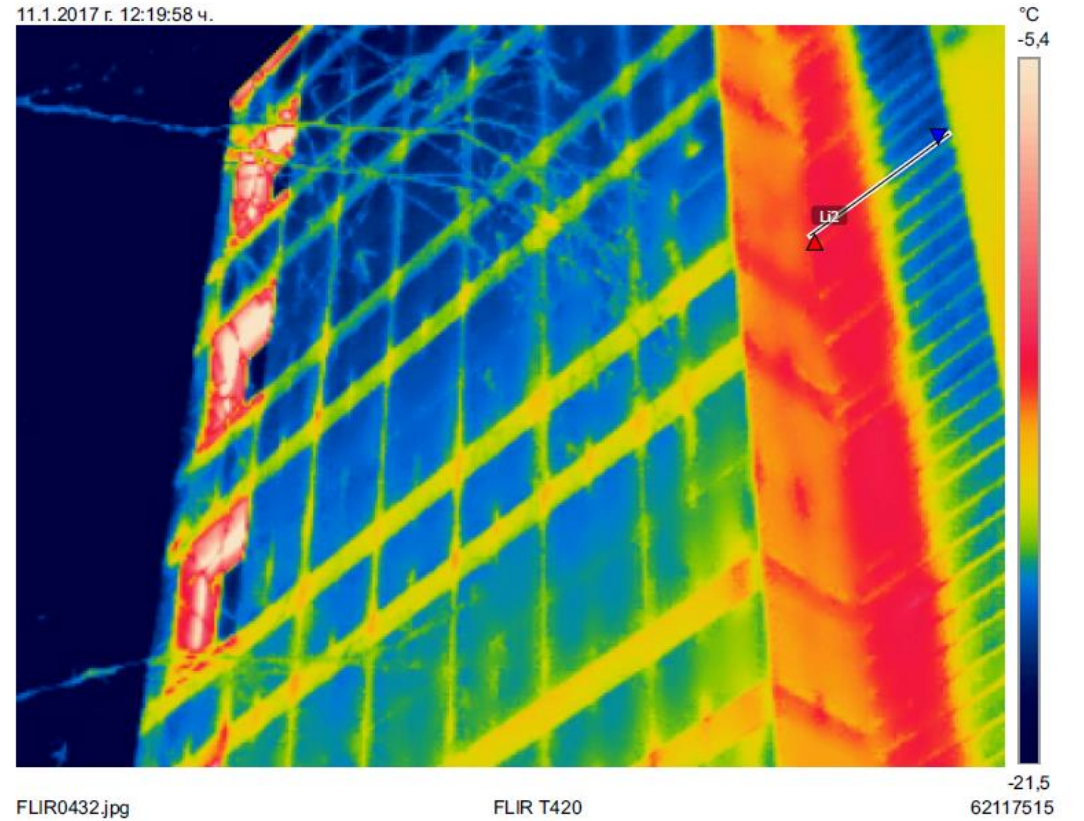
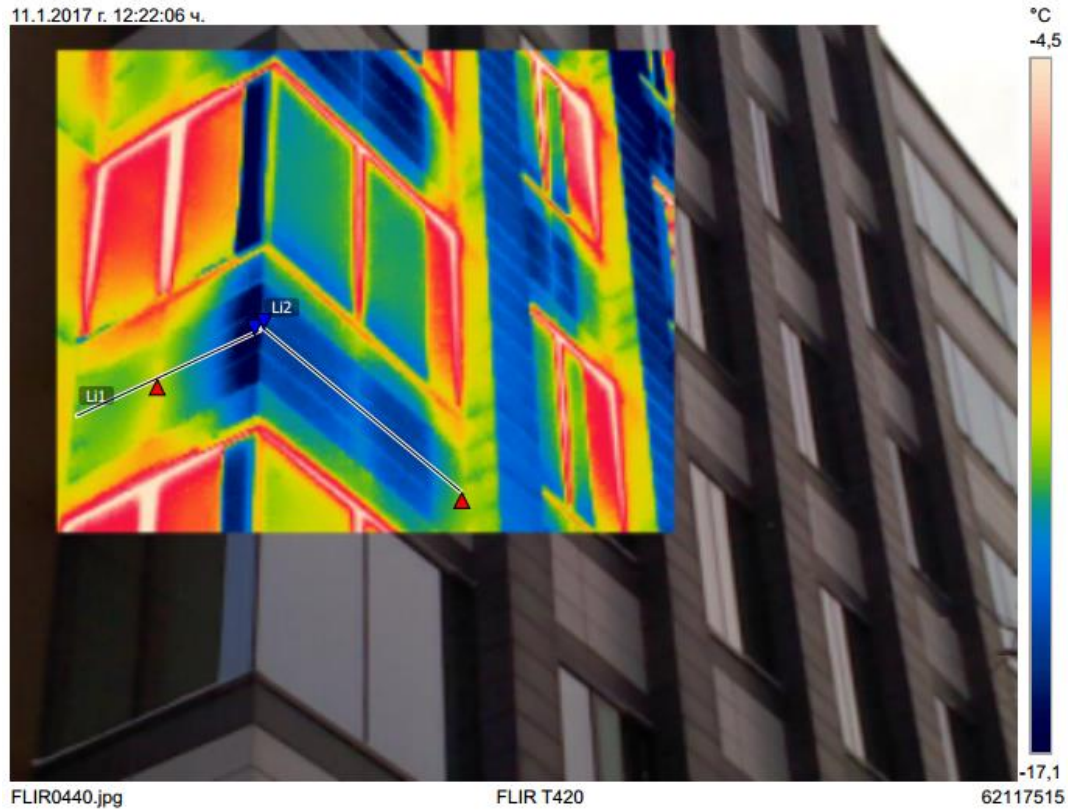
Parameters

Emissivity	0.9
Refl. temp.	-10 °C

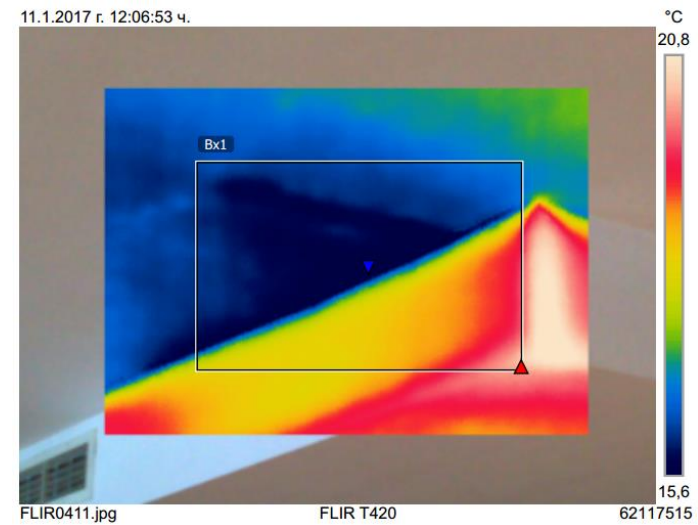
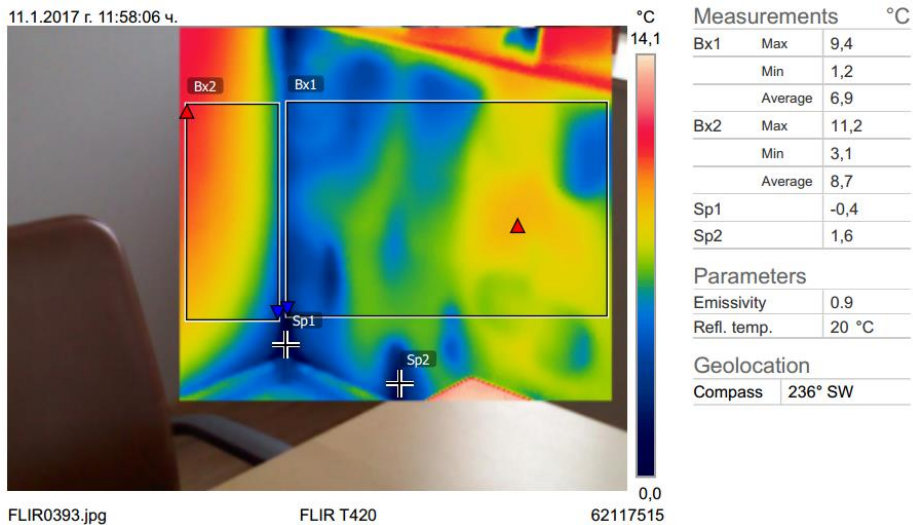
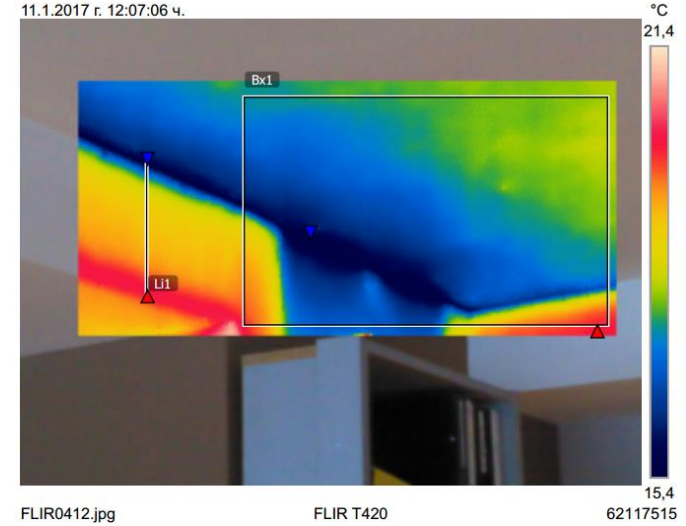
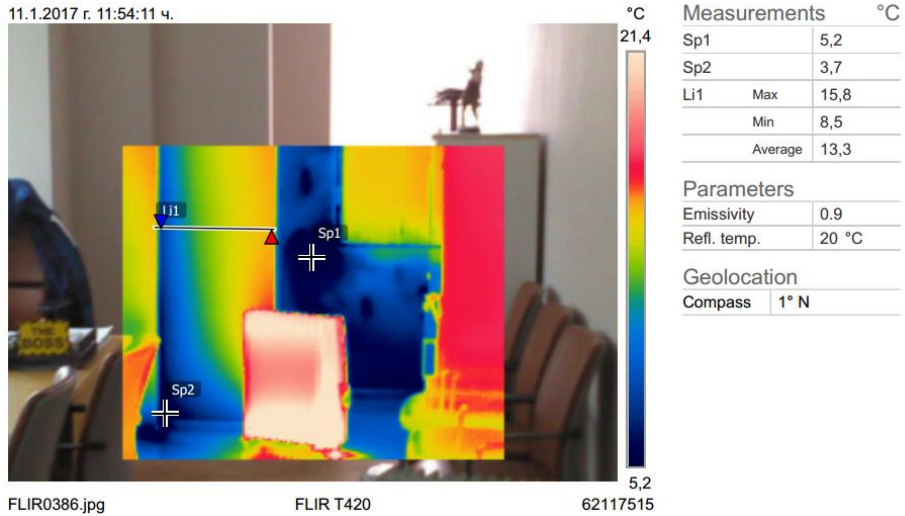
Geolocation

Compass	86° E
---------	-------

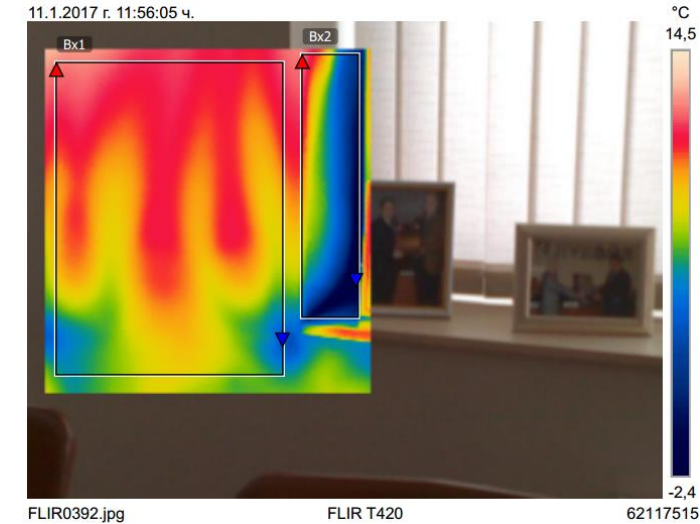
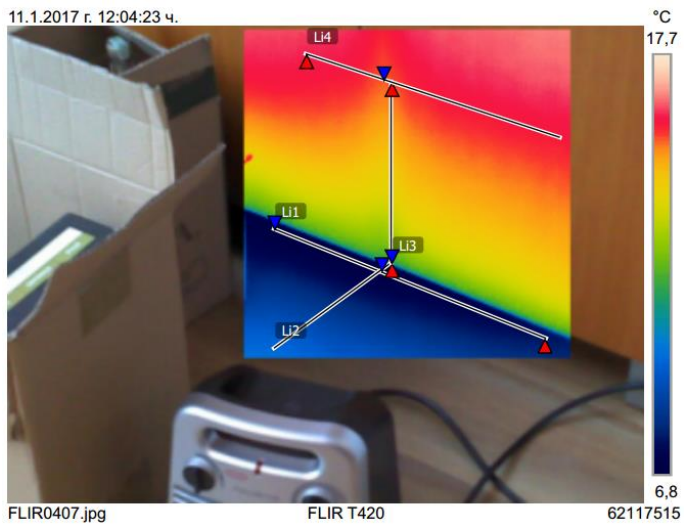
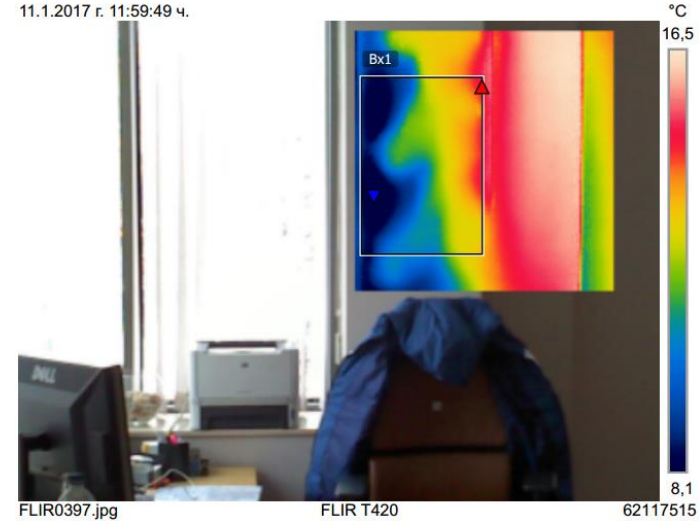
Енергийна ефективност на сгради



Енергийна ефективност на сгради

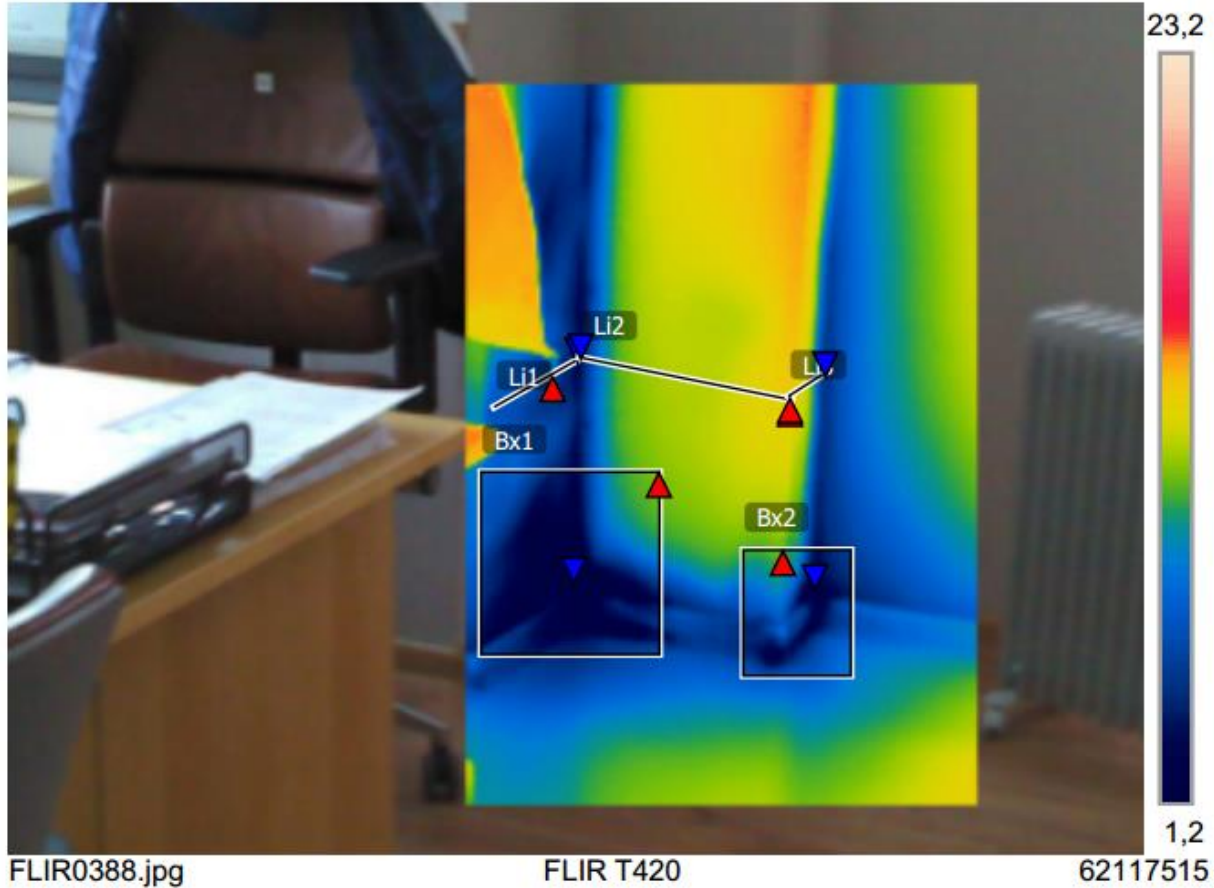


Енергийна ефективност на сгради



Енергийна ефективност на сгради

11.1.2017 г. 11:54:41 ч.



Measurements °C

Bx1	Max	11,6
	Min	-3,5
	Average	4,2
Bx2	Max	11,3
	Min	1,1
	Average	6,1
Li1	Max	9,0
	Min	3,3
	Average	6,0
Li2	Max	14,0
	Min	3,5
	Average	11,7
Li3	Max	14,0
	Min	5,1
	Average	10,2

Parameters

Emissivity	0.9
Refl. temp.	20 °C

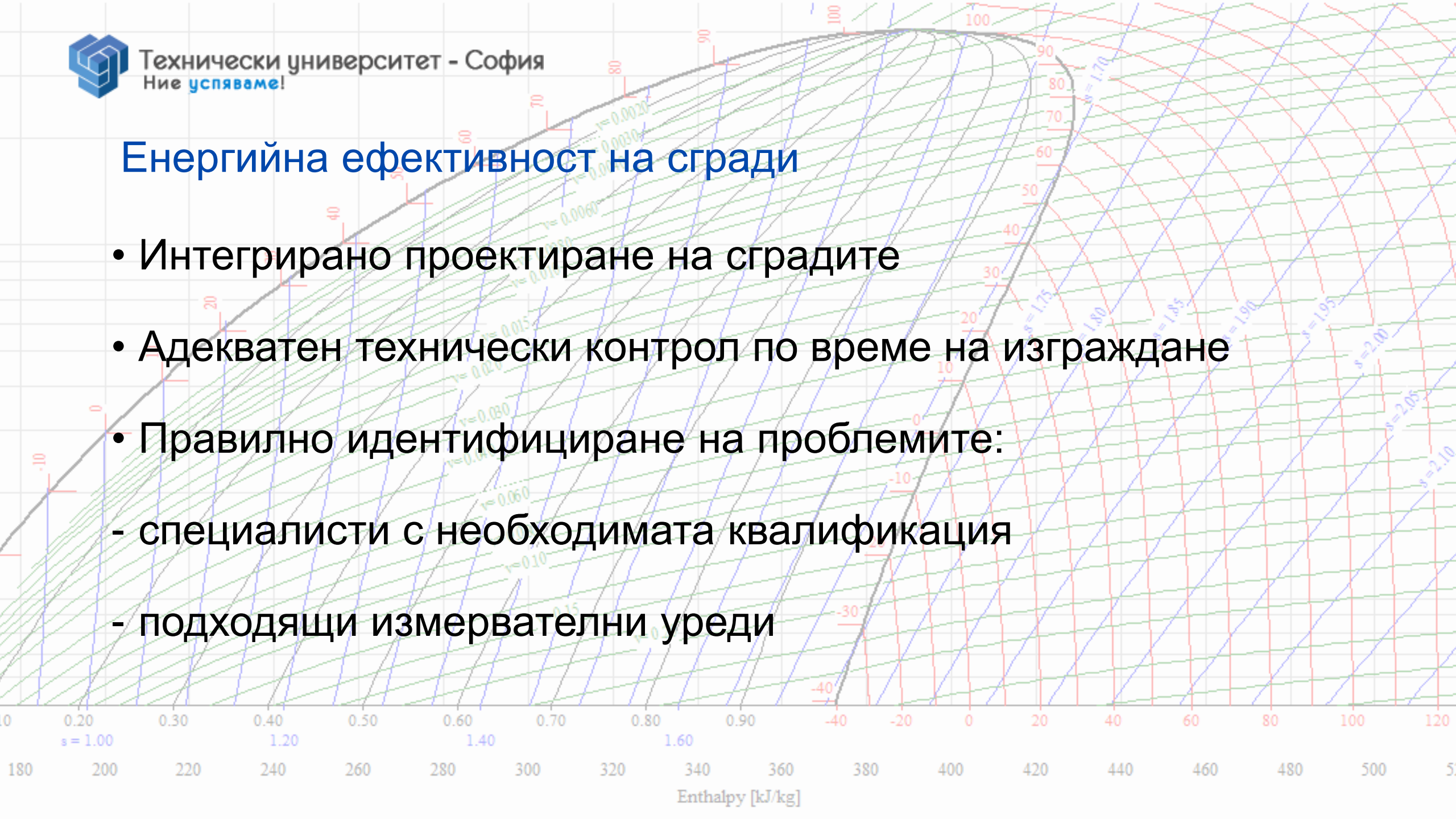
Geolocation

Compass	330° NW
---------	---------

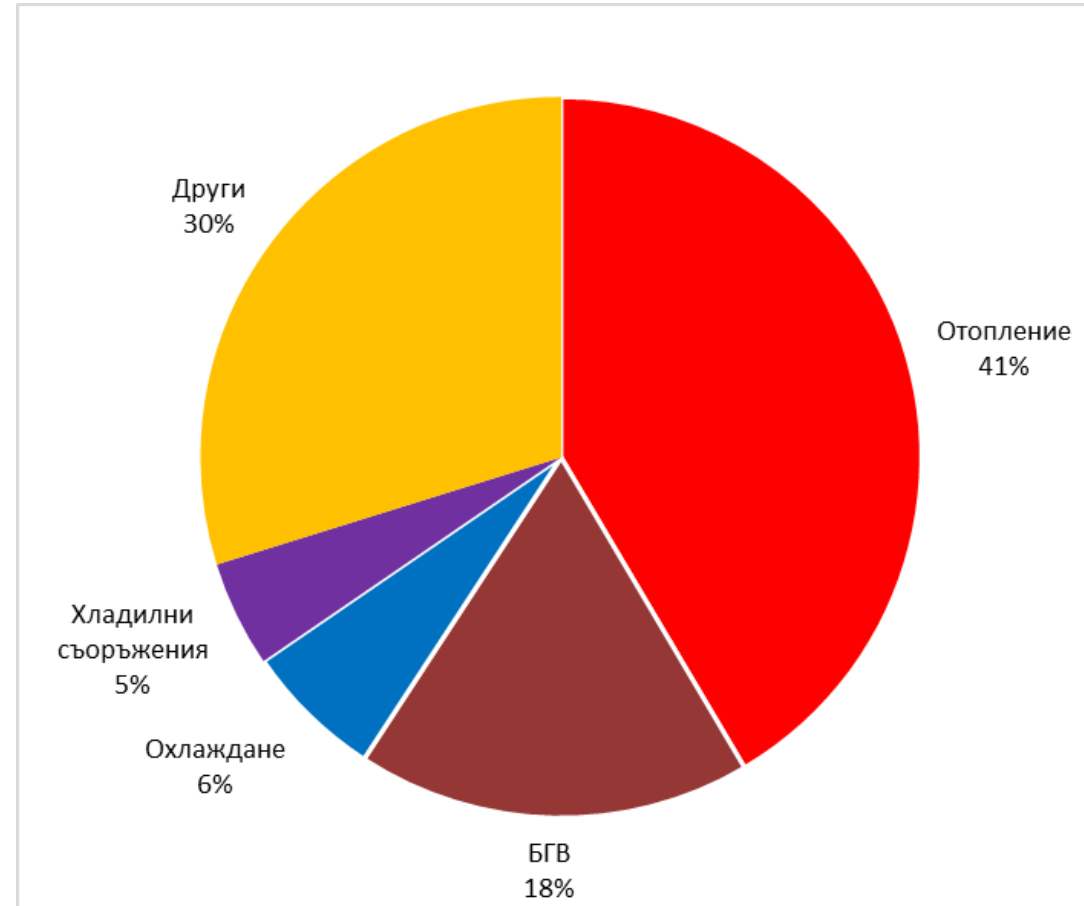


Енергийна ефективност на сгради

- Интегрирано проектиране на сградите
- Адекватен технически контрол по време на изграждане
- Правилно идентифициране на проблемите:
 - специалисти с необходимата квалификация
 - подходящи измервателни уреди

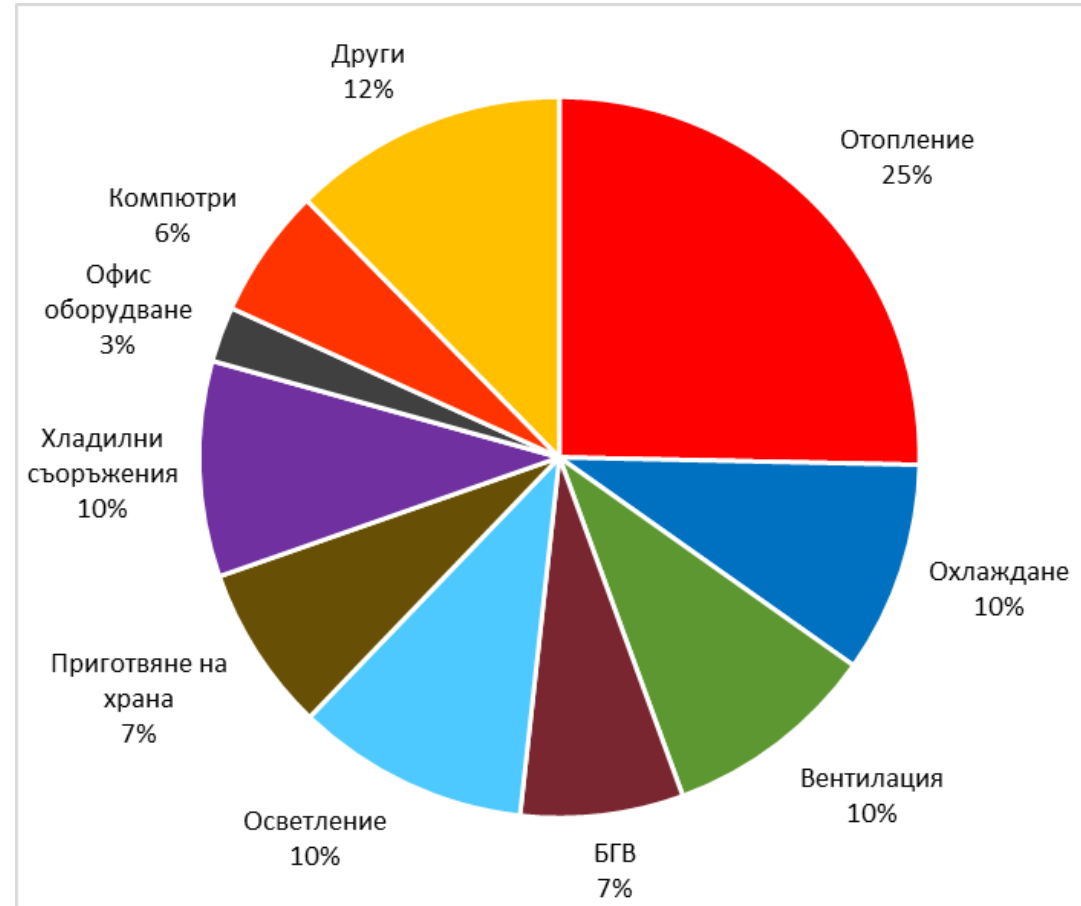


Потребление на енергия в домакинствата



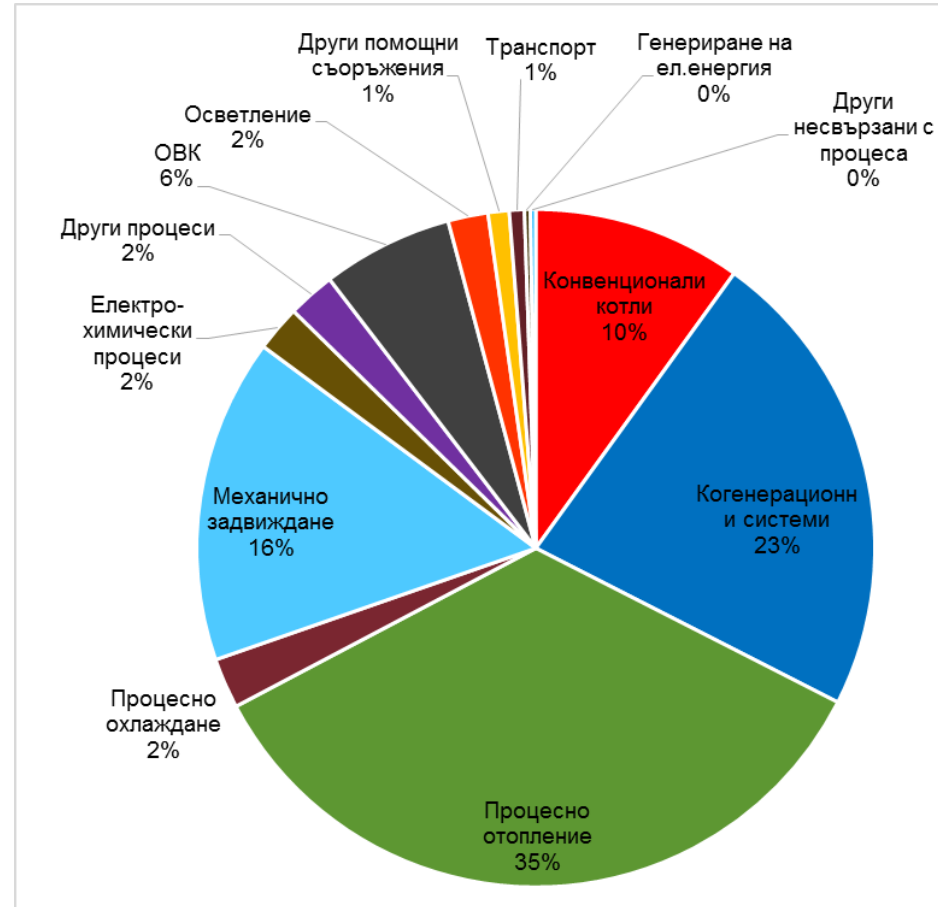
Източник: U.S. Energy Information Administration. 2012. 2009 Residential Energy Consumption Survey. Table CE3.1. Household Site End-Use Consumption in the U.S., Totals and Averages, 2009.

Потребление на енергия в обществени и търговски сгради



Източник: U.S. Energy Information Administration. 2016. 2012 Commercial Buildings Energy Consumption Survey. Table E1A. Major Fuel Consumption (Btu) by End Use for All Buildings.

Потребление на енергия в индустрията



Източник: U.S. Energy Information Administration. 2013. 2010 Energy Consumed as a Fuel by End Use. Table 5.2 By Mfg. Industry with Net Electricity.



Характерни проблеми – хладилни системи и термопомпи

- Недостиг или излишък на хладилен агент:

10% недостиг на хладилен агент - до 30% увеличаване на електропотреблението!

- Замърсяване на топлообменните апарати
- Наличие на влага и некондензиращи газове

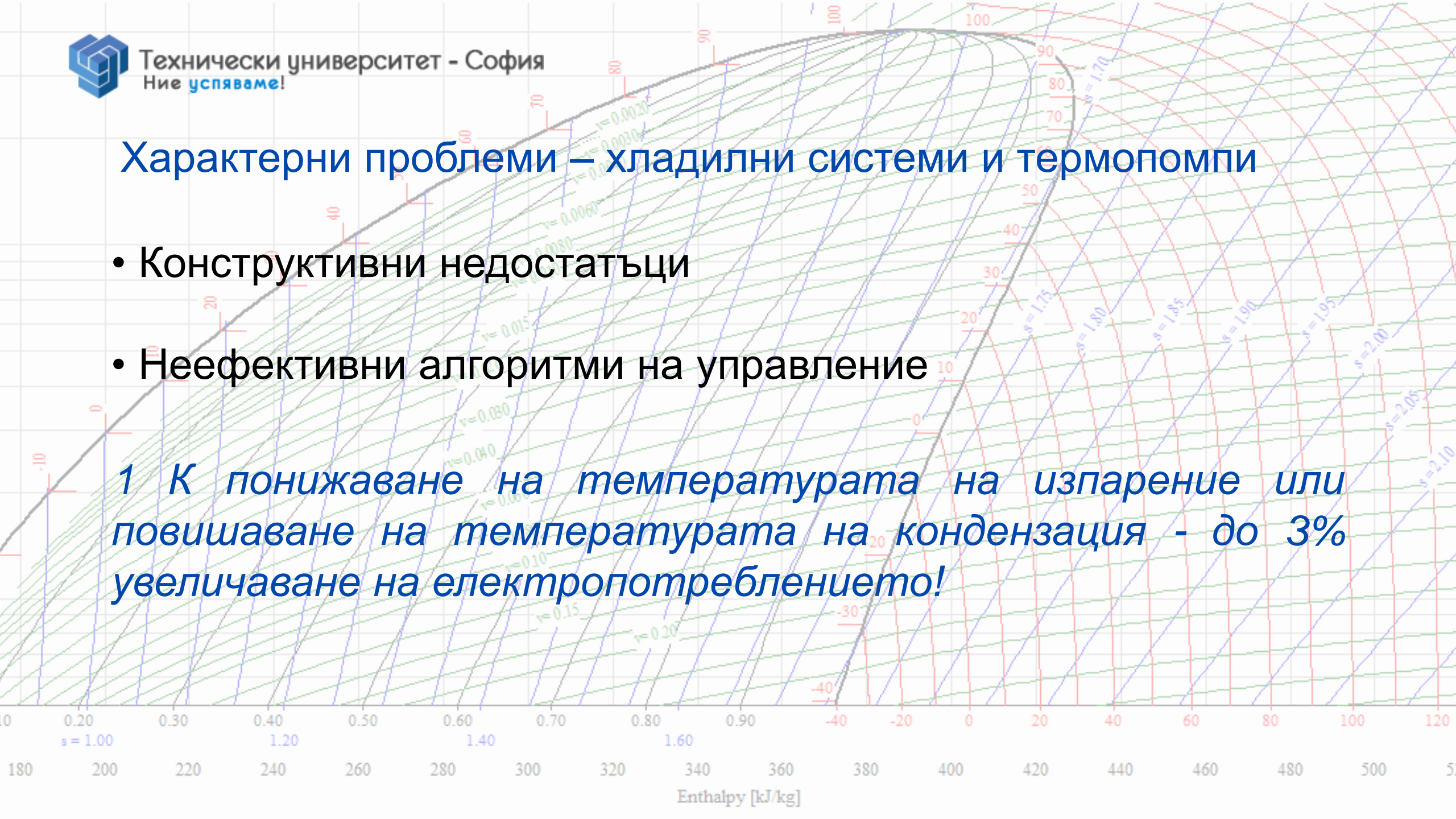




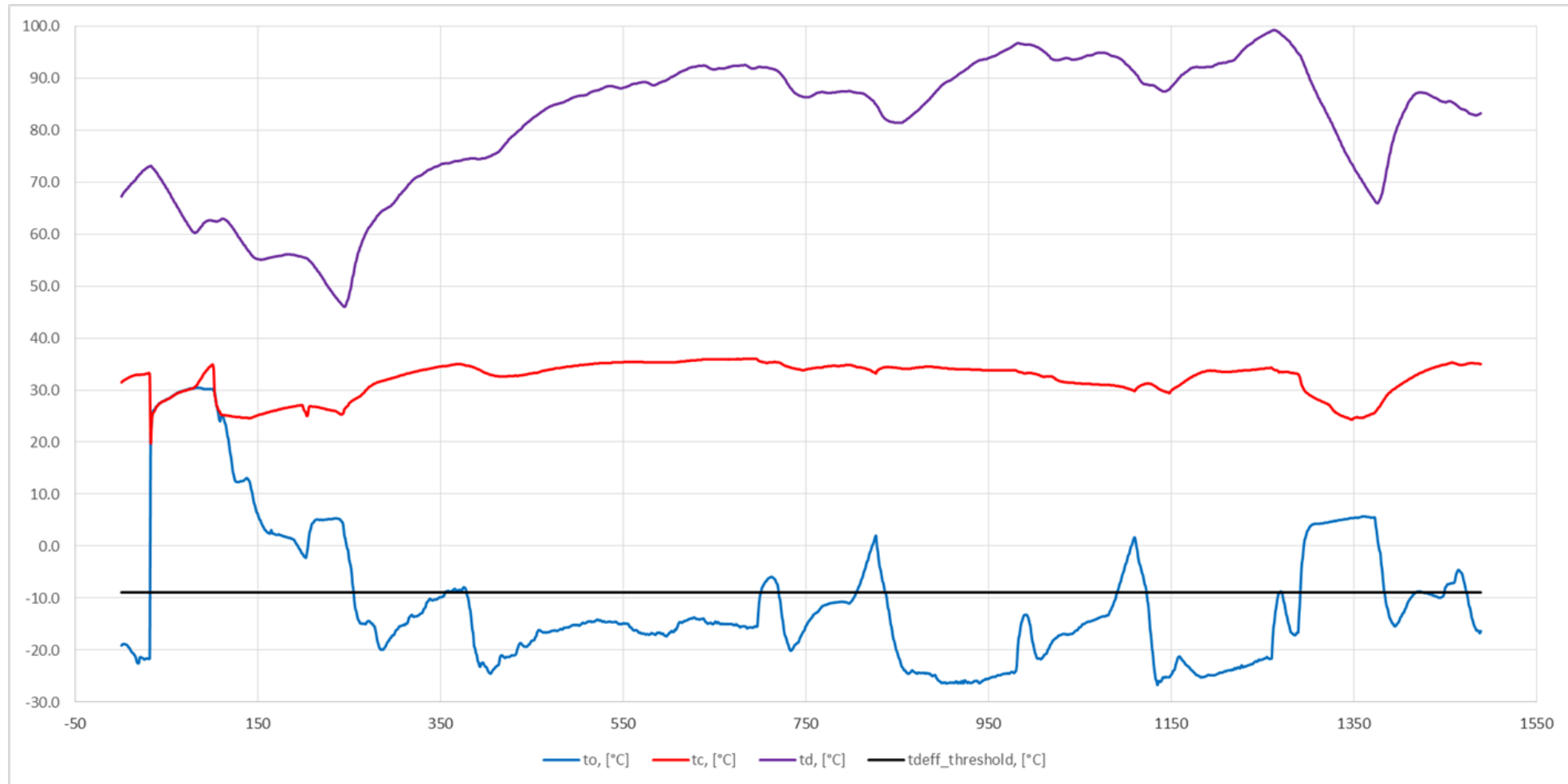
Характерни проблеми – хладилни системи и термопомпи

- Конструктивни недостатъци
- Неефективни алгоритми на управление

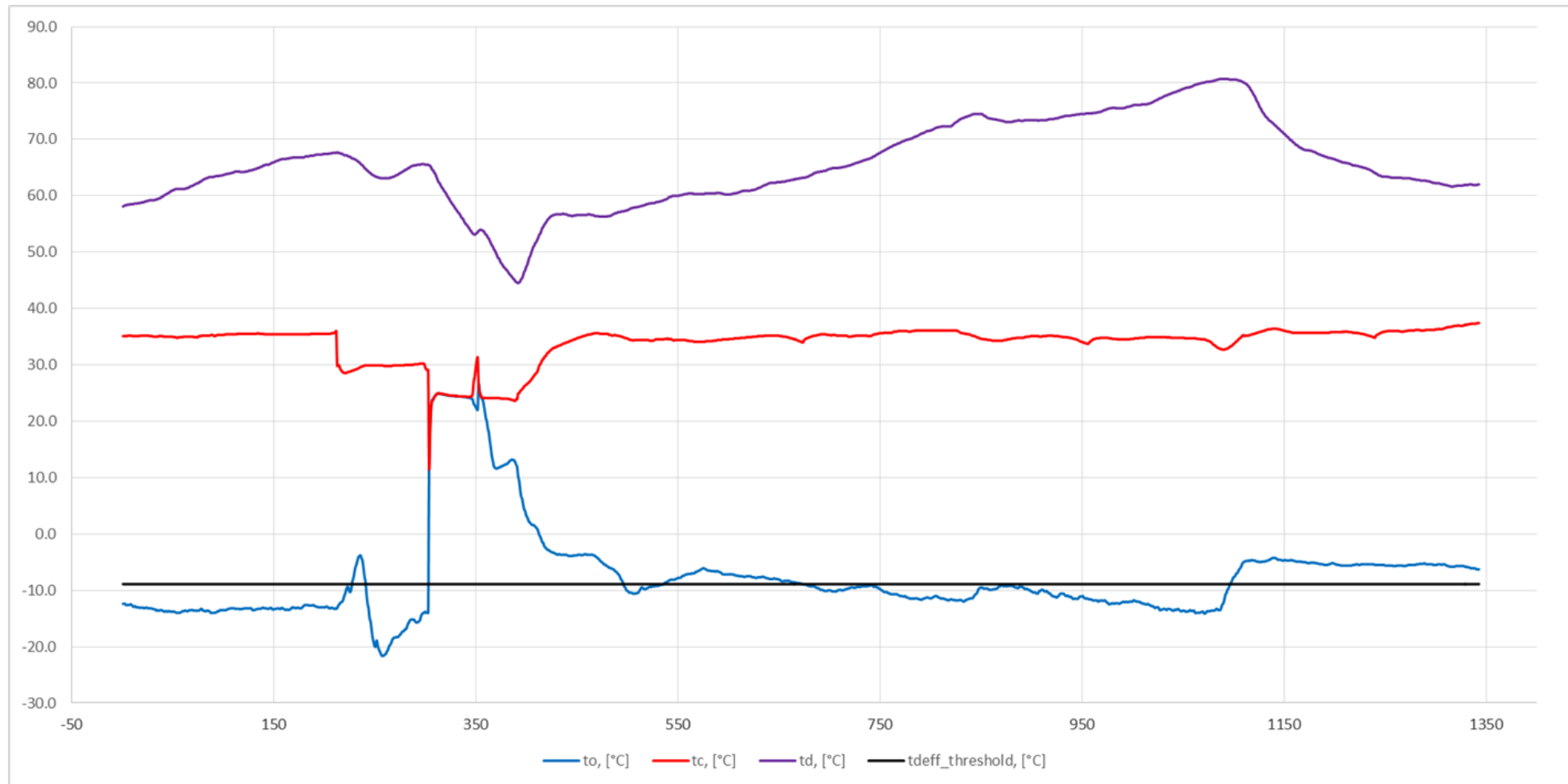
1 К понижаване на температурата на изпарение или повишаване на температурата на кондензация - до 3% увеличаване на електропотреблението!



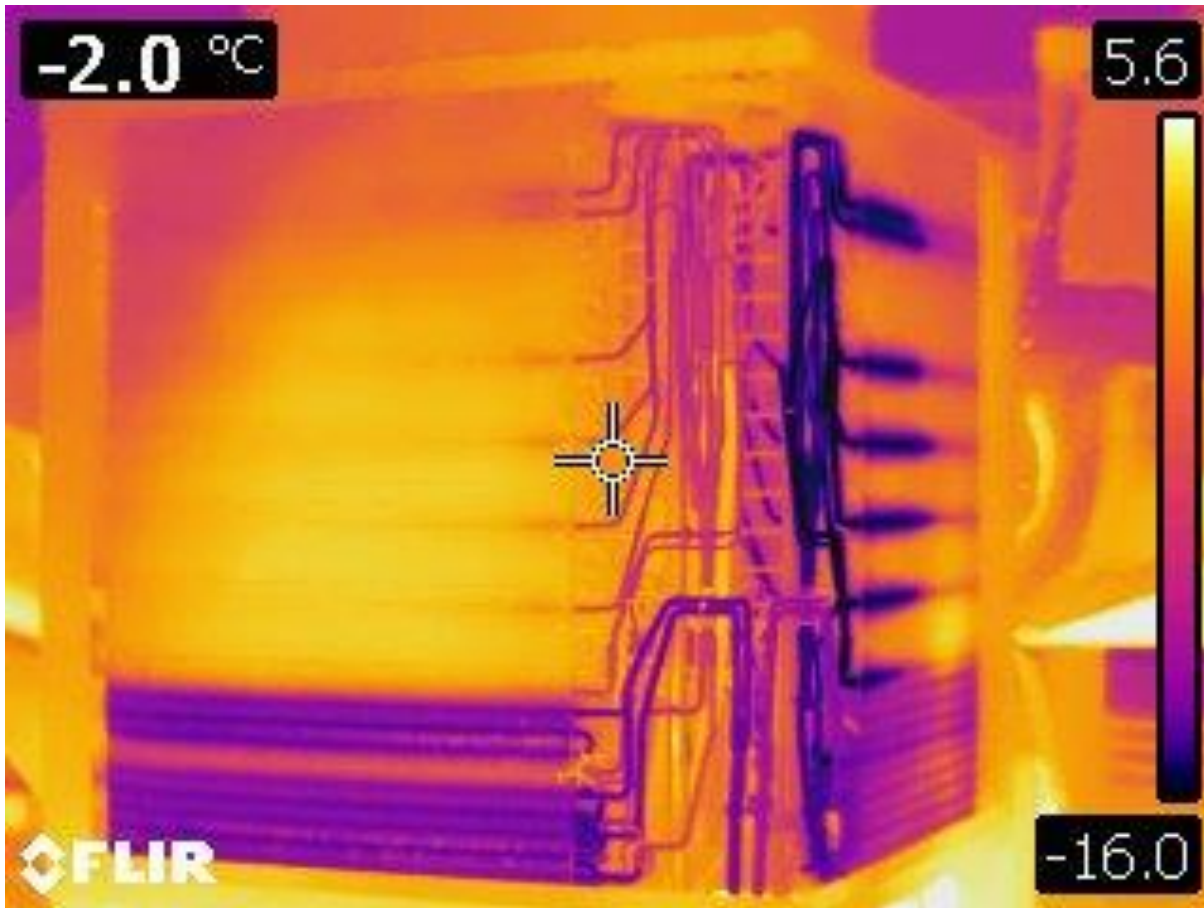
Пример: неправилен монтаж на VRF система



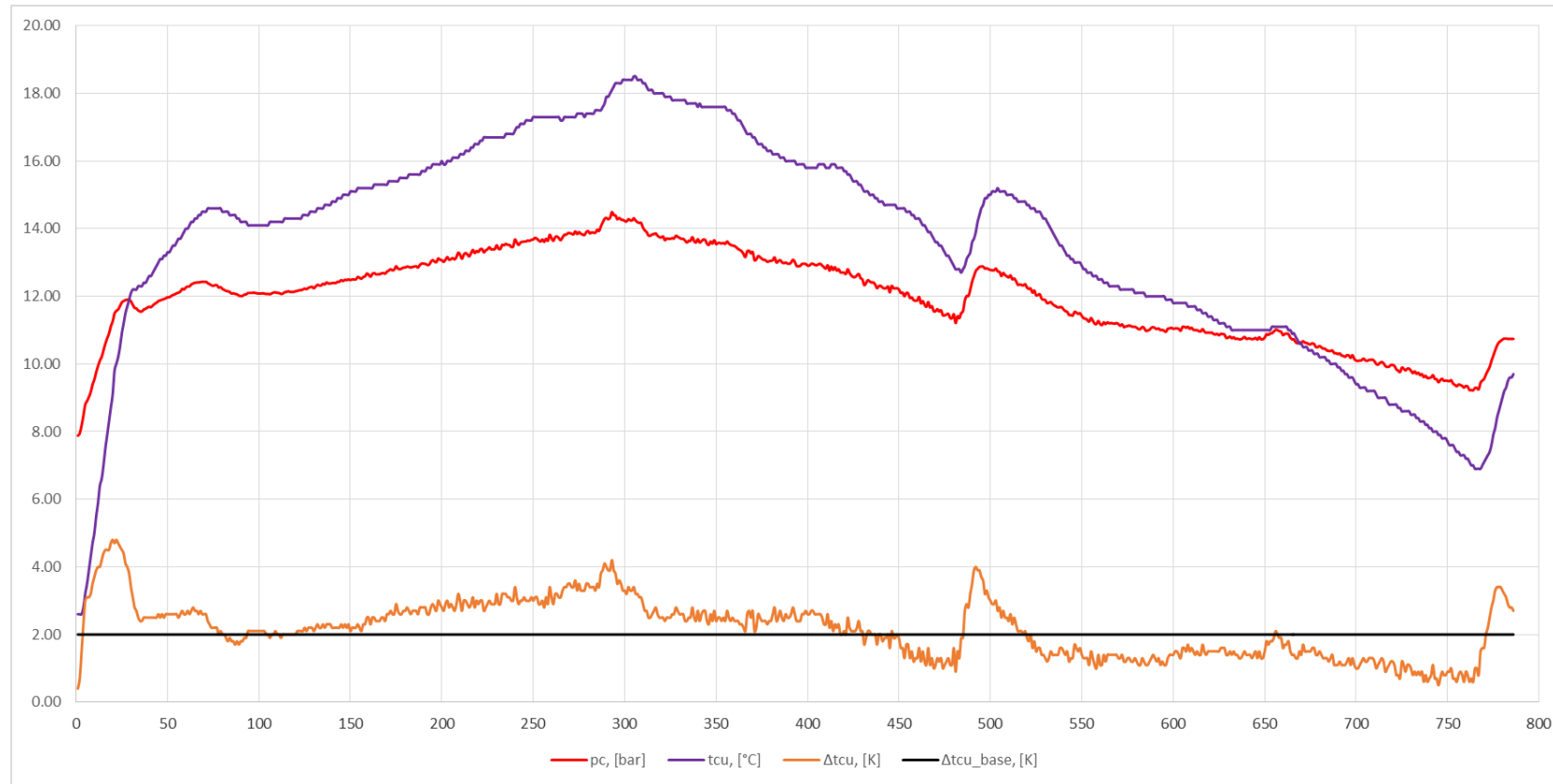
Пример: неправилен монтаж на VRF система



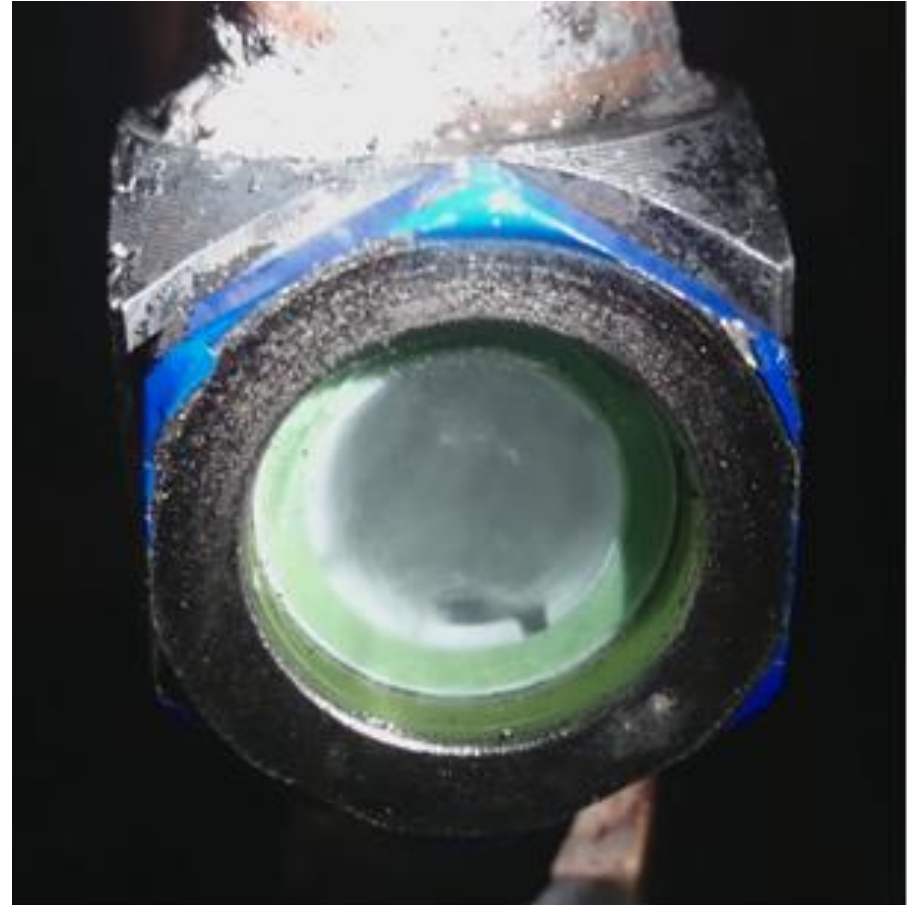
Пример: неправилен монтаж на VRF система



Пример: неправилен монтаж на VRF система



Пример: неправилен монтаж на VRF система



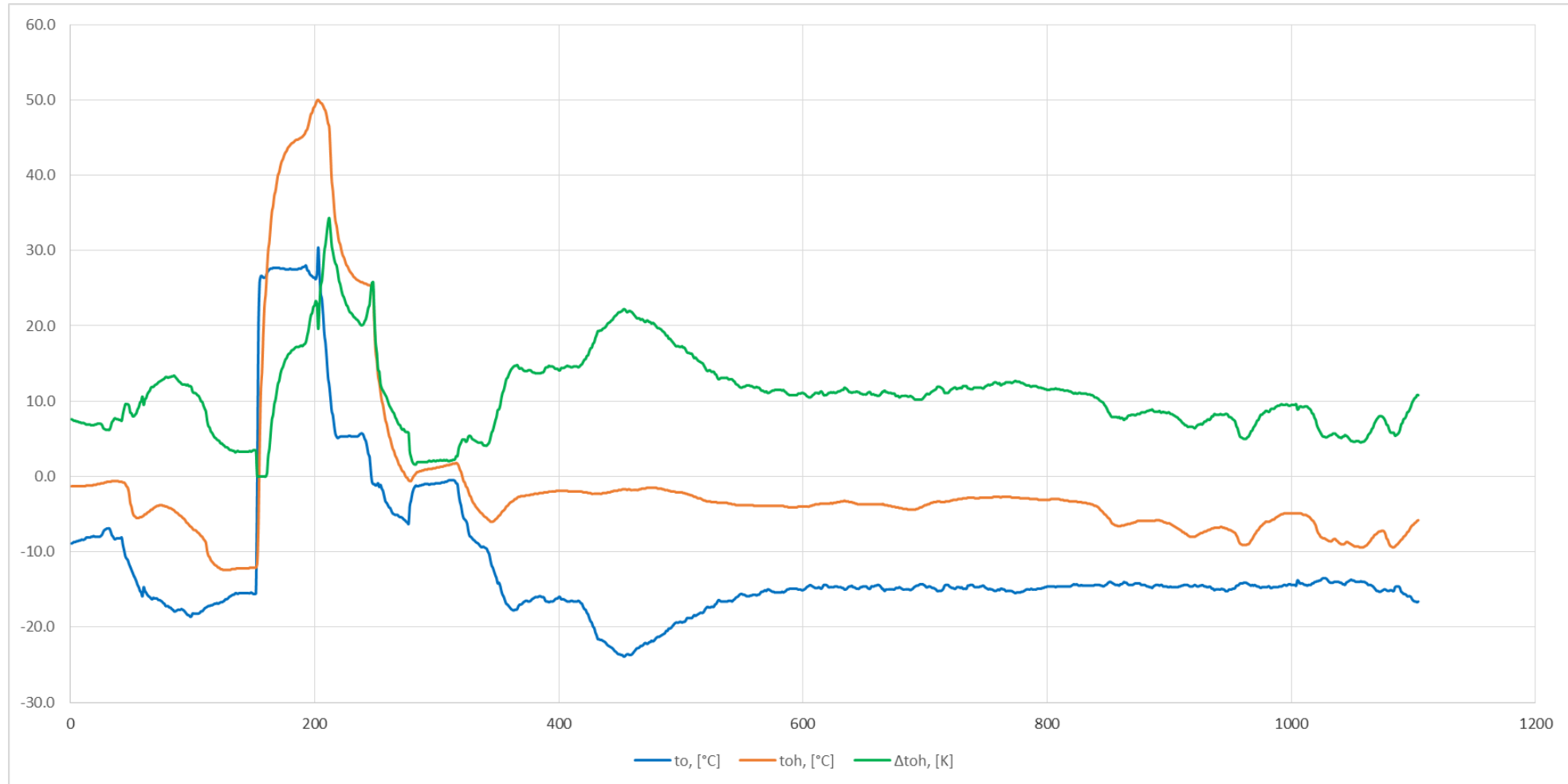
Пример: неправилен монтаж на VRF система



Пример: неправилен монтаж на VRF система

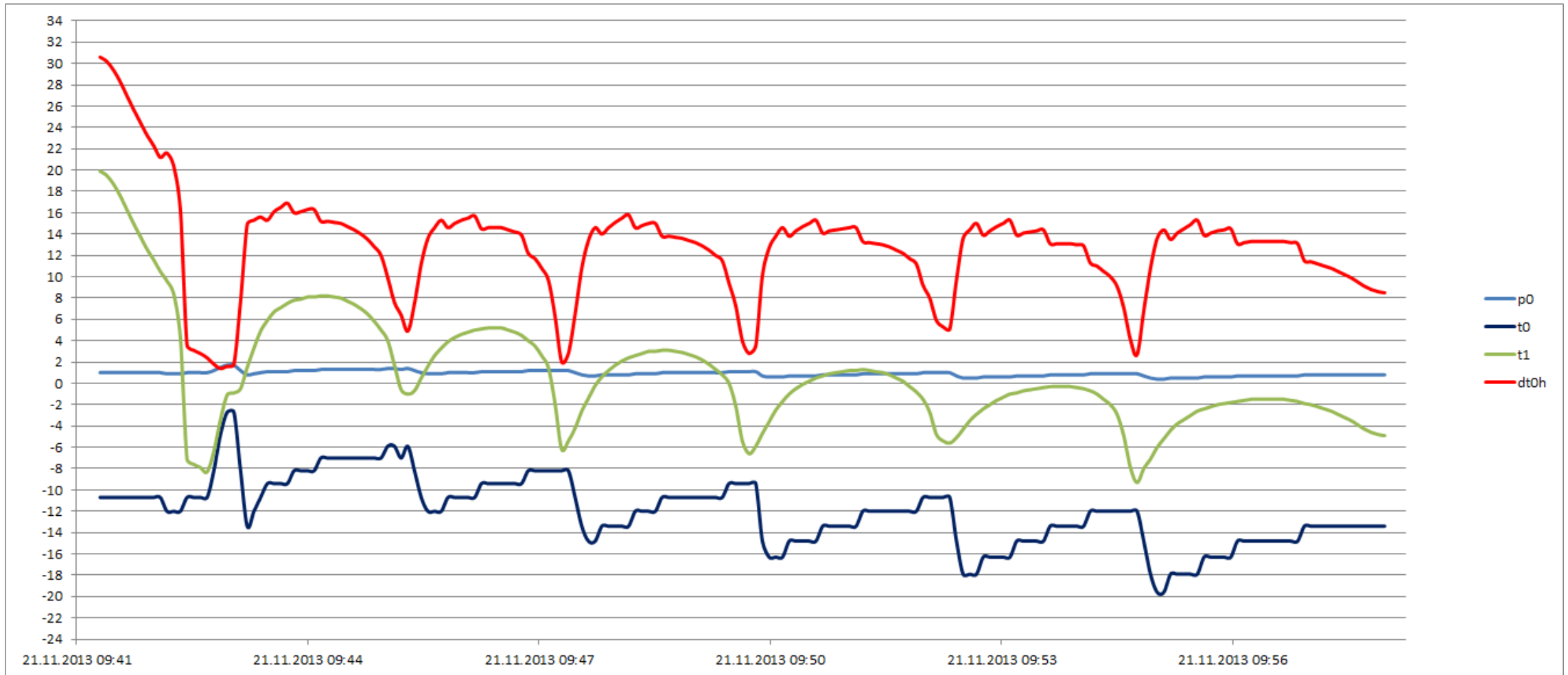


Пример: неправилен монтаж на VRF система

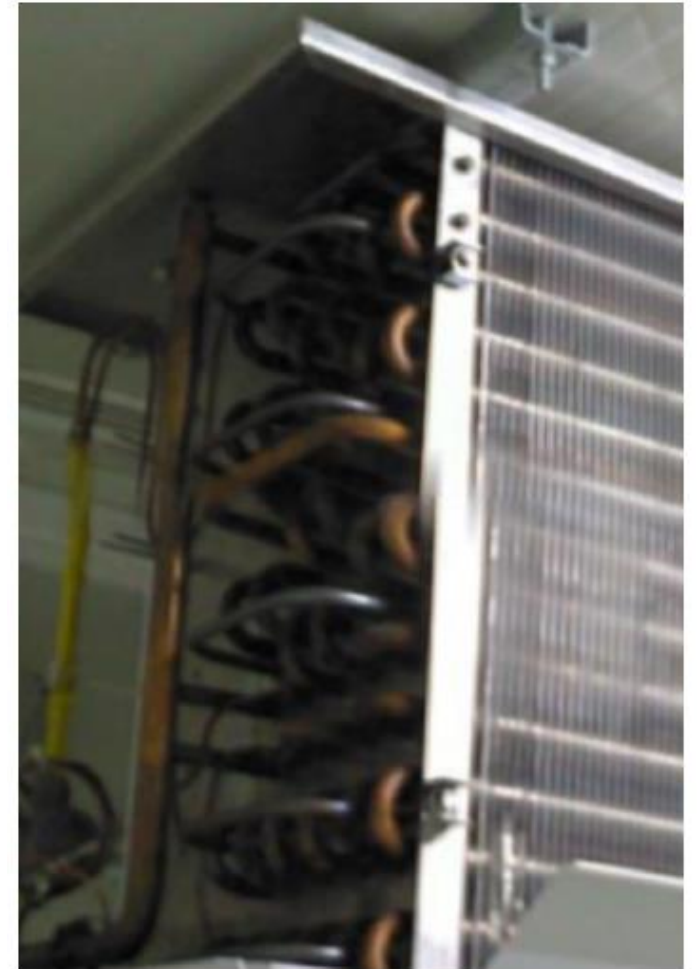
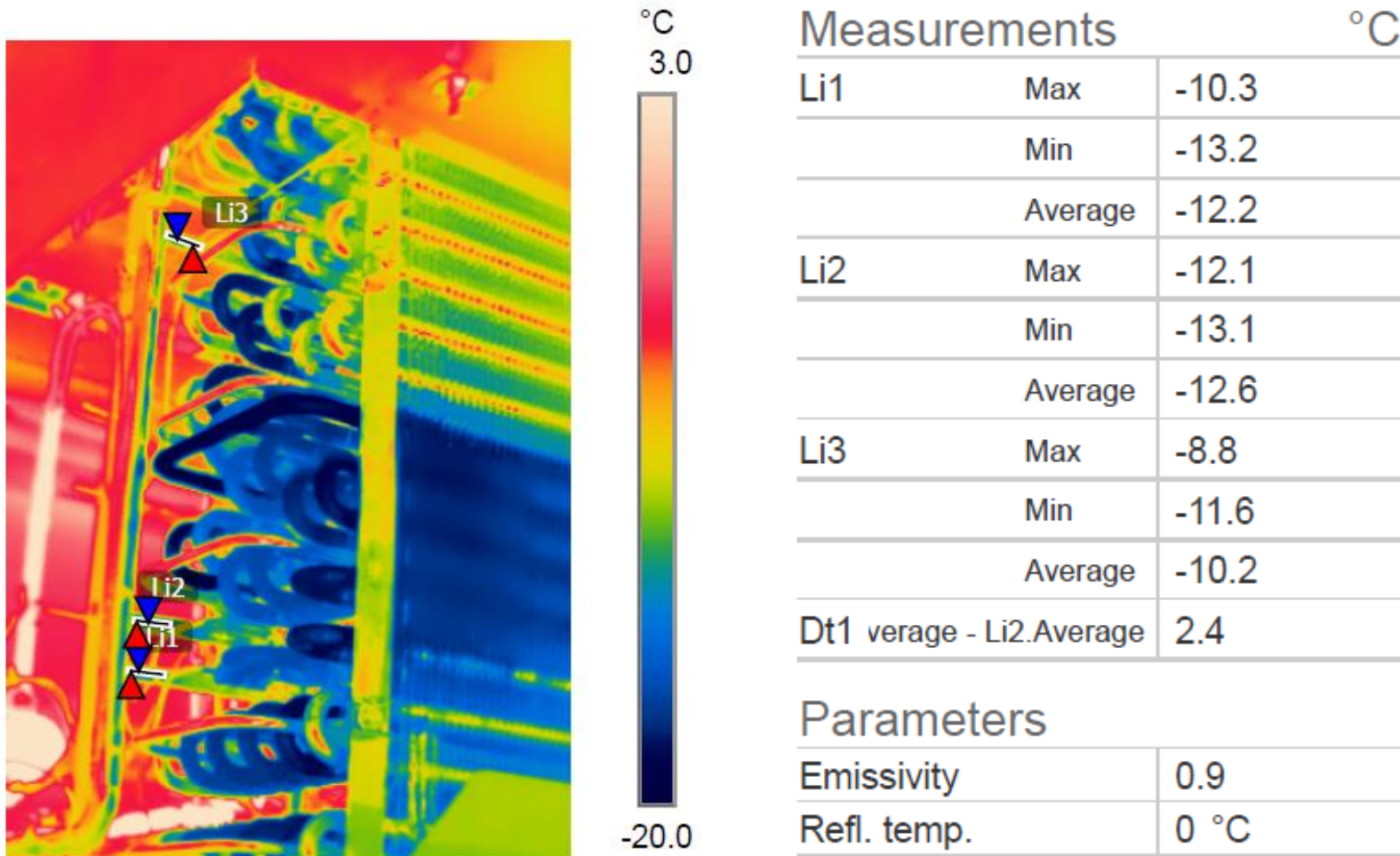




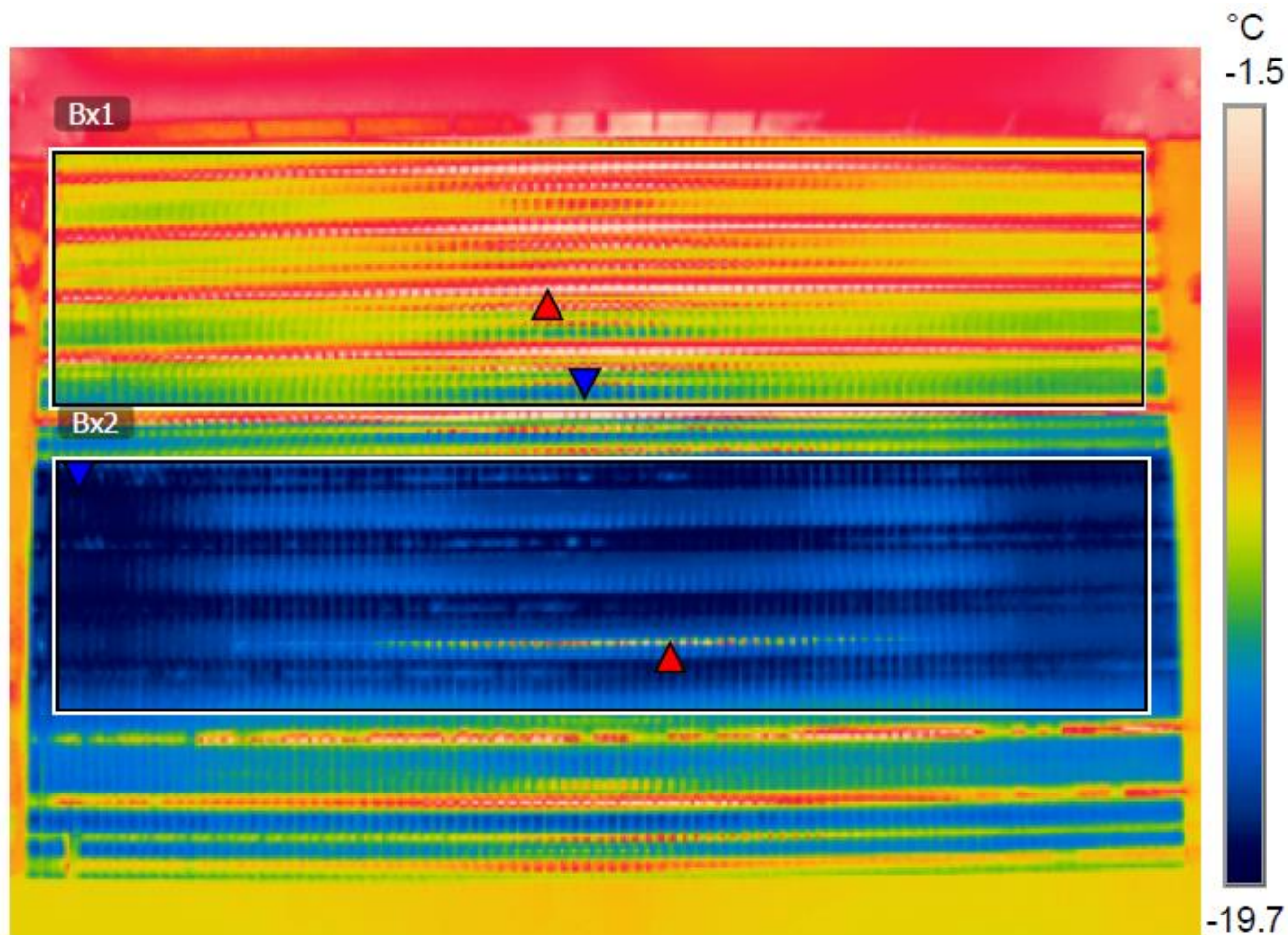
Пример: конструктивен недостатък на изпарител



Пример: конструктивен недостатък на изпарител



Пример: конструктивен недостатък на изпарител



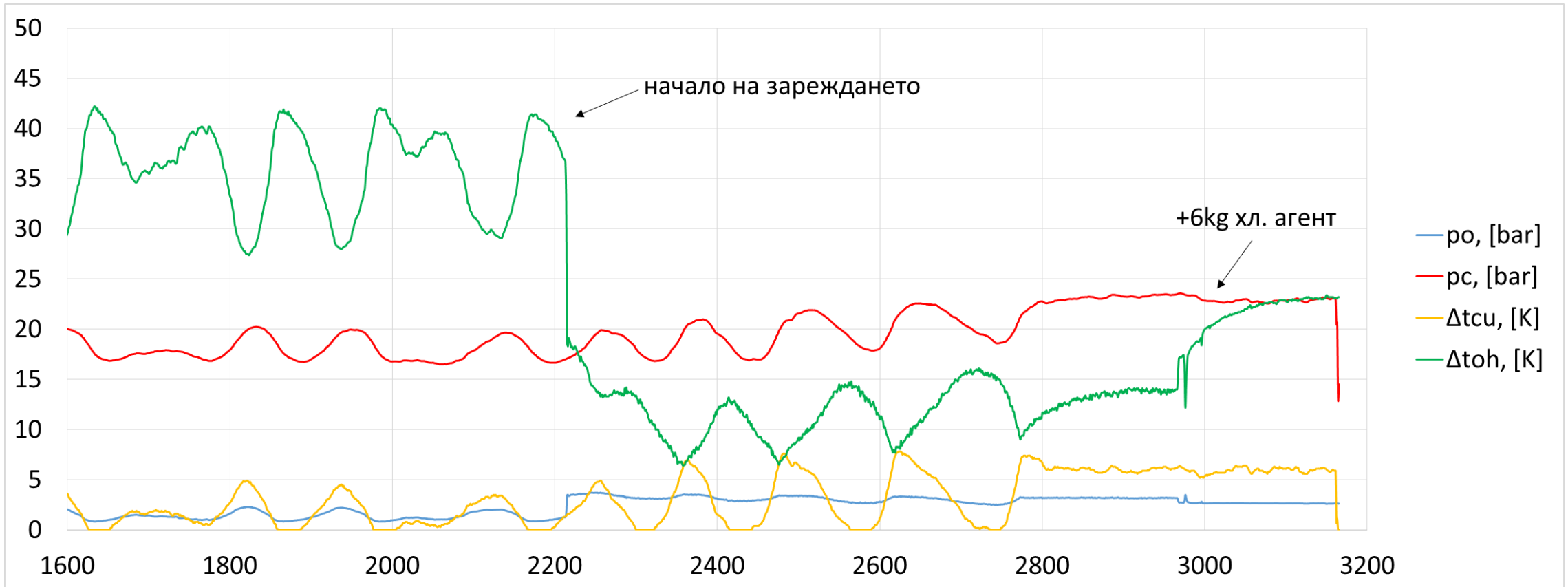
Measurements °C

Bx1	Max	7.0
	Min	-16.5
	Average	-9.1
Bx2	Max	-1.4
	Min	-20.1
	Average	-17.3

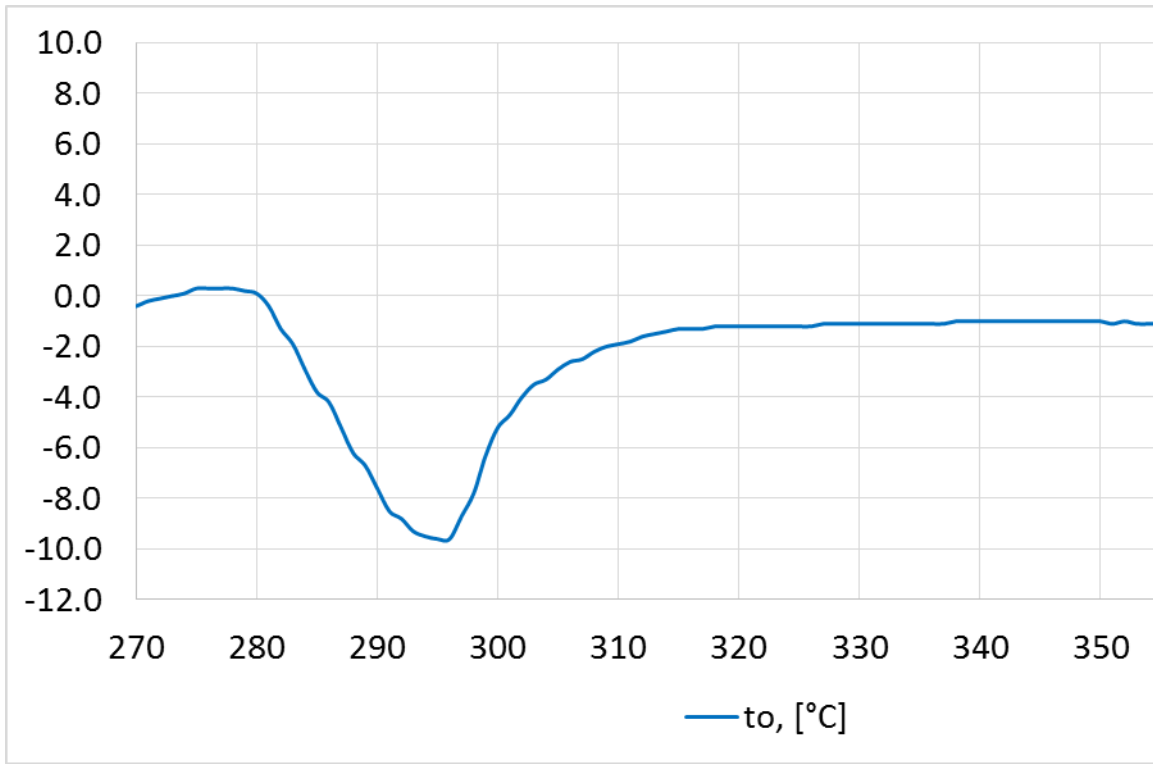
Parameters

Emissivity	0.9
Refl. temp.	0 °C

Пример: недостиг на хладилен агент



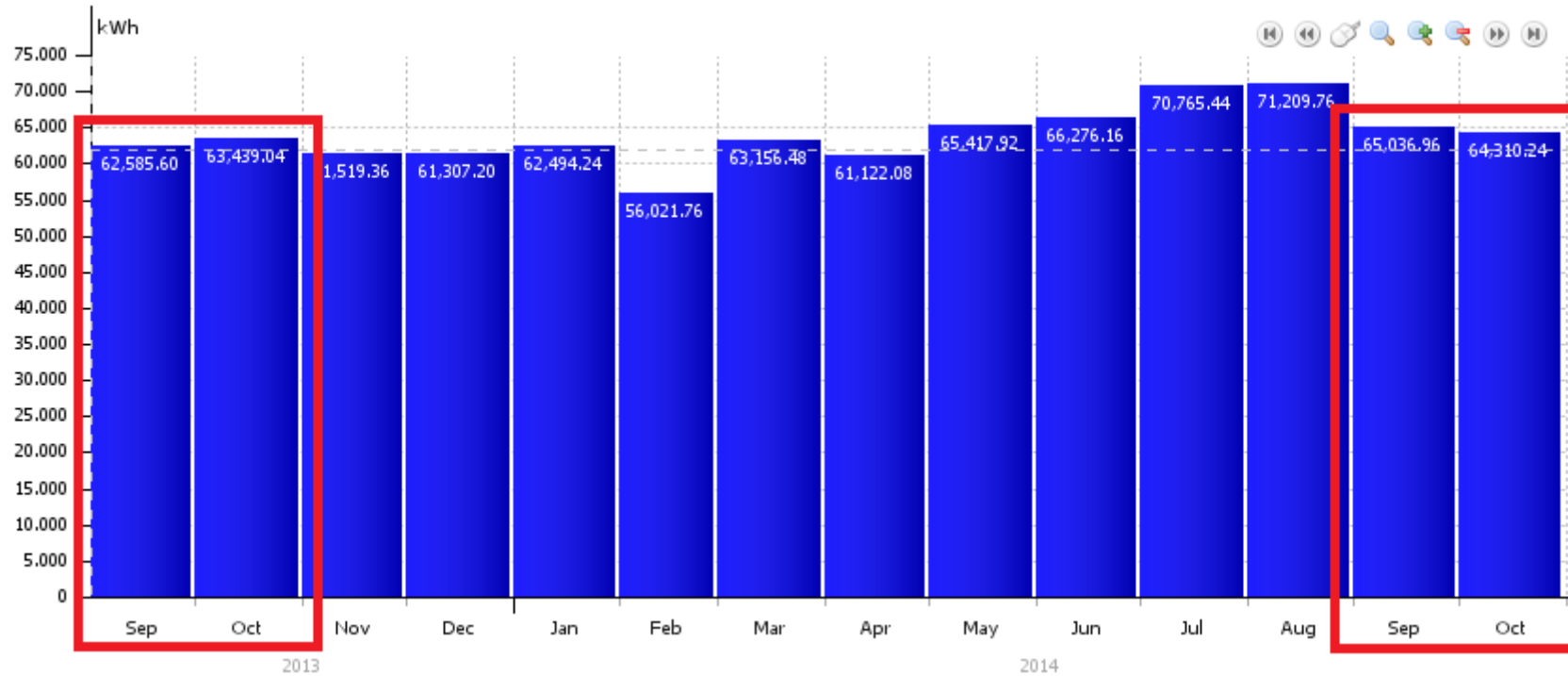
Пример: неефективни алгоритми на управление



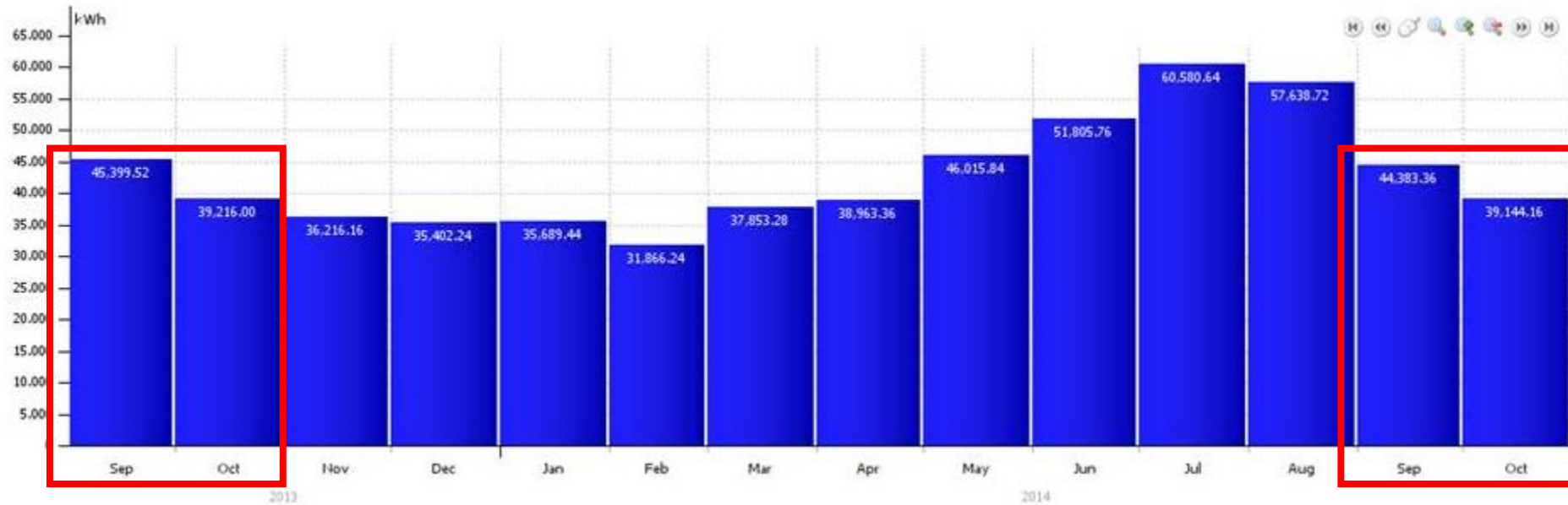
Пример: неефективни алгоритми на управление



Пример: обновяване на витрините в търговска хладилна система



Пример: обновяване на витрините в търговска хладилна система

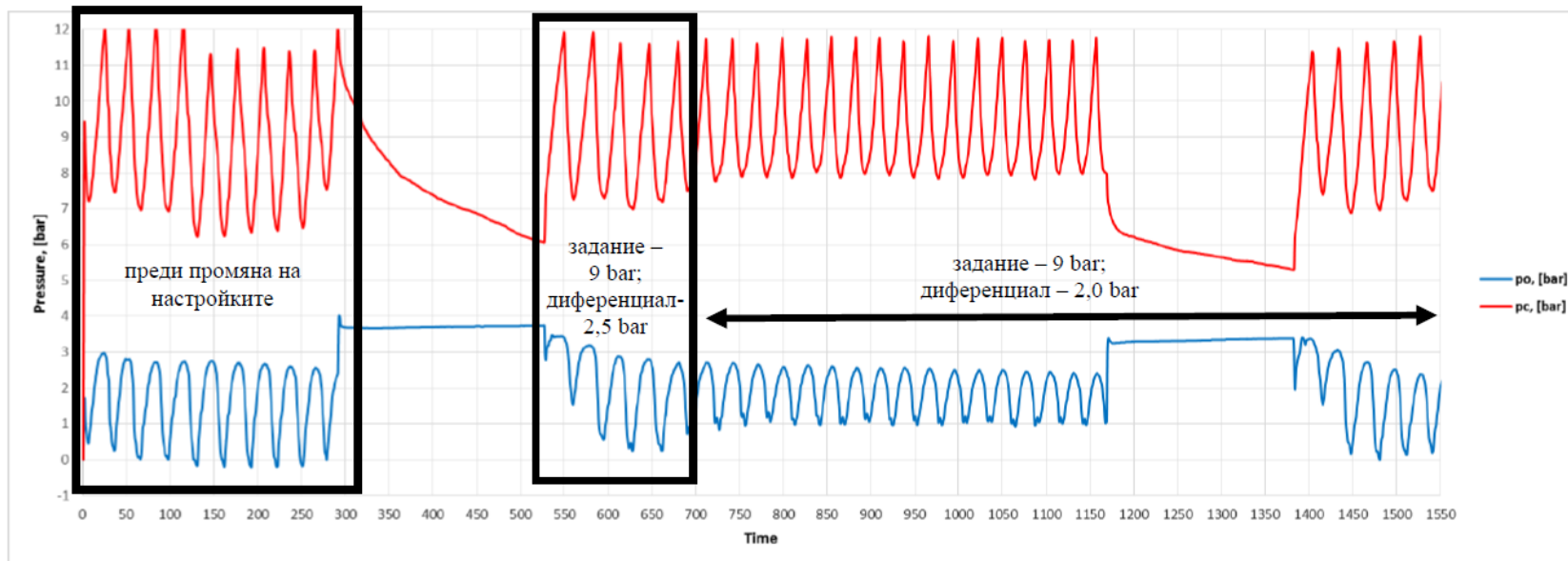
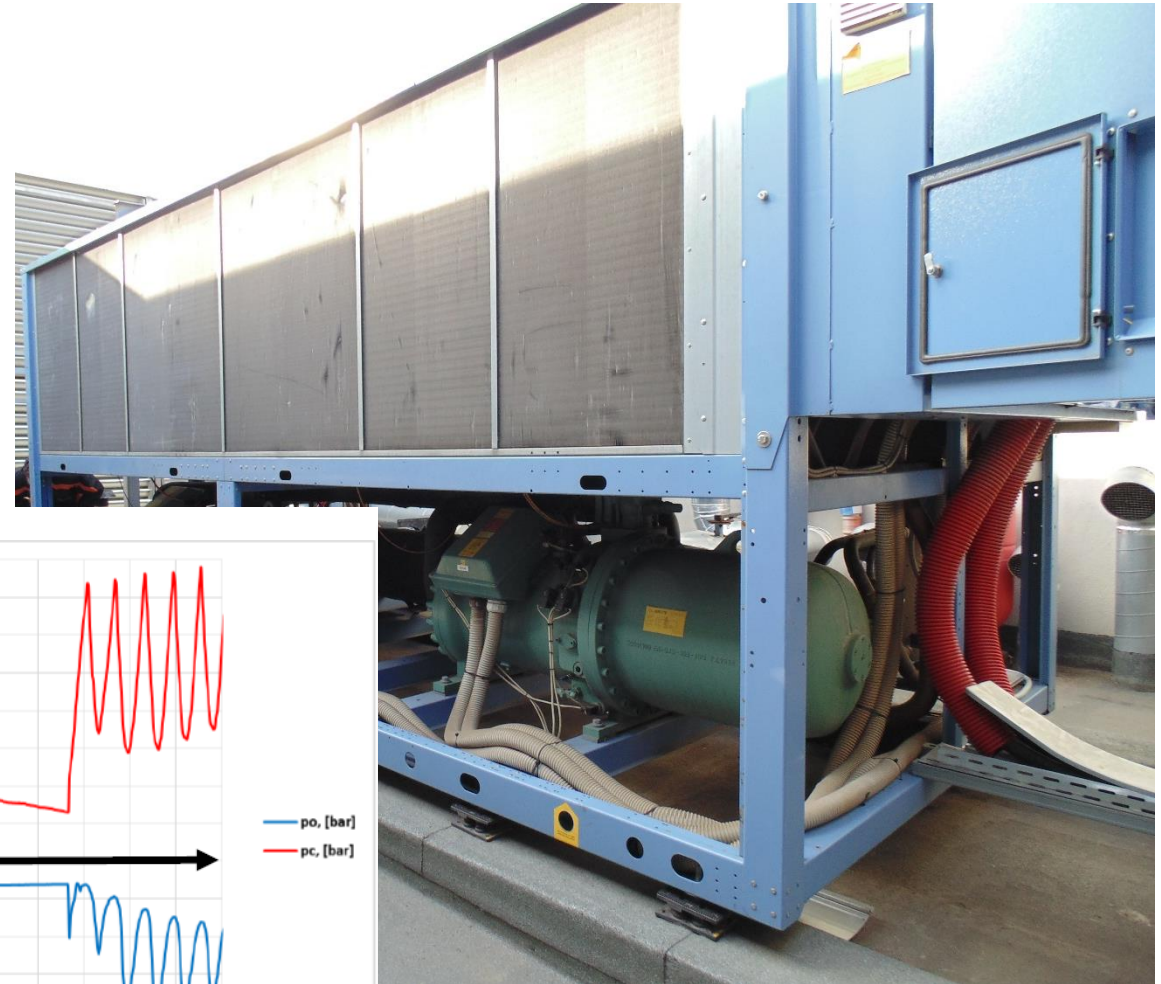


Пример: обновяване на витрините в търговска хладилна система





Пример: неподходящ работен диапазон



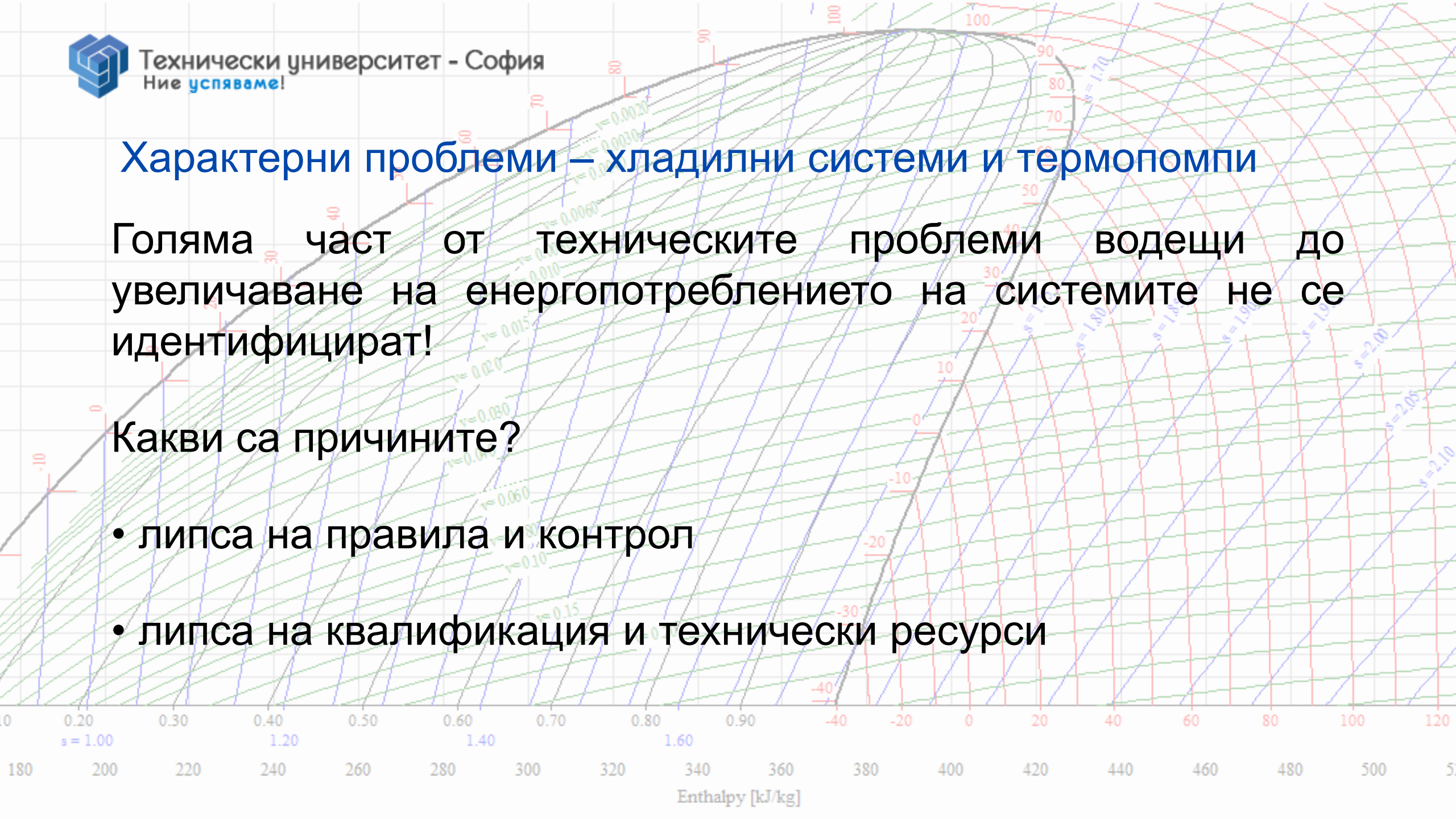


Характерни проблеми – хладилни системи и термопомпи

Голяма част от техническите проблеми водещи до увеличаване на енергопотреблението на системите не се идентифицират!

Какви са причините?

- липса на правила и контрол
- липса на квалификация и технически ресурси





Мерки за повишаване на енергийната ефективност на хладилни системи

- Инверторно управление на компресорите
- Подмяна на TRV с ERV
- ЕС – вентилатори
- Оптимизация на работните параметри
- Интелигентни алгоритми на управление
- Използване на отпадната топлина
- Адиабатно охлаждане



Пример: подмяна на TRV (термостатичен регулиращ вентил)
с ERV (електронен регулиращ вентил)





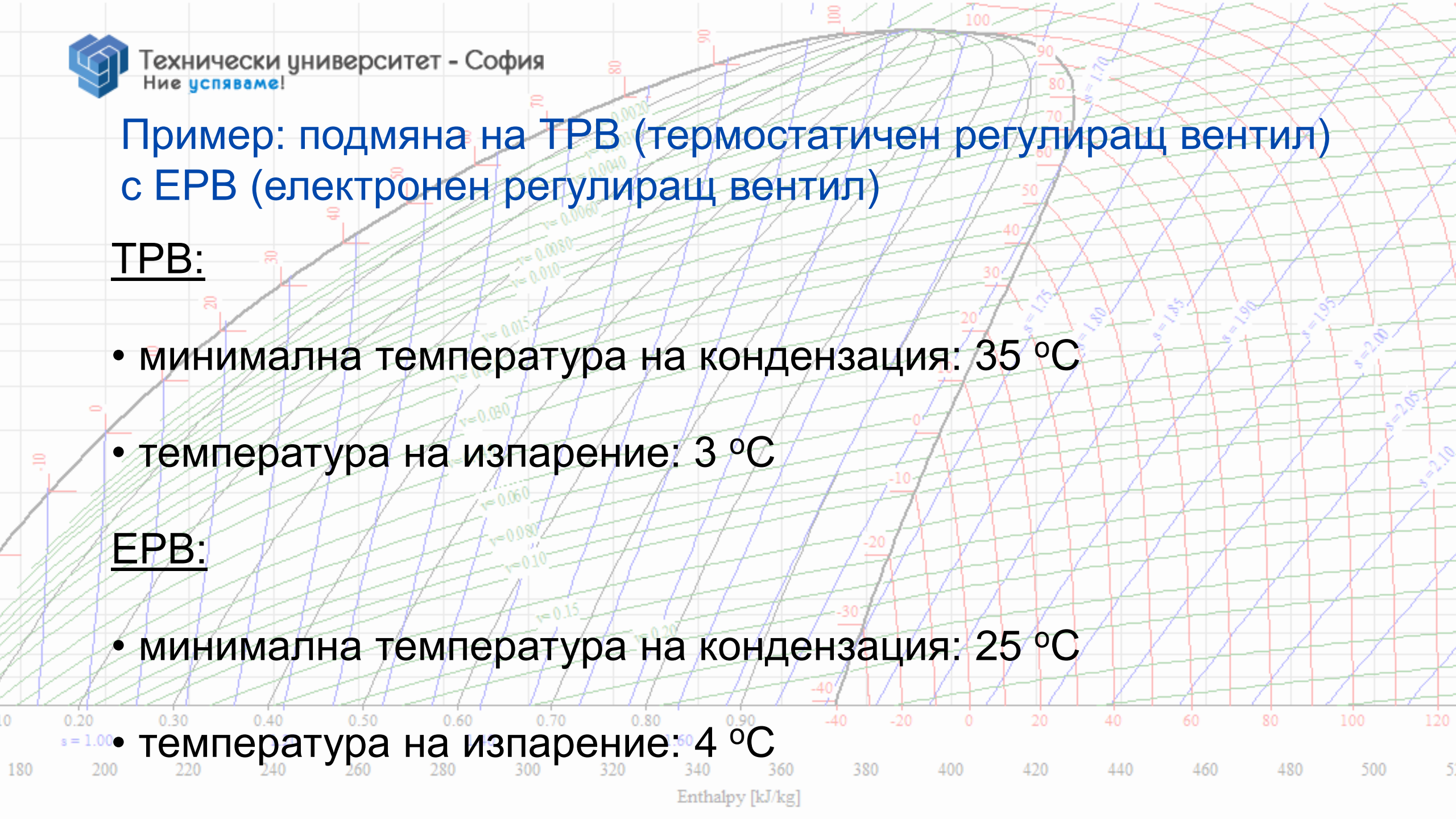
Пример: подмяна на TRV (термостатичен регулиращ вентил) с ERV (електронен регулиращ вентил)

TRV:

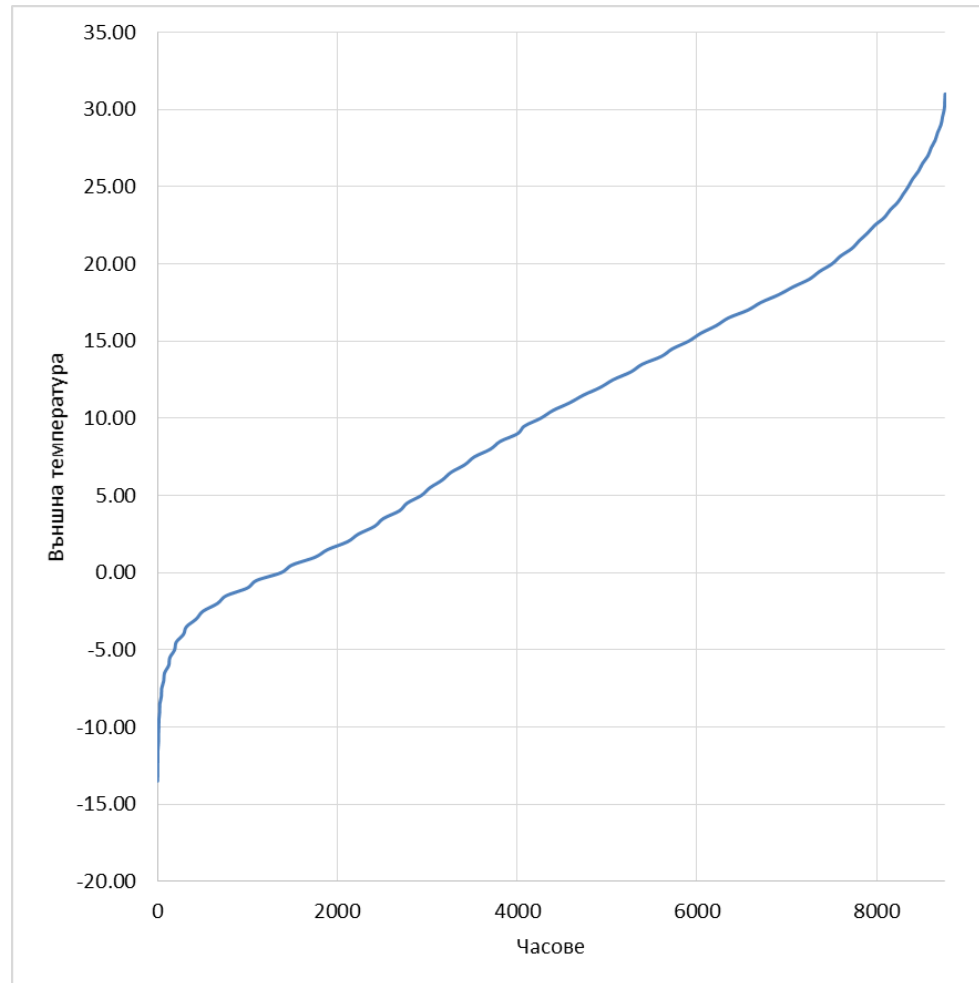
- минимална температура на кондензация: 35 °C
- температура на изпарение: 3 °C

ERV:

- минимална температура на кондензация: 25 °C
- температура на изпарение: 4 °C



Пример: подмяна на TRV (термостатичен регулиращ вентил) с ERV (електронен регулиращ вентил)





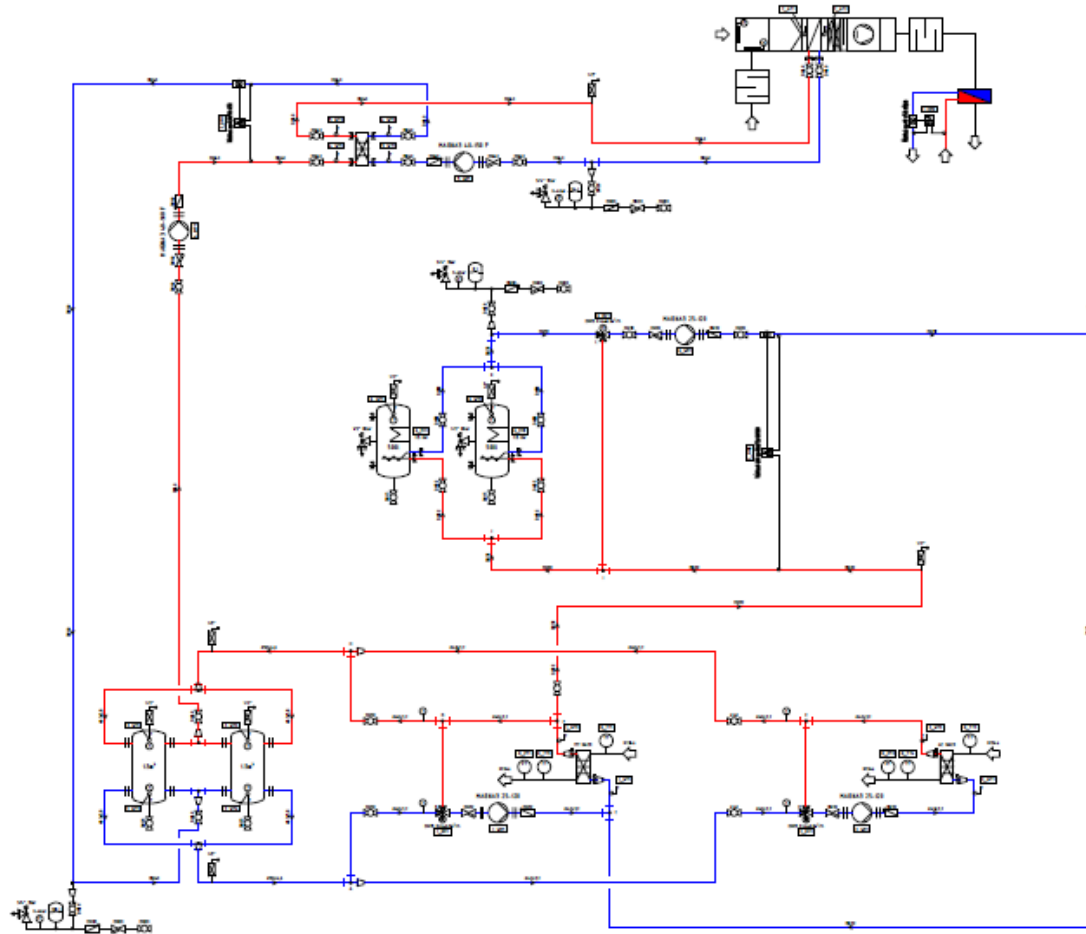
Пример: подмяна на TRV (термостатичен регулиращ вентил)
с ERV (електронен регулиращ вентил)

Спестявания:

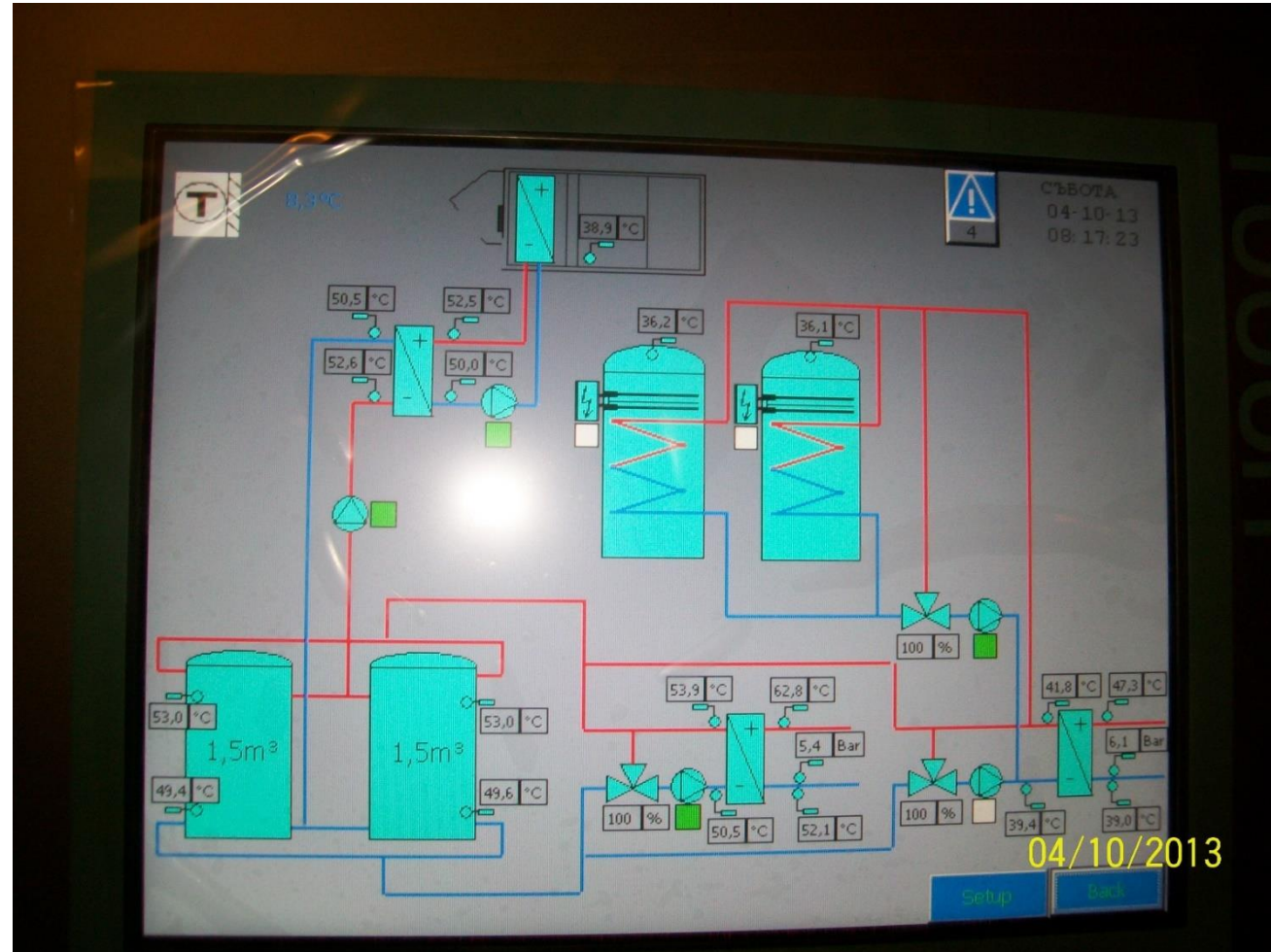
- температура на кондензация – P_{el} намалява с 12,9%
- температура на изпарение – \dot{Q}_0 се увеличава с 3%
- Общо при замяна на TRV с ERV: **15,9%!**



Пример: използване на отпадната топлина



Пример: използване на отпадната топлина



Пример: използване на отпадната топлина



Пример: използване на отпадната топлина



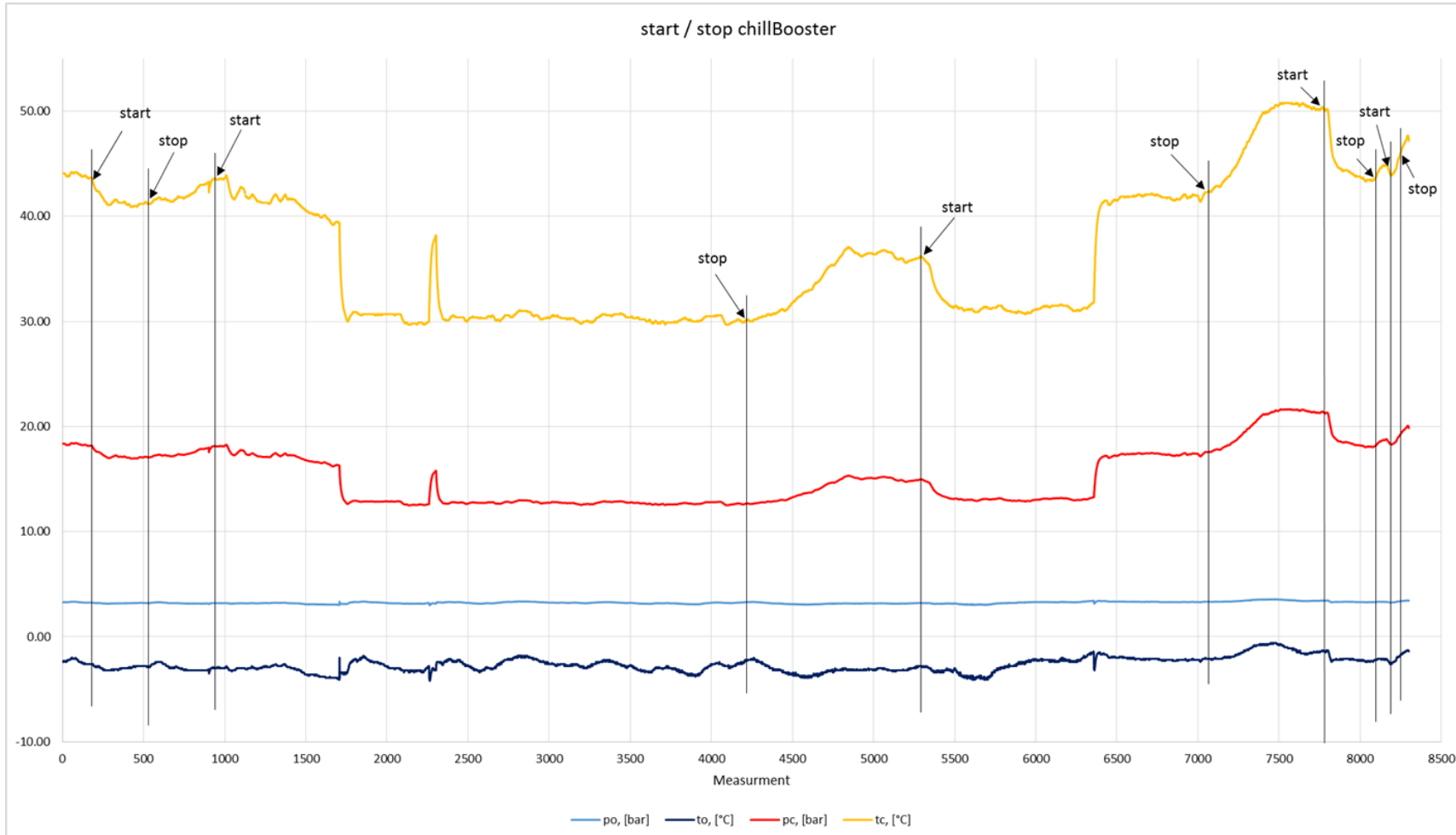
Пример: използване на отпадната топлина



Пример: адиабатно охлаждане



Пример: адиабатно охлаждане





Пример: адиабатно охлаждане

REFRIGERANT	R407C Dew Point
Operating Conditions:	
Evaporating Temperature:	-2.5°C
Condensing Temperature:	45.0°C
Liquid subcooling:	2.0K
Suction Superheat:	5.0K
Required Capacity:	5.0 kW
Compressor Selected:	ZR310KCE-TWD

PERFORMANCE AT SPECIFIED OPERATING POINT
ZR310KCE-TWD Data at 50 Hz

Capacity kW	52.30
Power Input kW	17.80
COP	2.94
Current 400V, A	32.17
Mass Flow g/s	337.00
Heating Capacity kW	69.20



Пример: адиабатно охлаждане

REFRIGERANT	R407C Dew Point
Operating Conditions:	
Evaporating Temperature:	-2.5°C
Condensing Temperature:	40.0°C
Liquid subcooling:	2.0K
Suction Superheat:	5.0K
Required Capacity:	5.0 kW
Compressor Selected:	ZR310KCE-TWD

PERFORMANCE AT SPECIFIED OPERATING POINT
ZR310KCE-TWD Data at 50 Hz

Capacity kW	56.30
Power Input kW	15.95
COP	3.53
Current 400V, A	29.93
Mass Flow g/s	344.00
Heating Capacity kW	71.40



Пример: адиабатно охлаждане

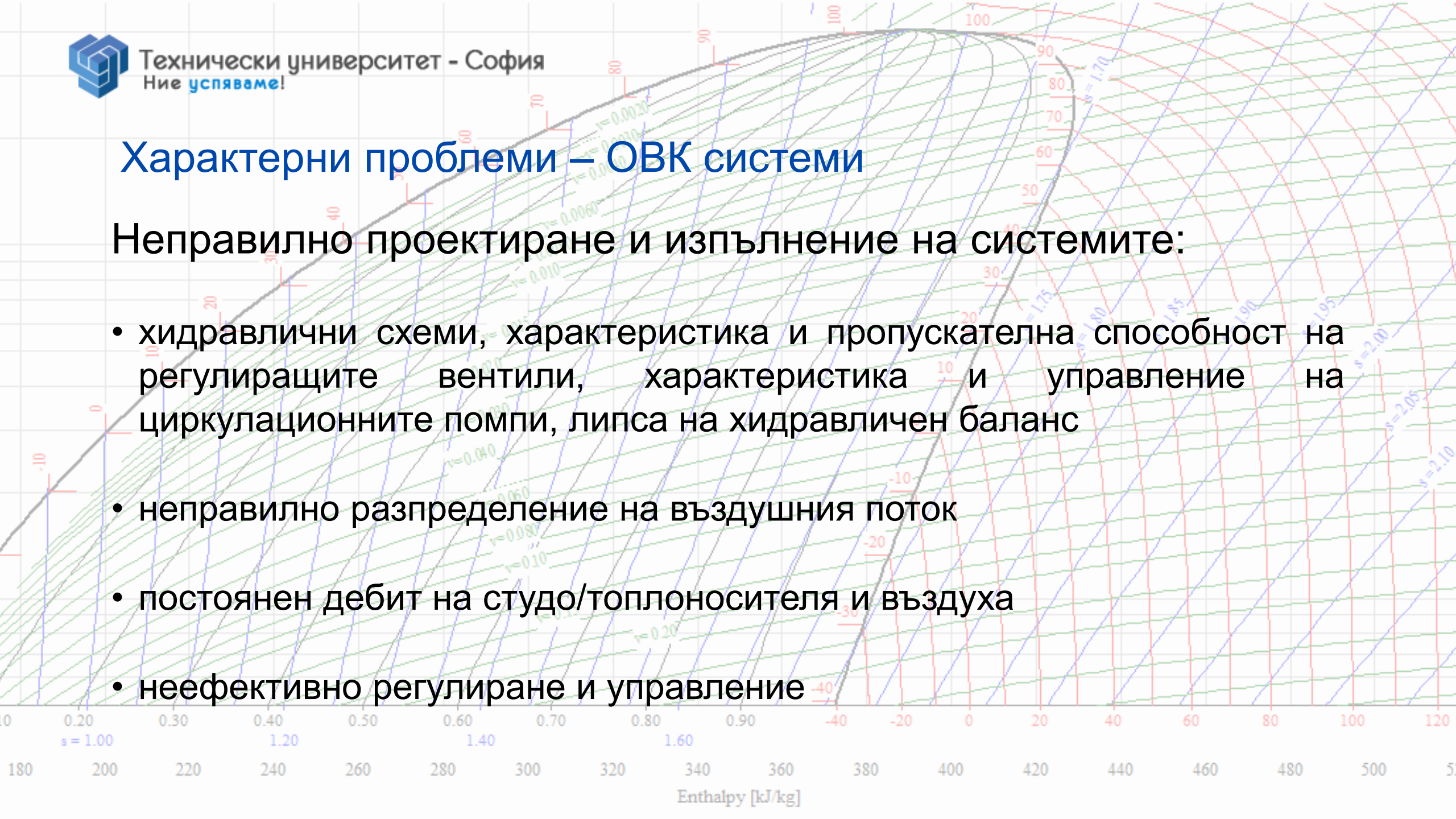
- понижаване в температура на кондензация с $\sim 5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- хладилната мощност се увеличава от 52,3 kW на 56,3 kW, което представлява **7 %**
- електрическата мощност (консумираната мощност) намалява от 17,8 kW на 15,95 kW, което представлява **10 %**
- ефективността на компресорите (EER) се увеличава от 2,94 на 3,53, което представлява **17 %**



Характерни проблеми – ОВК системи

Неправилно проектиране и изпълнение на системите:

- хидравлични схеми, характеристика и пропускателна способност на регулиращите вентили, характеристика и управление на циркулационните помпи, липса на хидравличен баланс
- неправилно разпределение на въздушния поток
- постоянен дебит на студо/топлоносителя и въздуха
- неефективно регулиране и управление



Пример: Хидравличен баланс



Пример: Хидравличен баланс



$$\dot{V} = 2049 \text{ l/h}$$



$$\dot{V} = 916 \text{ l/h}$$

Пример: Хидравличен баланс

$$\Delta \dot{V}_{max,1} = \frac{2049 - 916}{2049} \times 100\% = 55\%!$$

$$\Delta \dot{V}_{max,2} = \frac{1121 - 1010}{1121} \times 100\% = 10\%$$

Потребител	\dot{V} преди хидравличен баланс в [l/h]	\dot{V} след хидравличен баланс в [l/h]
1	2049	1080
2	1979	1097
3	1171	1093
4	925	1117
5	916	1010
6	1093	1121
7	1019	1102
8	974	1074



Мерки за повишаване на енергийната ефективност в ОВК системи

Ключовата дума е **променлив!**

- циркуляционни помпи с инверторно управление по **пропорционално диференциално налягане**
- позиционен контрол – контрол на дебита, топлинния поток и температурната разлика
- **независещи от налягането** регулиращи вентили
- водоохлаждащи системи с **променлив дебит** в първичния контур (VPF)



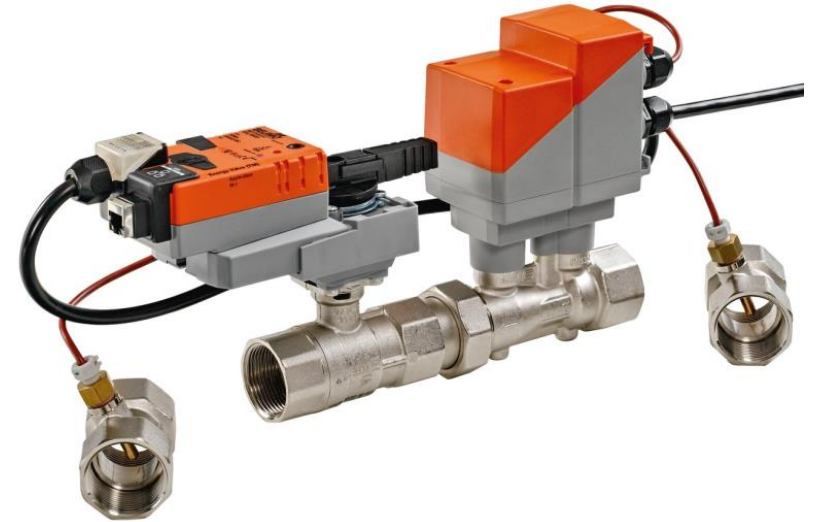


Мерки за повишаване на енергийната ефективност в ОВК системи

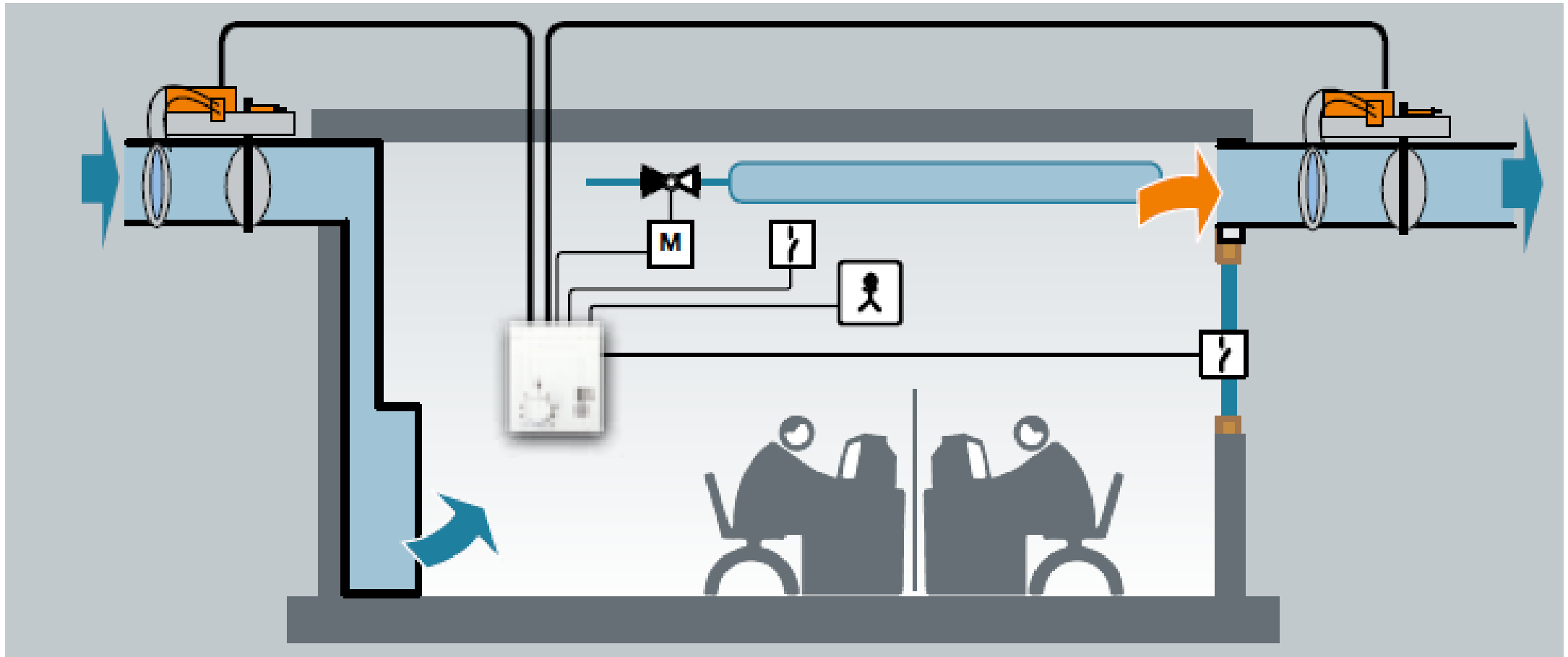
- ЕС – вентилатори
- системи с променлив дебит на въздушния поток – VAV
- сорбционни регенеративни топлообменници
- нискотемпературни източници и ВЕИ
- интелигентно интегриране и контрол на системите



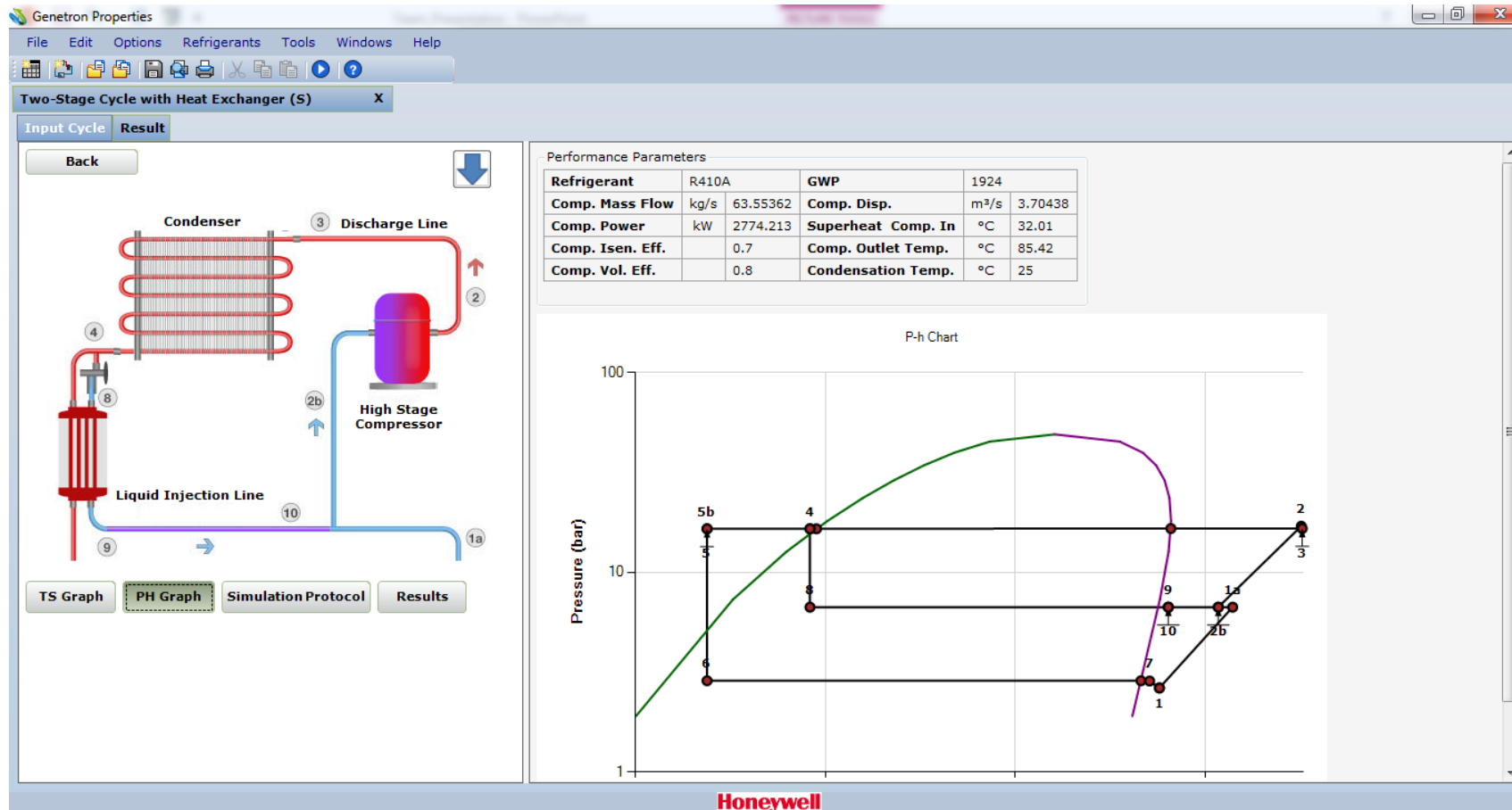
Независещи от налягането регулиращи вентили - PICV



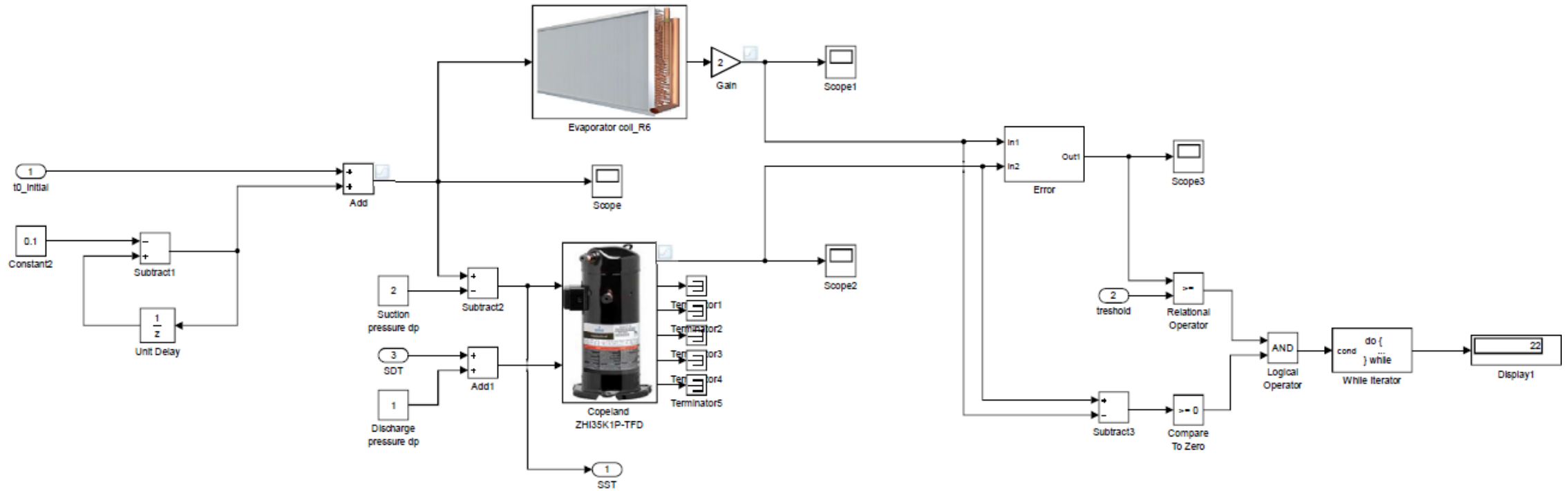
Променлив дебит на въздушния поток - VAV



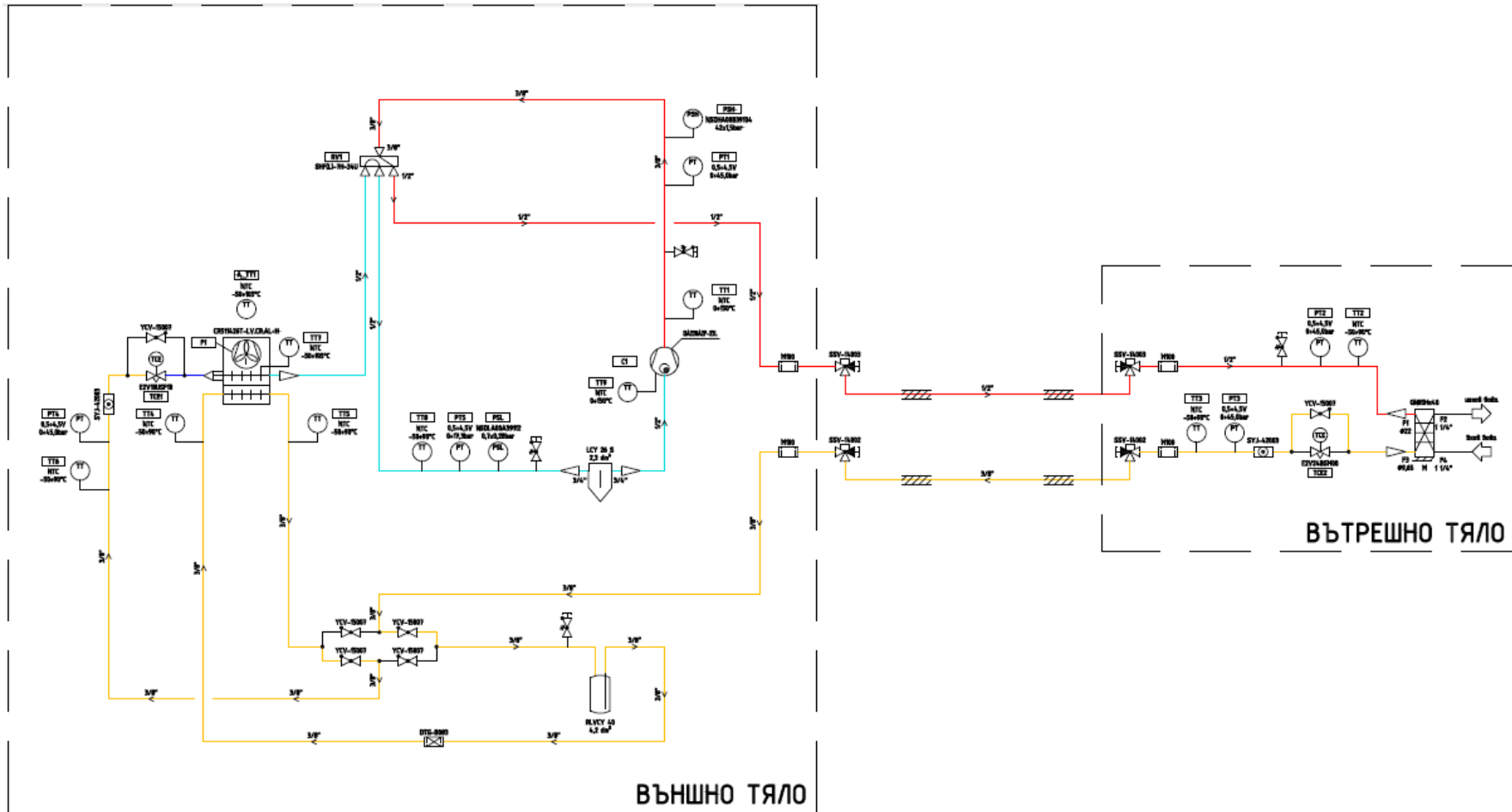
Проучване и разработване – от концепцията до тестовете



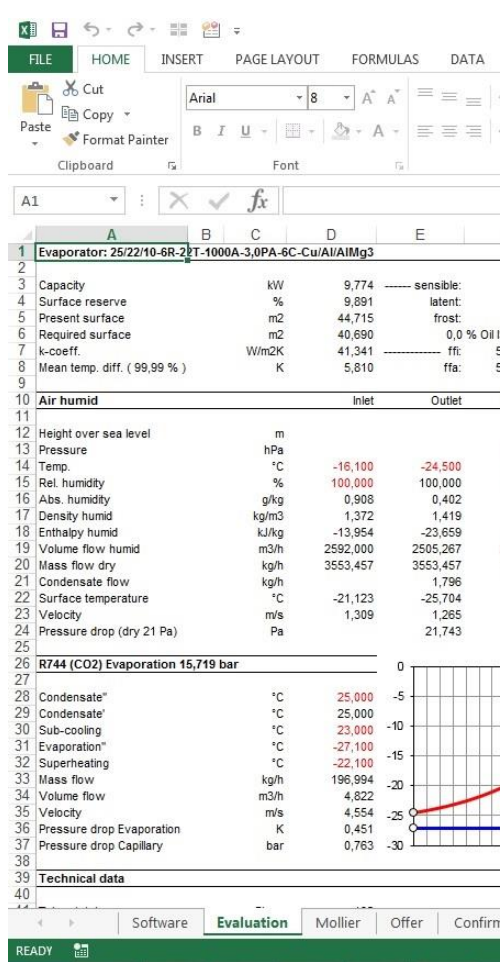
Проучване и разработване – от концепцията до тестовете



Проучване и разработване – от концепцията до тестовете

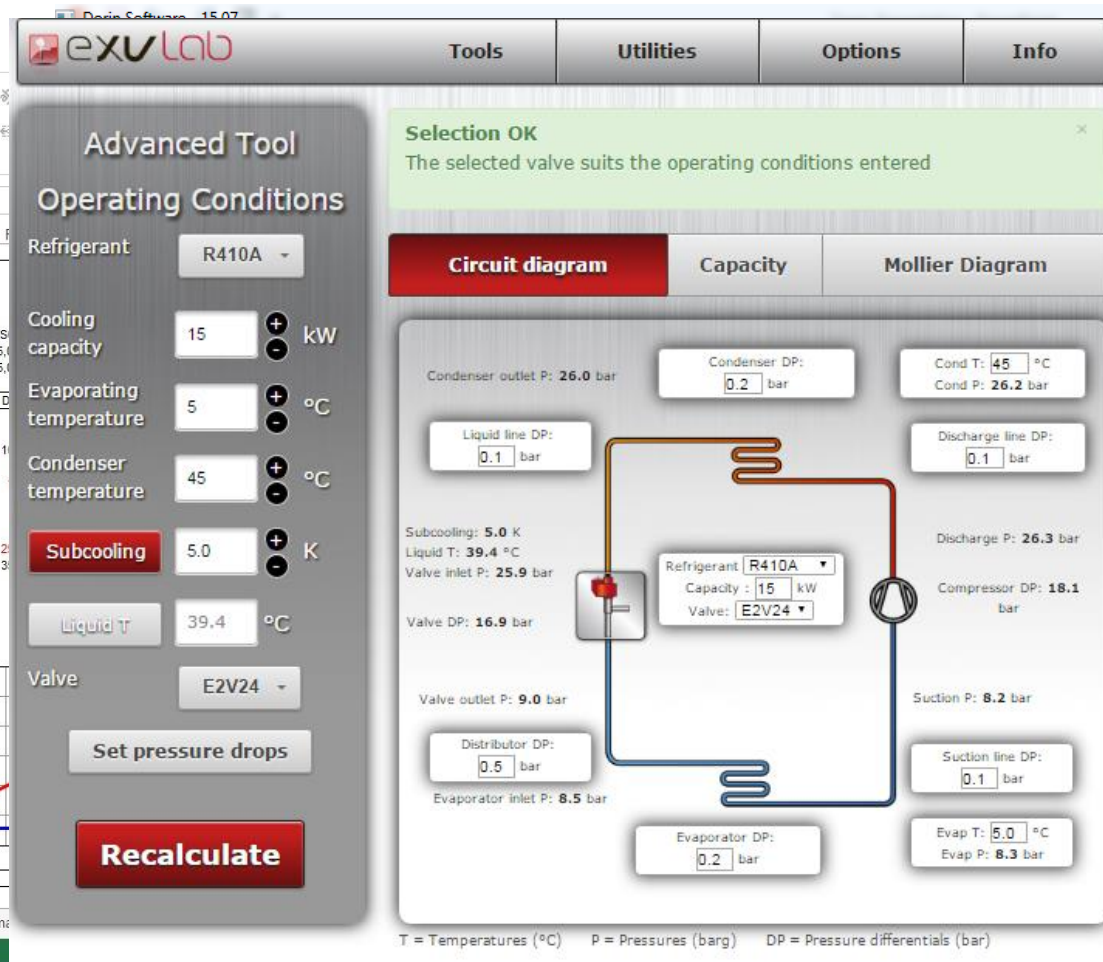


Проучване и разработване – от концепцията до тестовете



Excel Data:

Item	Value
Evaporator: 25/22/10-6R-2	T-1000A-3,0PA-6C-Cu/Al/AlMg3
Capacity	9,774 kW
Surface reserve	9,891 %
Present surface	44,715 m ²
Required surface	40,690 m ²
k-coeff.	41,341 W/m ² K
Mean temp. diff. (99,99 %)	5,810 K
Air humid	Inlet: 100,000 g/kg, Outlet: 100,000 g/kg
Condensate flow	1,796 kg/h
Sub-cooling	23,000 °C
Evaporation	-27,100 °C
Superheating	-22,100 °C
Mass flow	196,994 kg/h
Volume flow	4,822 m ³ /h
Velocity	4,554 m/s
Pressure drop Evaporation	0,451 K
Pressure drop Capillary	0,763 bar



exuLab - Advanced Tool Operating Conditions

Refrigerant: **R410A**

Cooling capacity: **15** kW

Evaporating temperature: **5** °C

Condenser temperature: **45** °C

Subcooling: **5.0** K

Liquid T: **39.4** °C

Valve: **E2V24**

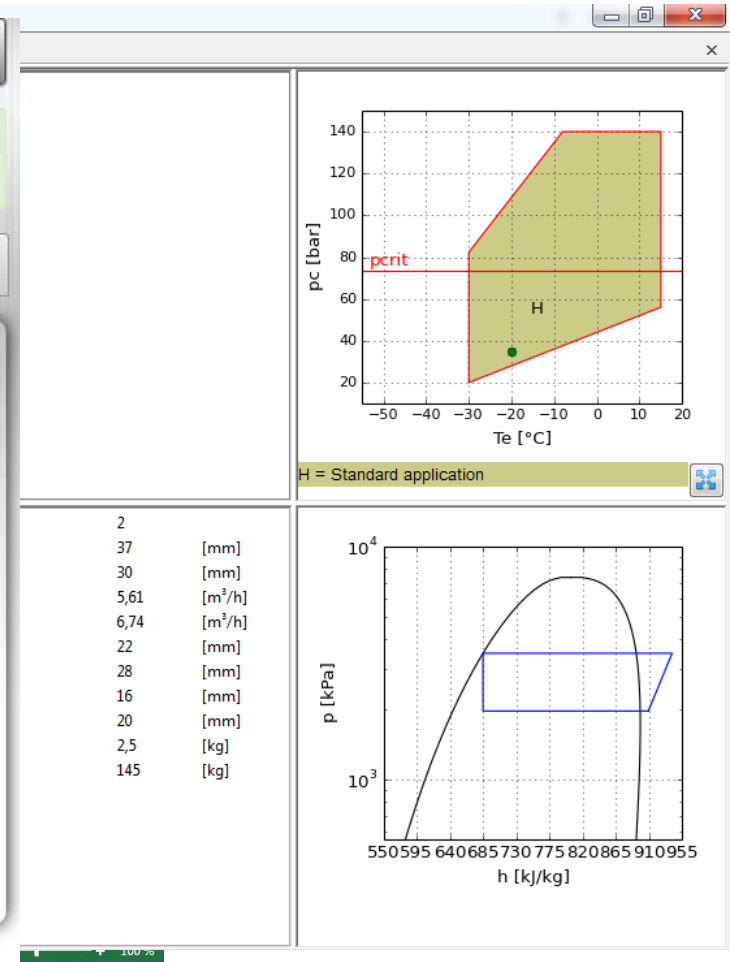
Recalculate

Selection OK
The selected valve suits the operating conditions entered

Circuit diagram | Capacity | Mollier Diagram

Circuit Diagram Data:

- Condenser outlet P: 26.0 bar
- Condenser DP: 0.2 bar
- Cond T: 45 °C
- Cond P: 26.2 bar
- Discharge line DP: 0.1 bar
- Discharge P: 26.3 bar
- Compressor DP: 18.1 bar
- Suction P: 8.2 bar
- Suction line DP: 0.1 bar
- Evap T: 5.0 °C
- Evap P: 8.3 bar
- Evaporator DP: 0.2 bar
- Evaporator inlet P: 8.5 bar
- Valve inlet P: 25.9 bar
- Valve DP: 16.9 bar
- Valve outlet P: 9.0 bar
- Distributor DP: 0.5 bar
- Liquid line DP: 0.1 bar
- Subcooling: 5.0 K
- Liquid T: 39.4 °C
- Refrigerant: R410A
- Capacity: 15 kW
- Valve: E2V24



Mollier Diagram 1 (Standard application):

pc [bar] vs Te [°C]

Mollier Diagram 2:

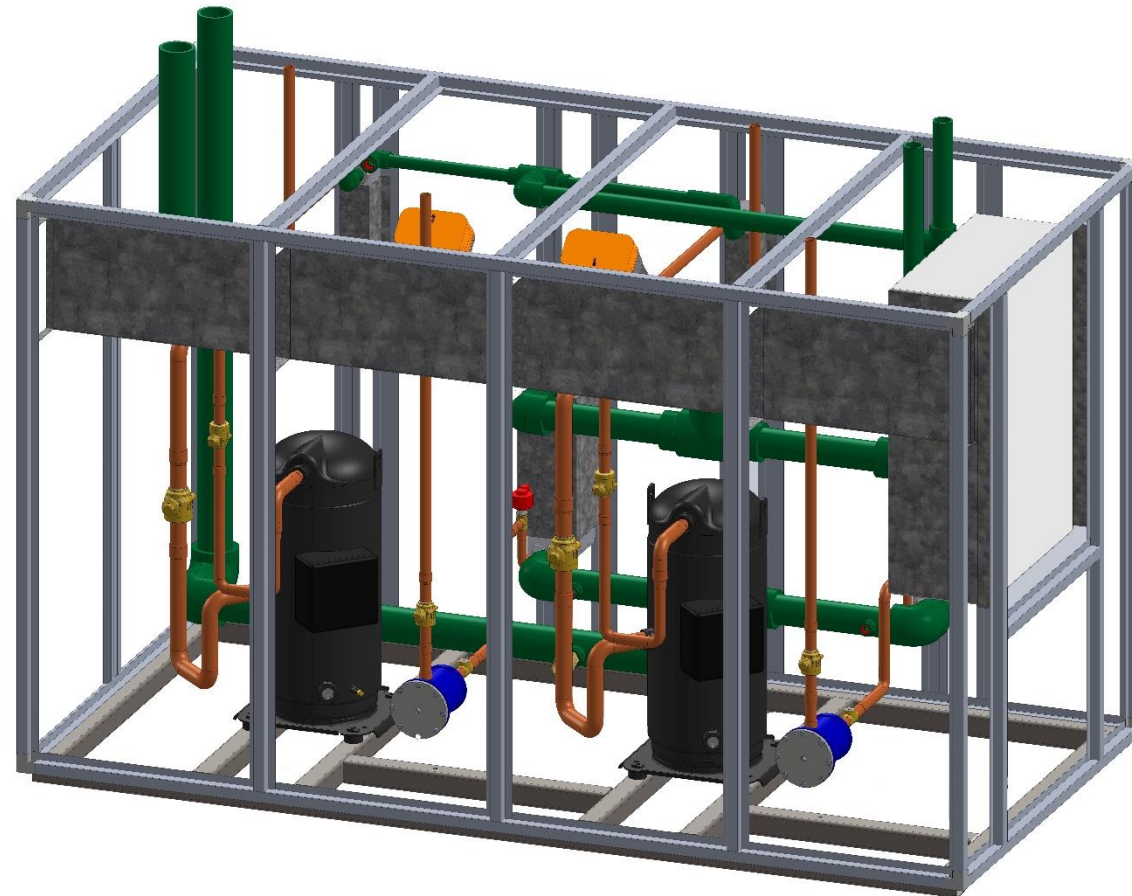
p [kPa] vs h [kJ/kg]

Legend:

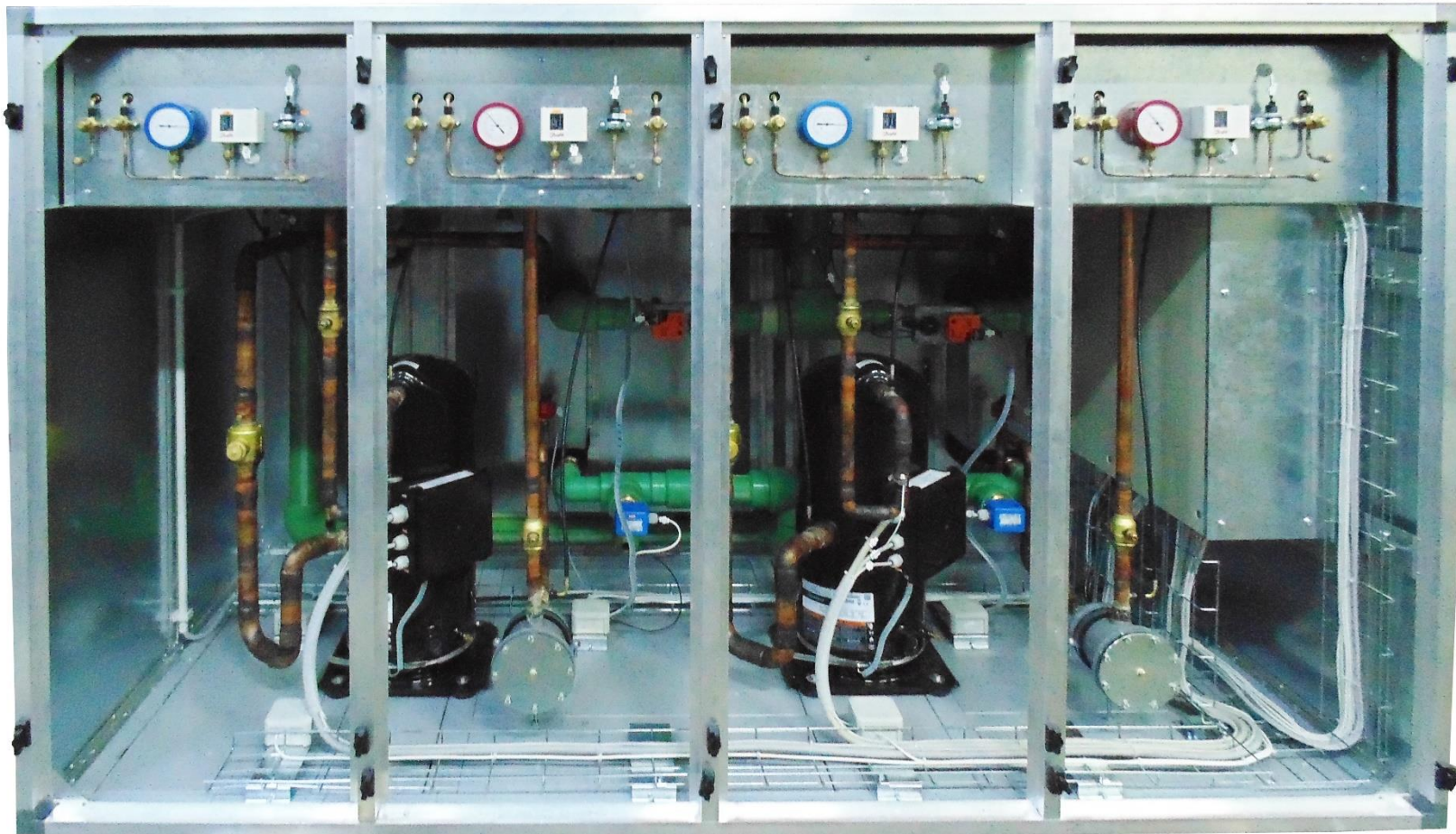
- 2 [mm]
- 37 [mm]
- 30 [mm]
- 5,61 [m³/h]
- 6,74 [m³/h]
- 22 [mm]
- 28 [mm]
- 16 [mm]
- 20 [mm]
- 2,5 [kg]
- 145 [kg]

T = Temperatures (°C) P = Pressures (barg) DP = Pressure differentials (bar)

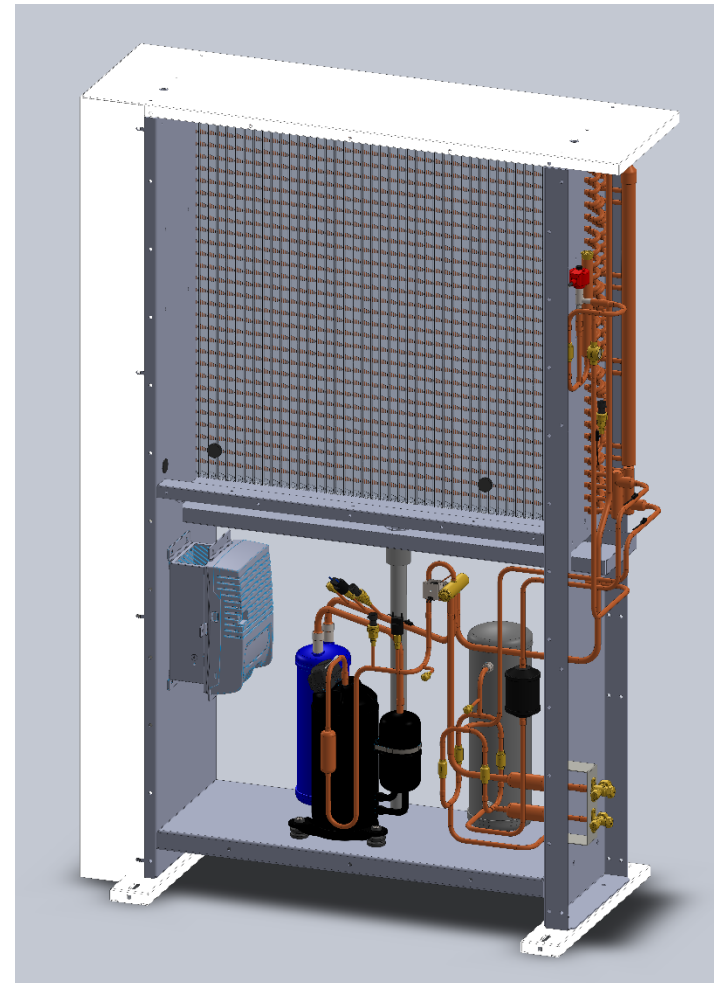
Проучване и разработване – от концепцията до тестовете



Проучване и разработване – от концепцията до тестовете



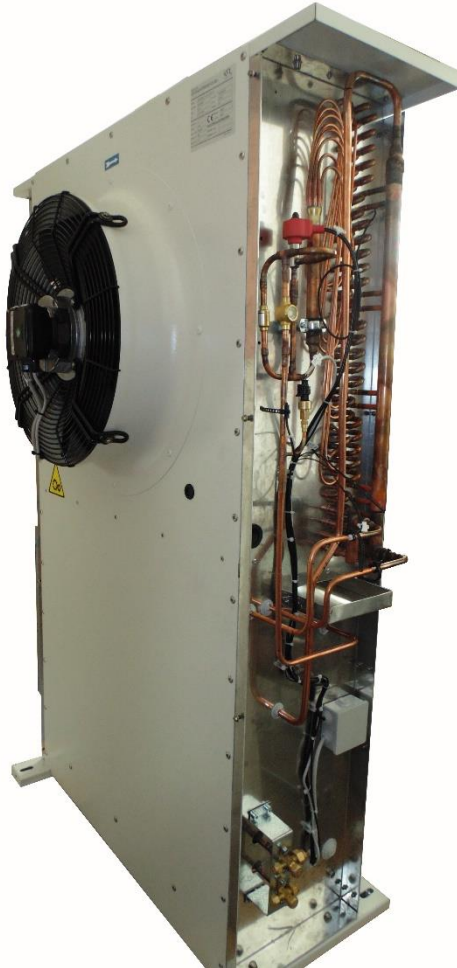
Проучване и разработване – от концепцията до тестовете



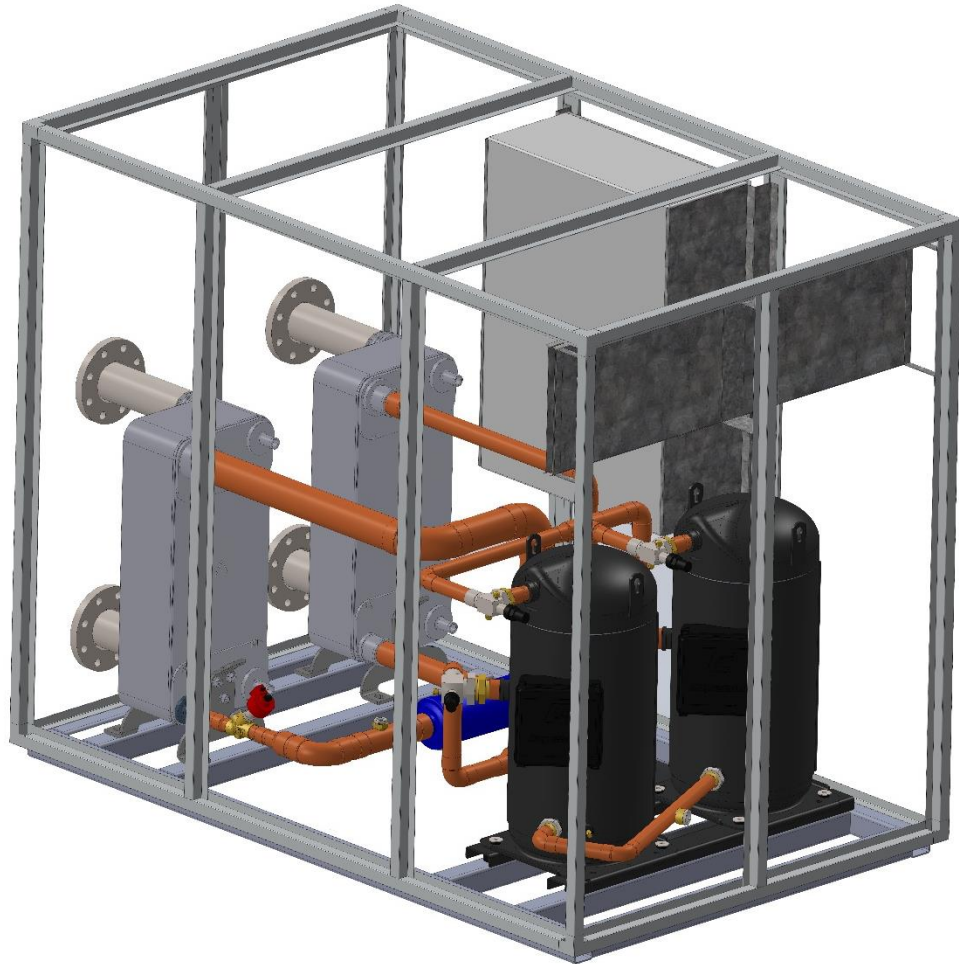
Проучване и разработване – от концепцията до тестовете



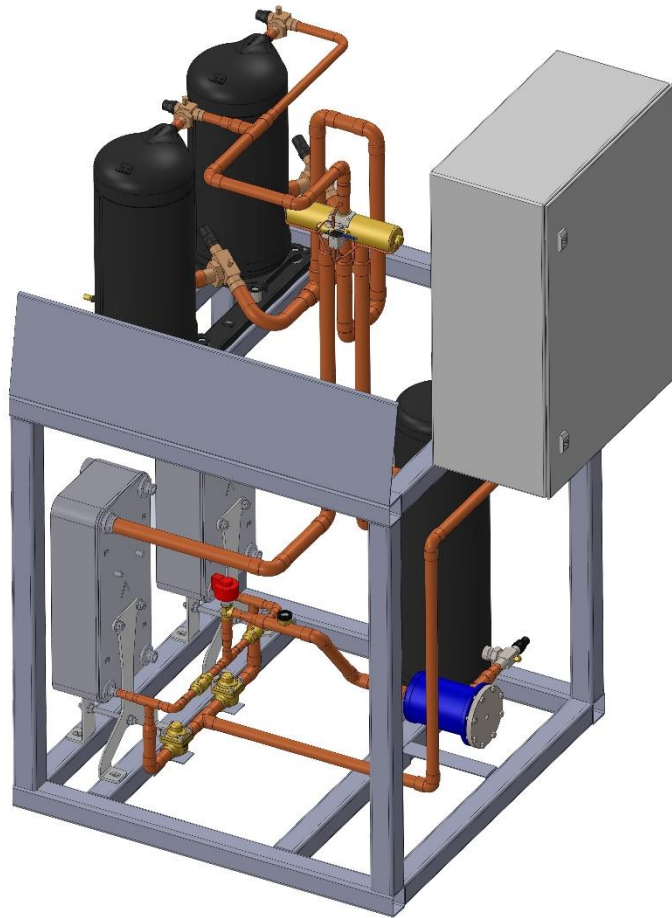
Проучване и разработване – от концепцията до тестовете



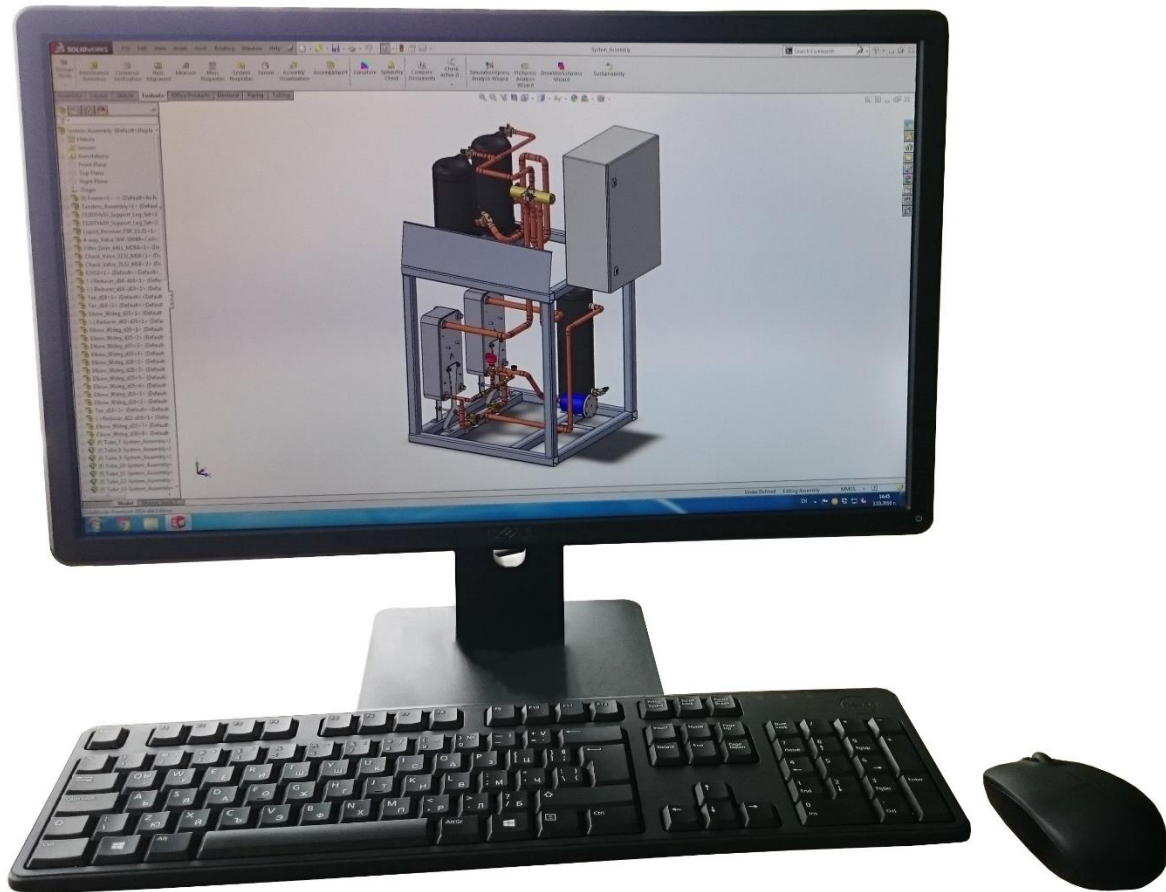
Проучване и разработване – от концепцията до тестовете



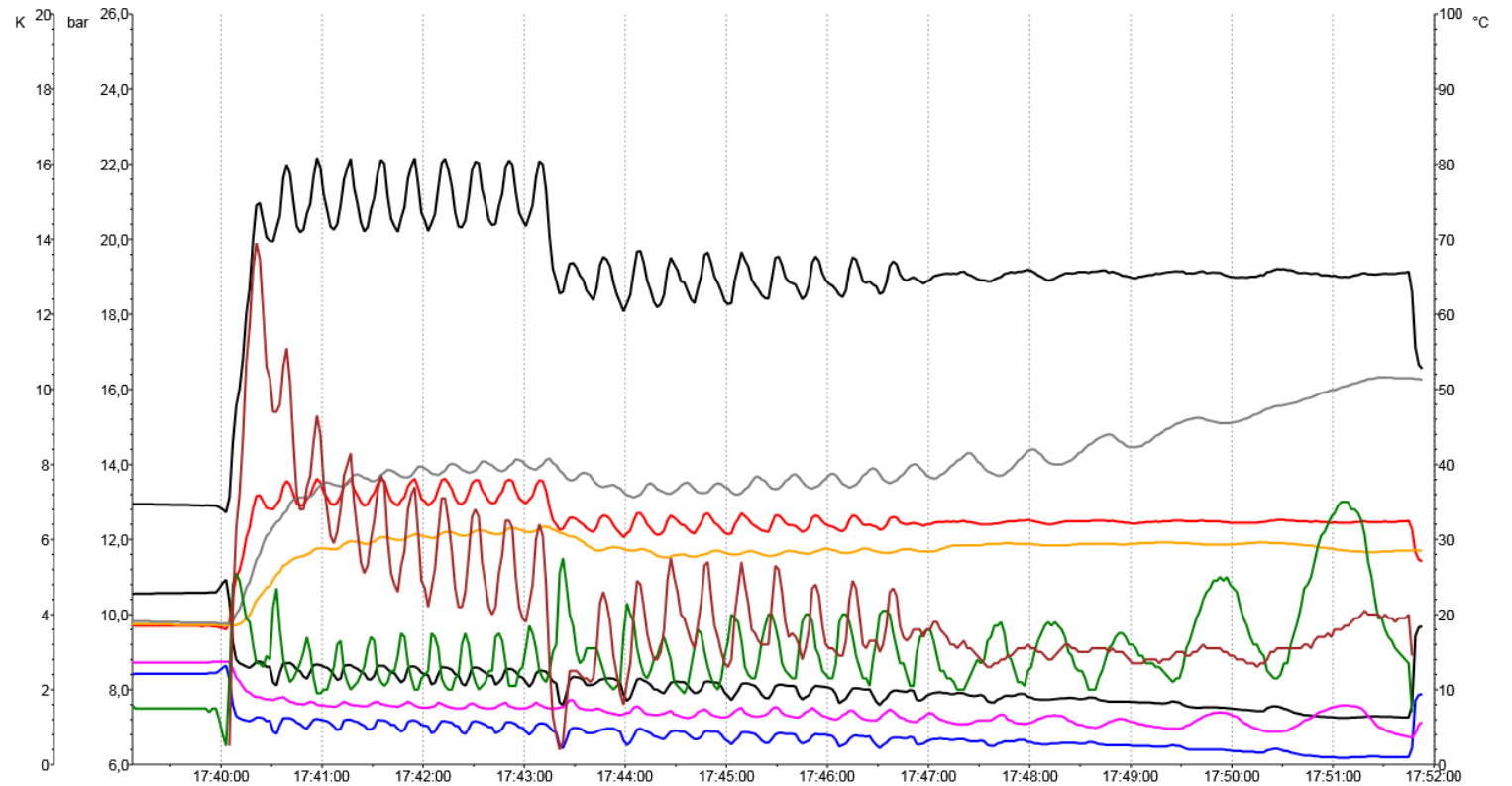
Проучване и разработване – от концепцията до тестовете

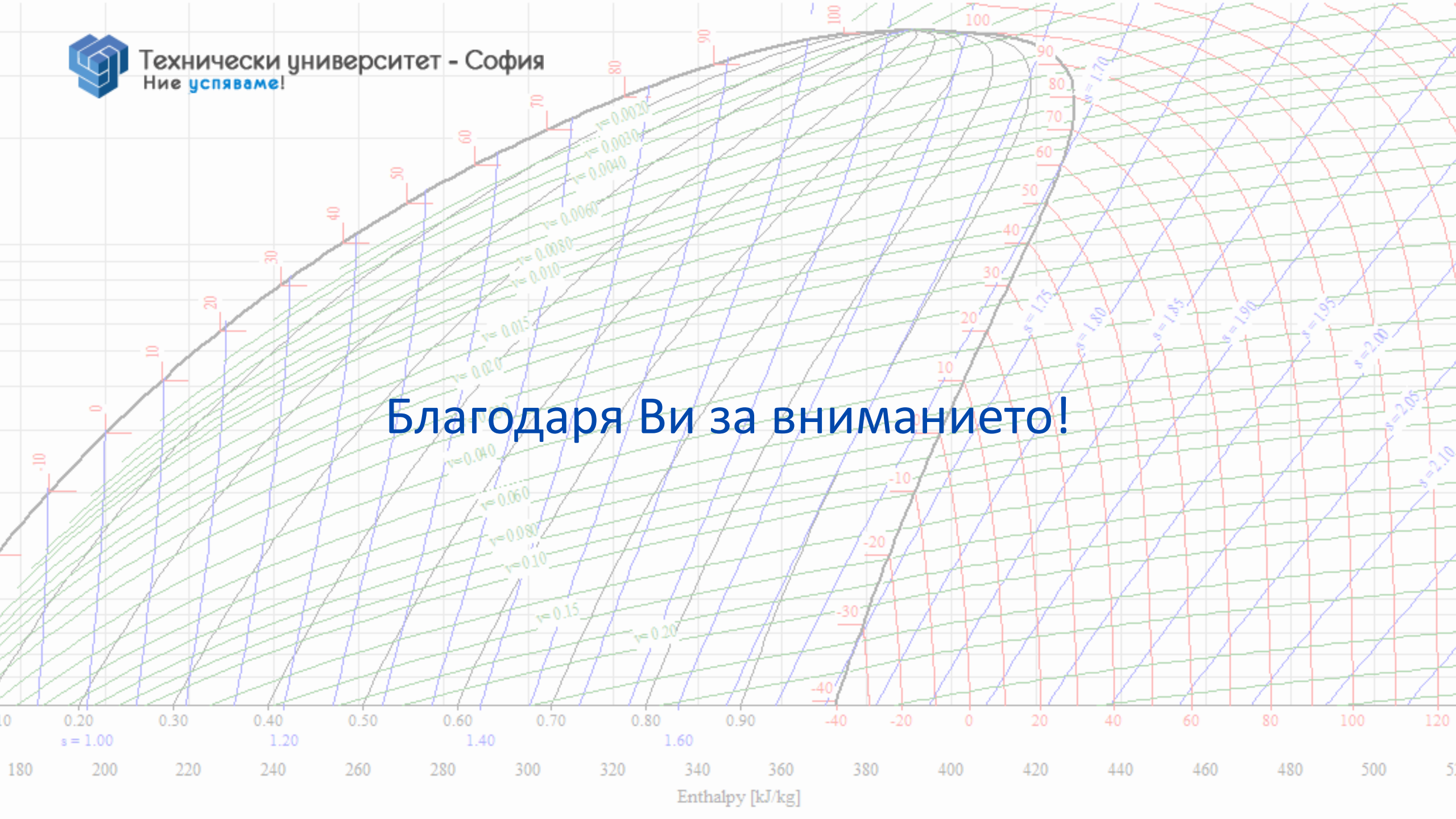


Проучване и разработване – от концепцията до тестовете



Проучване и разработване – от концепцията до тестовете





Благодаря Ви за вниманието!