



ComfyGrid :

Vývoj nástrojů pro optimální energetickou odezvu budov na požadavky chytré sítě a jejich dopad na energetický trh a životní prostředí



Vojtěch Zavřel¹ , Petr Wolf² , Petr Pokora³ , Martin Barták¹

¹ Ústav techniky prostředí, Fakulta Strojní,

České vysoké učení technické v Praze

² Univerzitní centrum energeticky efektivních budov, RP5

České vysoké učení technické v Praze

³ ELPRAMO s.r.o



Aplikační garant: Ministerstvo průmyslu a obchodu

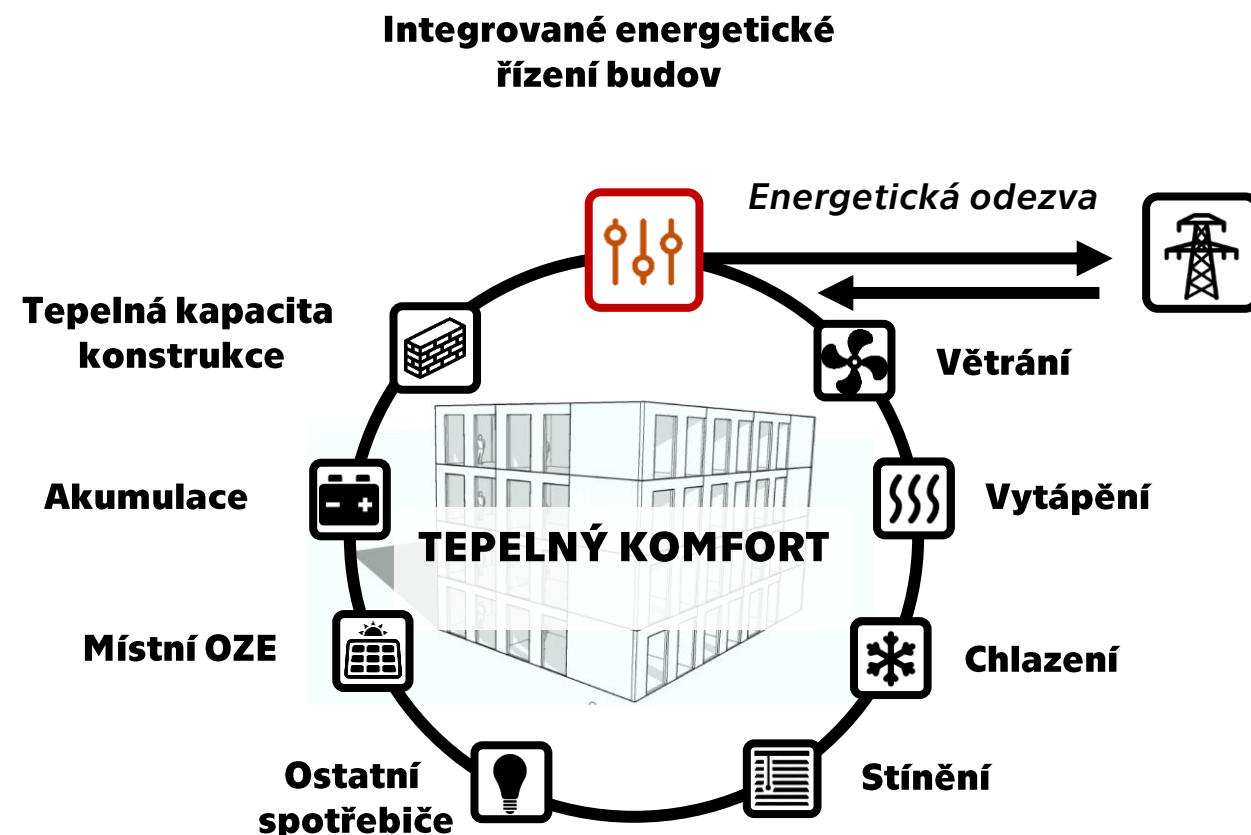
Projekt TK02010164 spolufinancován se státní

Cíl projektu

Cílem projektu (do r. 2022) je vyvinout, testovat a vyhodnotit nástroje pro **maximalizaci energetické flexibility budov**.

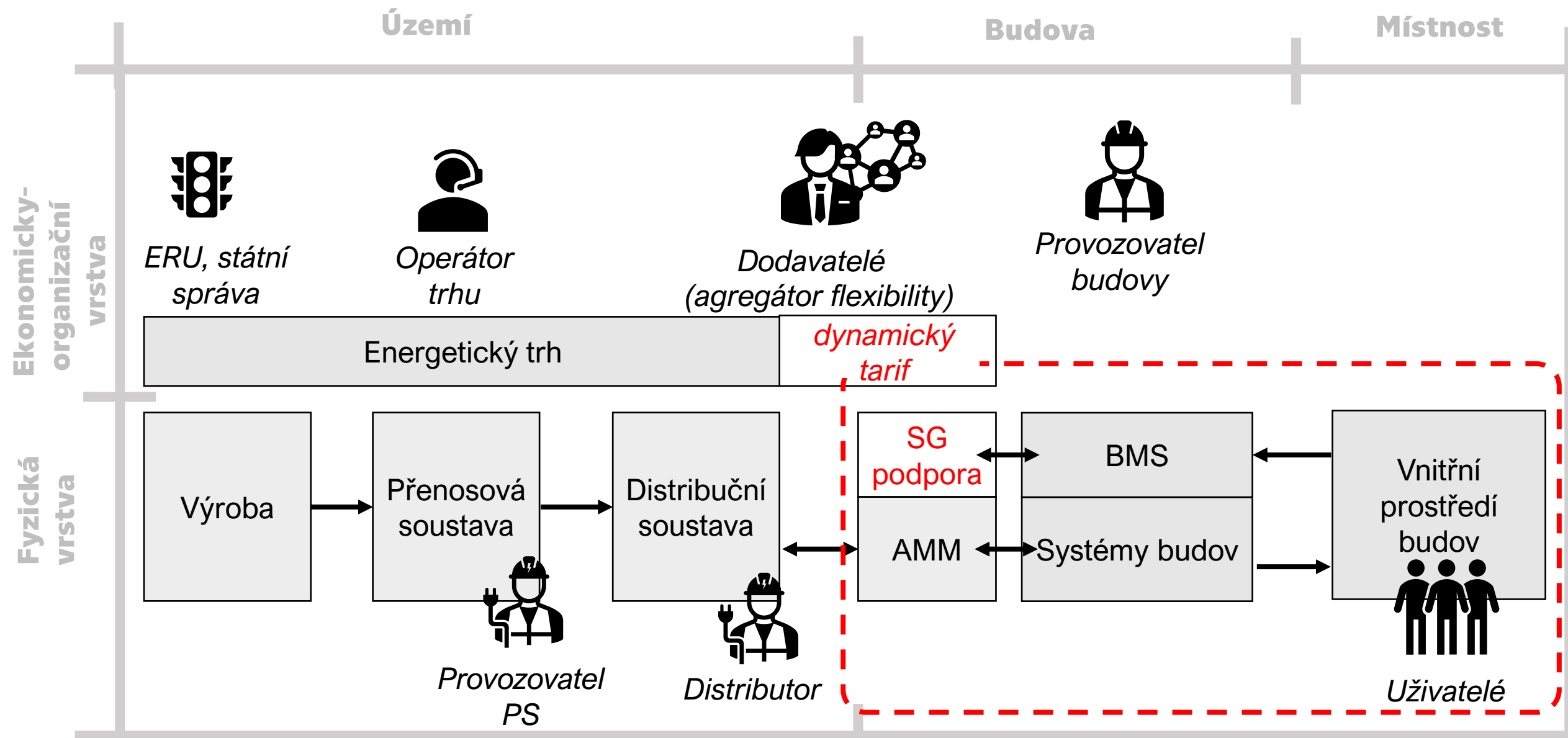
Konkrétně **vývoj nadřazeného řídicího systému pro rezidenční a kancelářské budovy**.

Úkolem vyvíjených nástrojů bude zajistit **koordinovaný chod energetických systémů budov** umožňující **flexibilní odezvu** a tím umožnit vyšší zapojení koncových uživatelů a jejich aktivnější roli v rámci energetického trhu.



- ① R: Software Nástroj pro integrované energetické řízení budov podporující koncept tzv. chytré sítě (7/21)**
 - ② Zpolop: Poloprovoz integrovaného energetického řízení budov podporující koncept tzv. Chytré sítě (6/22)**
 - ③ O-Ostatní: Metodická příručka pro zvýšení energetické flexibility budov, pro zajištění aktivní role jejich uživatelů na energetickém trhu (6/22)**
-

Rámcové zakotvení projektu



Případové studie a pilotní objekty

Skutečné objekty



Kancelářská budova se nachází v Praze 4, ul. Vyskočilova. Budova byla vybrána pro relativně široké možnosti testování vyvíjených algoritmů. Stávající systém MaR je oproti běžné praxi nadstandardně vybaven a podporuje vzdálenou komunikaci se serverem a technicky umožňuje ověření poloprovozu řídicí strategie pro podporu flexibility.

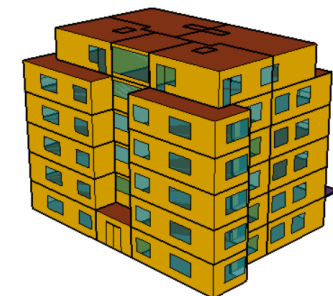
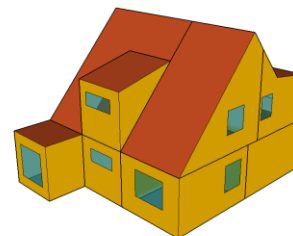
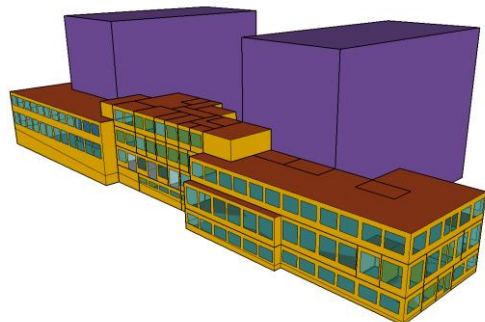


Rodinný dům leží v relativně řídké zástavbě v Kladně – Kročehlavech. Je specifický různými zdroji energie včetně alternativních. Dům je navíc vybaven moderním systémem MaR, který podporuje vzdálenou komunikaci se serverem a technicky umožňuje zkoušení různých řídicích strategií.



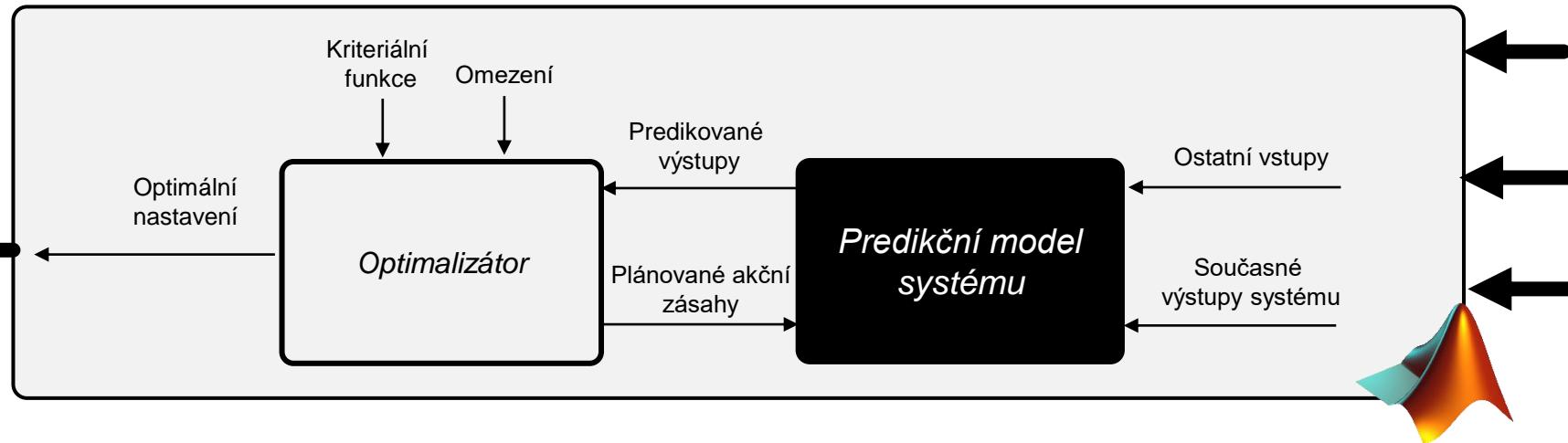
Bytový dům stojí v komplexu nízkoenergetických vícepatrových domů Ecocity Malešice. Na základě podrobné dokumentace bude sestaven detailní simulační model tohoto bytového domu v rámci virtuálního testovacího zařízení a dopad integrovaného řízení bude vyhodnocen na základě simulovaného provozu.

Virtuální dvojčata budov



Princip testování

Integrované řízení energetické odezvy

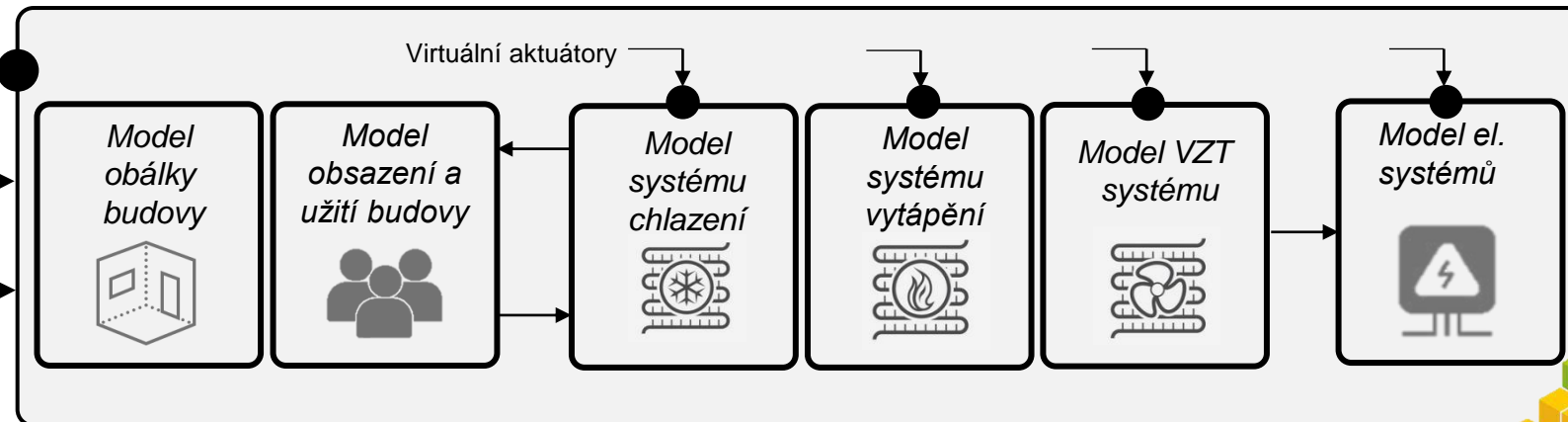


Vzorová předpověď počasí

Plánované ceny energií
(day-ahead market)

Řídicí zásahy

Virtuální testovací prostředí (Simulační model)

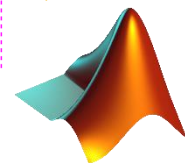
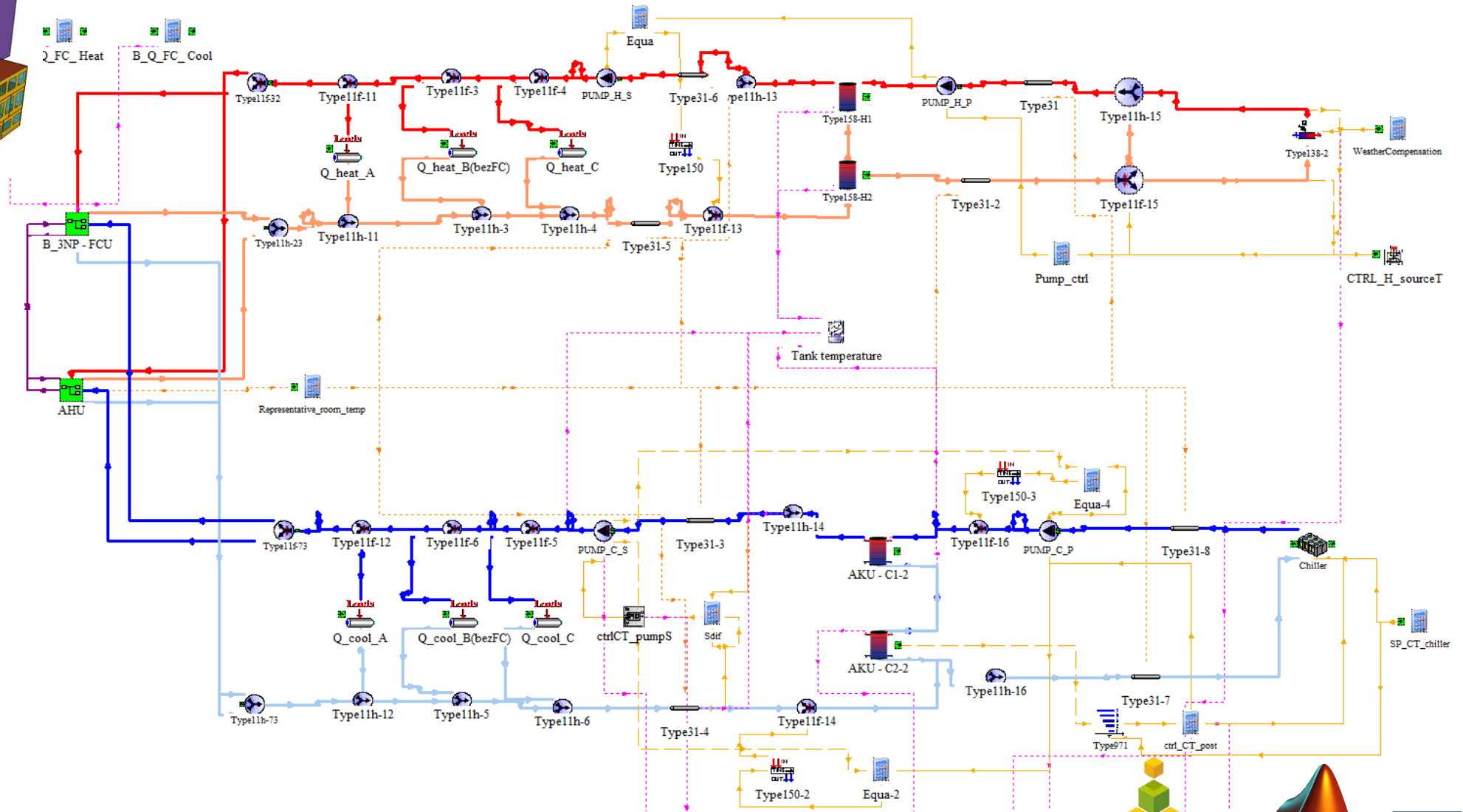
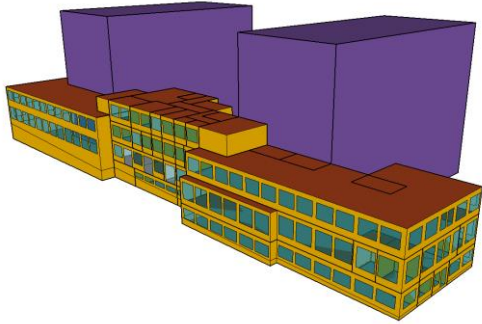


Virtuální monitoring

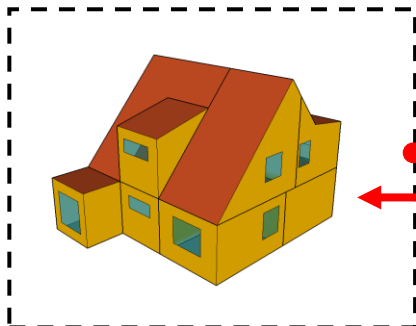


Vyhodnocení

Virtuální dvojče –simulačního modelu

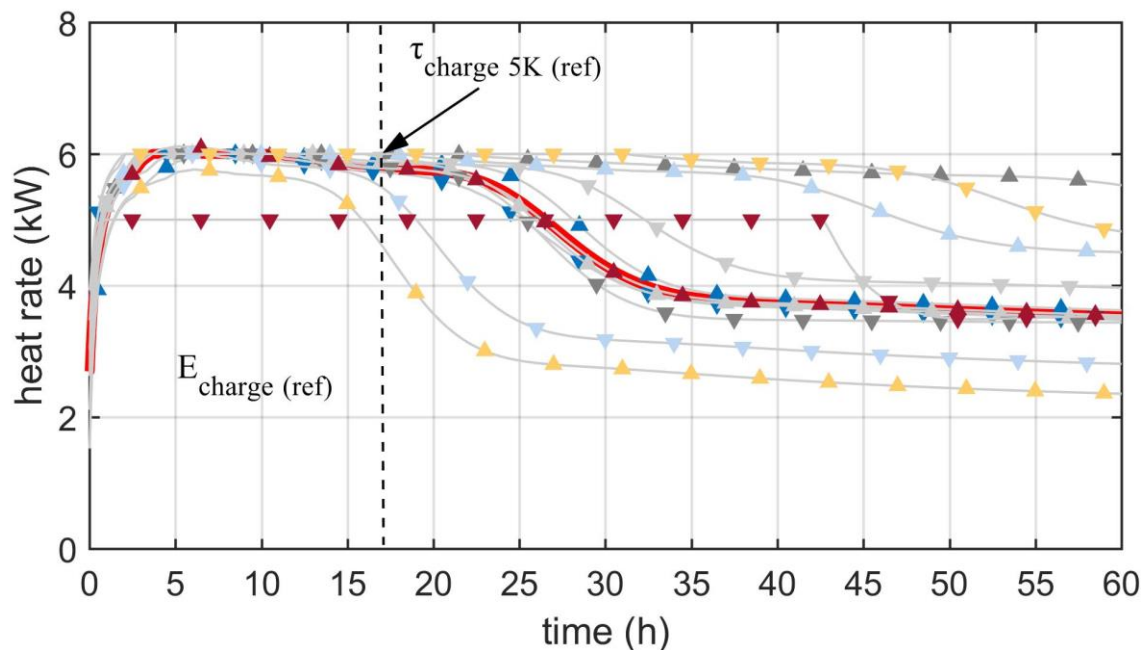
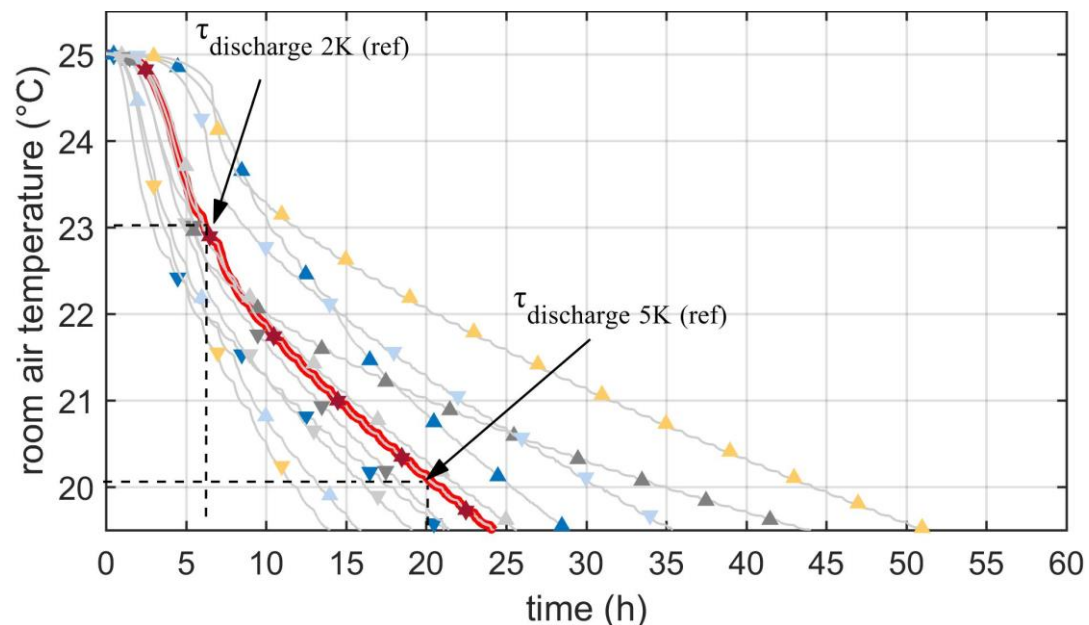


Virtuální dvojče – výzkum potenciálu flexibility budov



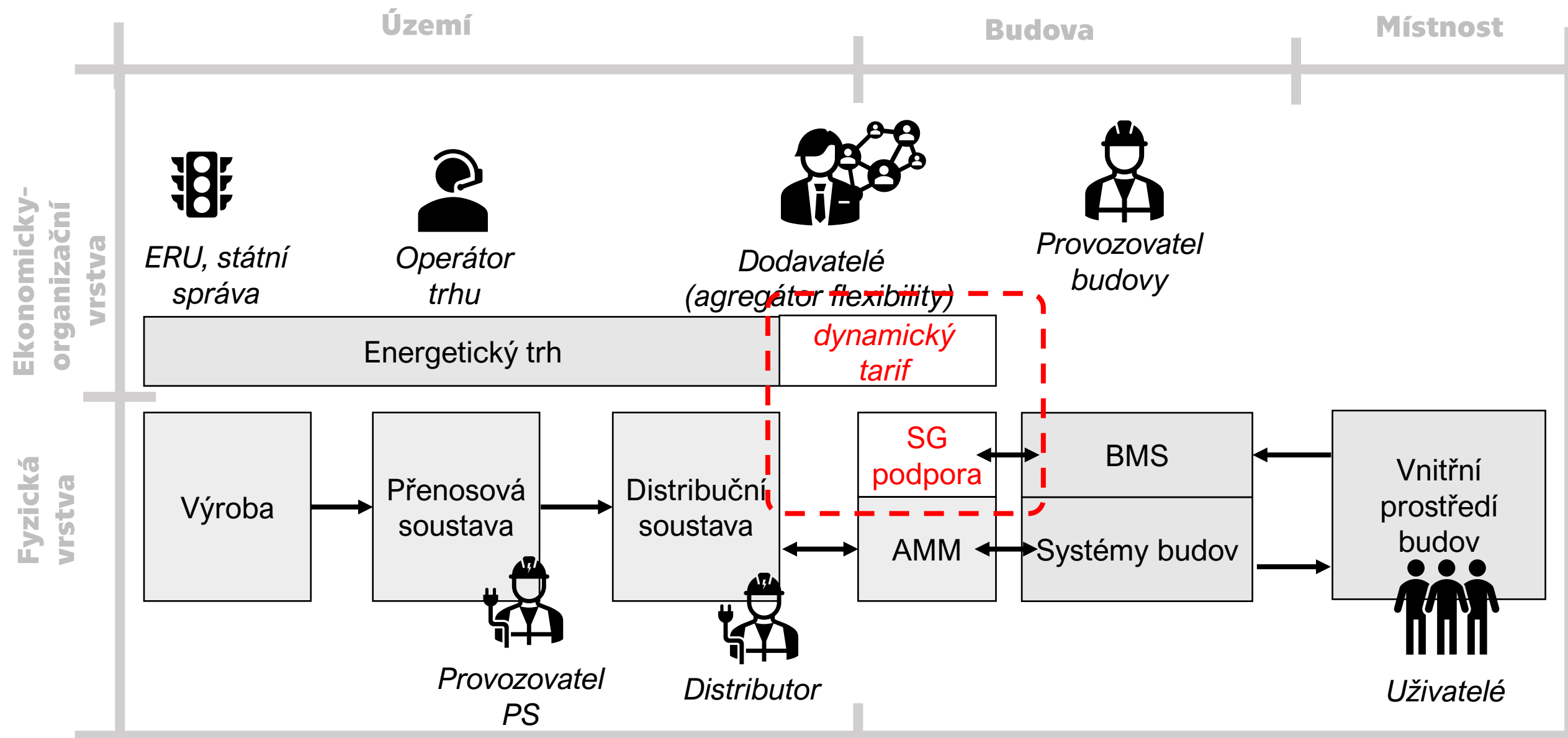
$t_{\text{ext}} = \text{konst.}$
 $Q_{\text{vyt}} = \text{skoková změna}$

- reference
- ▼ tank 170 l
- ▲ tank 1000 l
- ▼ insol. t.8 cm
- ▲ insol. t.20 cm
- ▼ inner w. t.15 cm
- ▲ inner w. t.45 cm
- ▼ inf. 0.05 ACH
- ▲ inf. 0.4 ACH
- ▼ max. heat rate 5 kW
- ▲ max. heat rate 7.5 kW
- ▼ outside temp. -10 °C
- ▲ outside temp. 10 °C



V. Zavřel, E. Andreeva, J. Šimek, M. Barták, Thermal inertia analysis of family house heating system: towards higher energy. In: *Proceedings of Building Simulation 2021: 17th Conference of IBPSA. International Building Performance Simulation Association* [submitted]

Rámcové zakotvení projektu



Charakteristika sítě

hodinová data

Uhlíková intenzita sítě (hodinová data)

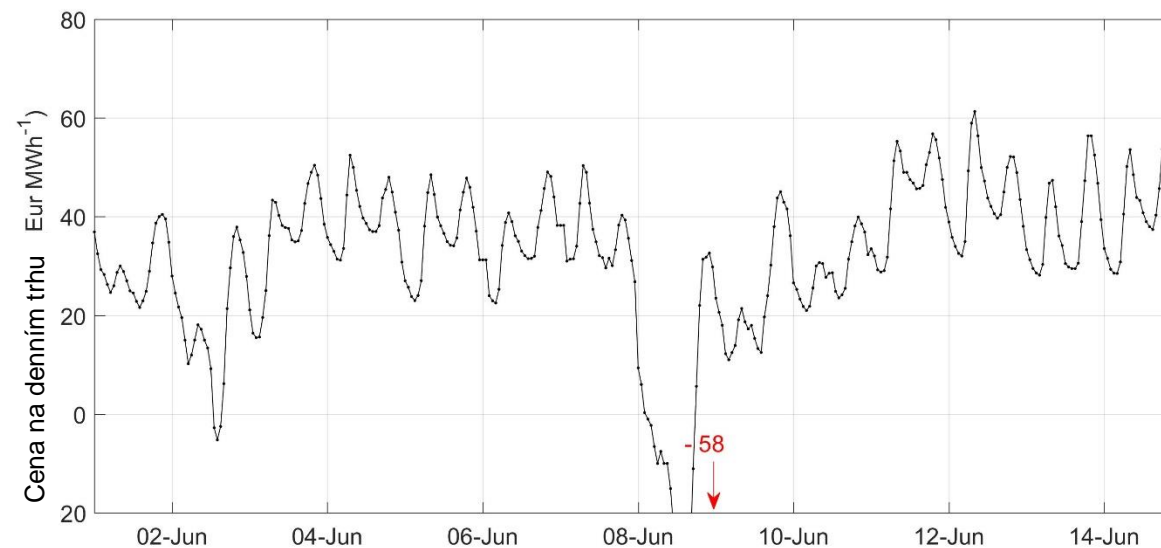
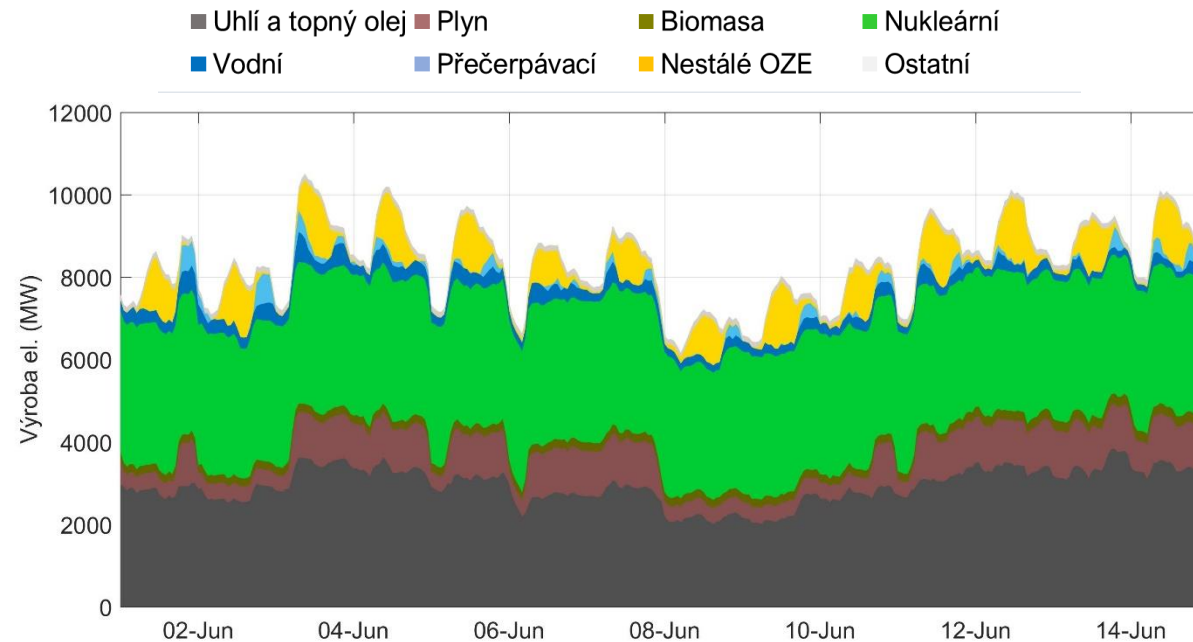
- Produkce dle zdroje (hodinová data)
<https://transparency.entsoe.eu/>
<https://www.ceps.cz/cs/data>
<https://www.electricitymap.org/>
- Emisní faktor dle zdroje
<https://www.ipcc.ch/data/>

...

Cena komodity (hodinová data)

<https://transparency.entsoe.eu/>
<https://www.ote-cr.cz/cs>
<https://www.electricitymap.org/>

- Tarifní cena
- Cena blokového trhu
- **Cena denního trhu**
- Cena vnitrodenního trhu
- Regulační trh



Charakteristika sítě hodinová data

Uhlíková intenzita sítě (hodinová data)

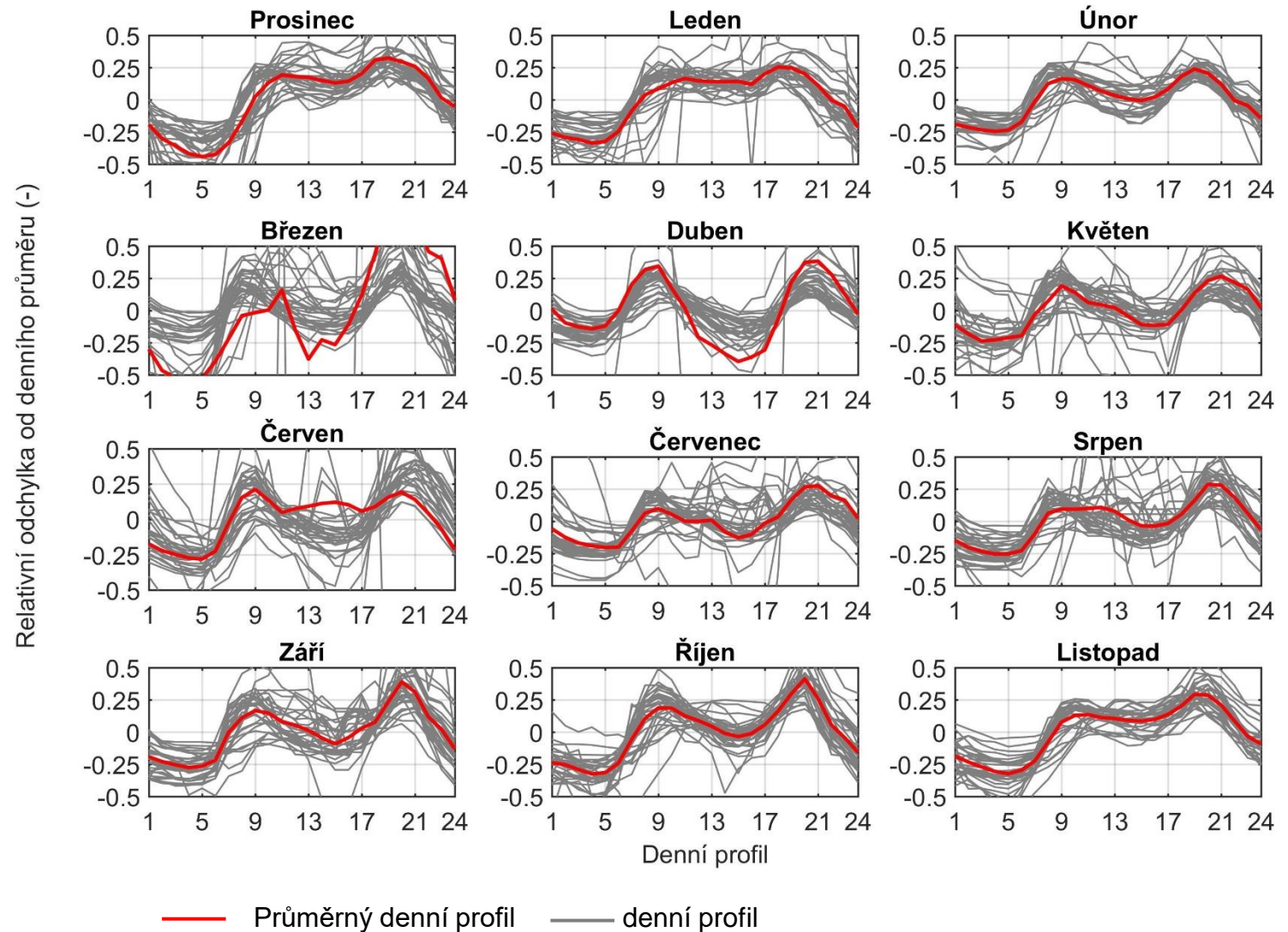
- Produkce dle zdroje (hodinová data)
<https://transparency.entsoe.eu/>
<https://www.ceps.cz/cs/data>
<https://www.electricitymap.org/>
- Emisní faktor dle zdroje
<https://www.ipcc.ch/data/>
- ...

Cena komodity (hodinová data)

<https://transparency.entsoe.eu/>
<https://www.ote-cr.cz/cs>
<https://www.electricitymap.org/>

- Tarifní cena
- Cena blokového trhu
- **Cena denního trhu**
- Cena vnitrodenního trhu
- Regulační trh

Rozbor ceny na denním trhu pro rok 2019



Závěr

- Vývoj nástrojů pro maximalizaci flexibility budov
- Detailní simulační podpora pro vývoj inovativních nástrojů pro SG – **vyhodnocení poloprovozu v „ideálních“ podmínkách**
- Pilotní objekty jsou připraveny pro instalaci vyvíjených nástrojů pro SG – **zkušenost z reálného poloprovozu na základě syntetických signálů SG**
- Simulační modely umožňují **vyhodnocení teoretického potenciálu budov** pro aktivní odezvu SG

Navazující aktivity

- Metodická podpora systémové integrace sítě CZT prostřednictvím P2H technologií
- Experimentální podpora vývoje SG-ready produktů a služeb pro tepelná čerpadla a elektrické zdroje tepla a chladu.



ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Děkuji za pozornost

Kontaktní osoba: Martin Barták¹
E-mail: Martin.Barták@fs.cvut.cz

**¹ Ústav techniky prostředí, Fakulta Strojní,
České vysoké učení technické v Praze**



**Projektu TK02010164 spolufinancován se státní
podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu
THETA.**