



PREDIKTIVNÍ REGULACE CZT SNIŽOVÁNÍ TEPLŮT A ZVYŠOVÁNÍ FLEXIBILITY

Jiří CIGLER
Feramat Energies s.r.o.

Průmyslová tepelná čerpadla 30.11.2021

O NÁS...

Přes 10 let se pohybujeme ve světě energií a médií, naše softwarová řešení zahrnují optimalizace toků elektrické energie, tepla, chladu, ale i distribuce stlačeného vzduchu a vody...

Analytika

- Prvním naším krokem je detailní rozbor dostupných dat a stávajícího stavu



Design

- Z analytické části provedeme návrh technologických zařízení, vhodných pro realizaci



Realizace

- Klíčovým smyslem naší práce je realizace našich aplikačních rozhraní a ovládacích systémů šitých na míru



Provoz

- Aktivní práce s daty, průběžné vyhodnocování provozních dat, pravidelný reporting nastavený dle potřeby, designování nových technologií...



Inovace

- Spolupracujeme s řadou výzkumných organizací a komerčních subjektů na rozvoji nových technologických řešení
- Ve vývoji se soustředíme hlavně na praktické využití



PRINCIP PREDIKTIVNÍ REGULACE CZT

Prediktivní regulace MPC v CZT

- Základem je model řízeného systému (= rovnice popisující fyziku) a naše algoritmy, numerické optimalizace

Prediktivní regulace je nadřazený systém MaR

- Náš systém průběžně komunikuje a využívá data ze stávajícího řídicího systému CZT a posílá optimální nastavení provozních parametrů
- Využití historických dat o spotřebách a dat, která lze predikovat (počasí, kategorizované průběhy spotřeb, atd.)

Snížení tepelných ztrát při distribuci

- Optimalizace průtoku média ve vztahu ke snižování ztrát
- Snížení teploty na zdroji, regulované zvýšení průtoku média

Zachování parametrů dodávky tepla

- Dodávka tepla do všech okruhů ÚT a TV je rovna predikci spotřeby
- Teplotní parametry dodávky splněny, zákazníci nezaznamenají změnu



PRINCIP PREDIKTIVNÍ REGULACE CZT



VIZUALIZACE

Plány provozu | Diagnostika | Reporting

CORE

- Fyzikální model (digitální dvojče)
- Adaptivní model diagram dodávek tepla
- Kombinatorická optimalizace
- Kontinuální diagnostika

KOMUNIKACE

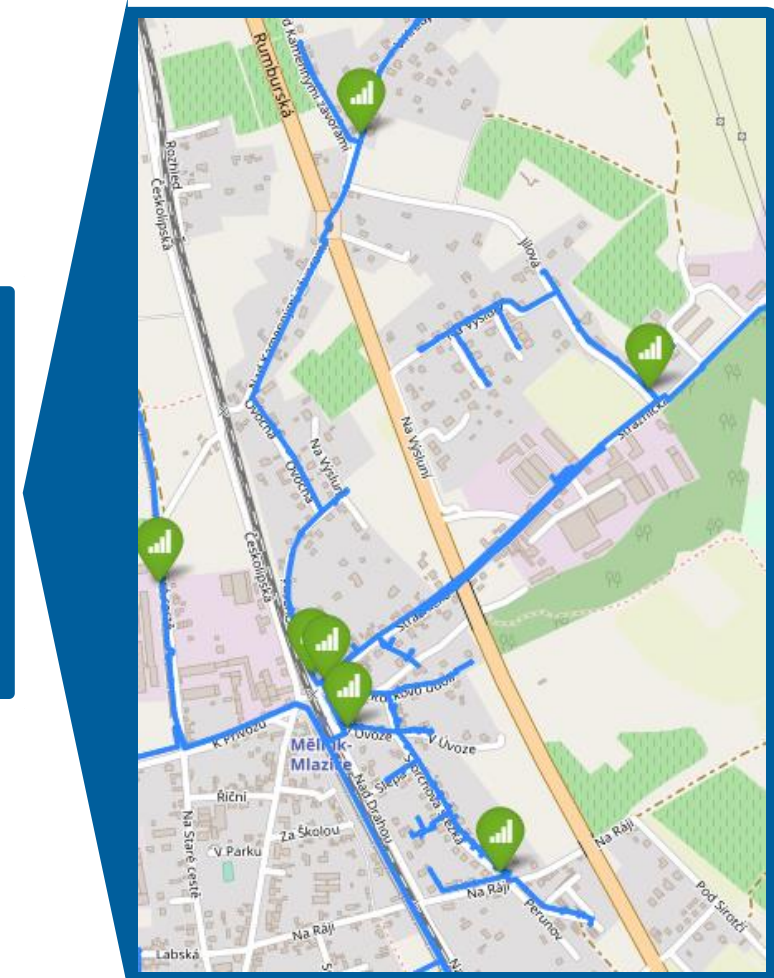
- OPC/Modbus TCP
- Soulad s pravidly zabezpečení

DATABÁZE

- Provozní data
- Predikce
- Klimatická data

SCADA SYSTÉM CZT

- Monitorování
- Ovládání
- Poruchy
- Archivace



PŘÍNOSY PREDIKTIVNÍ REGULACE CZT



Technické parametry

- Úspora tepelných ztrát 5-15% z původního objemu
 - Převedeno na celkové vyrobené teplo úspora typicky 1% z celkového objemu
- Srovnatelná nebo mírně navýšená spotřeba elektrické energie na oběhová čerpadla
 - Není dominantní náklad oproti tepelným ztrátám

Garance

- Pro soustavy se stabilním portfoliem odběratelů nabízíme garanci úspory tepelných ztrát (EPC)
- Kvůli potenciálním chybám měření kalorimetrů a výpadkům měření kvůli ověřování je garance postavená na dosažení snížení průměrných teplot výstupu a zpátečky

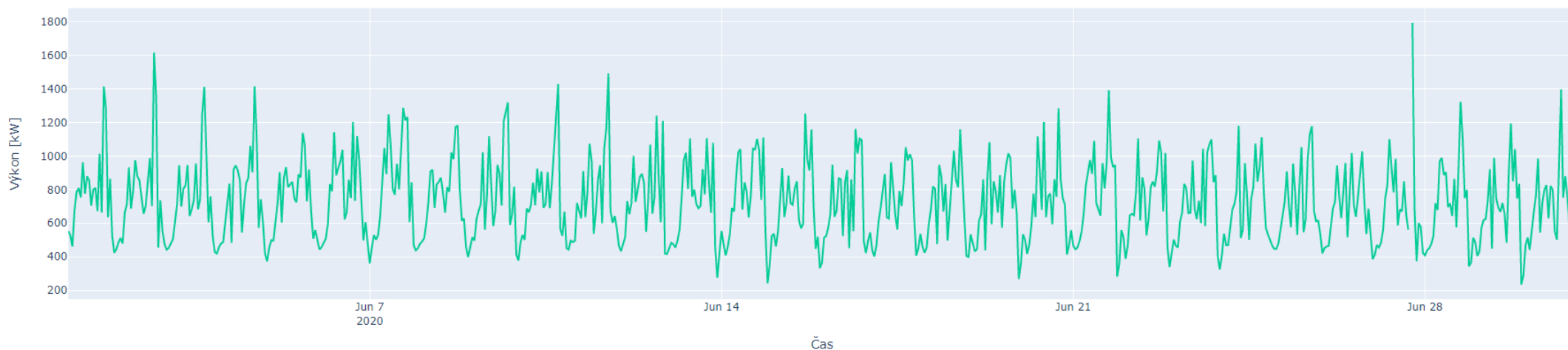
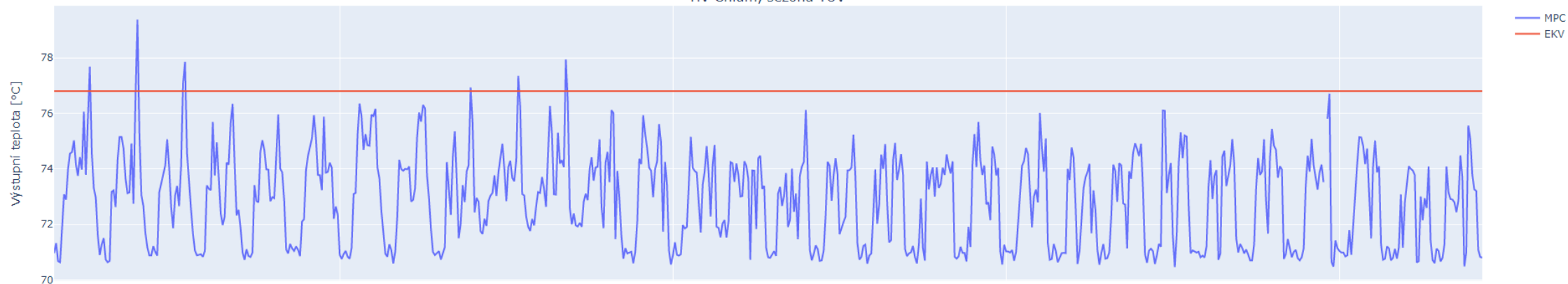
Další přínosy

- Snížení počtu zásahů obsluhy do nastavení řídicího systému – plně autonomní řízení
- Reporting a diagnostika pomáhá managementu, výrazně zpřehledníme aktuální situaci soustavy
- Průběhová provozní data umožňují přesněji počítat další technická opatření vedoucí k optimalizaci provozu
- Diagnostika odhaluje základní regulační a technické problémy (kmitání regulačních ventilů, zhoršené sledování set-pointů, atd.)

PRINCIP ÚSPORY PŘI DODÁVCE TV JE VE SNÍŽENÍ TEPLOTY MIMO ODBĚROVÉ ŠPIČKY



HV Chlum, sezona TUV



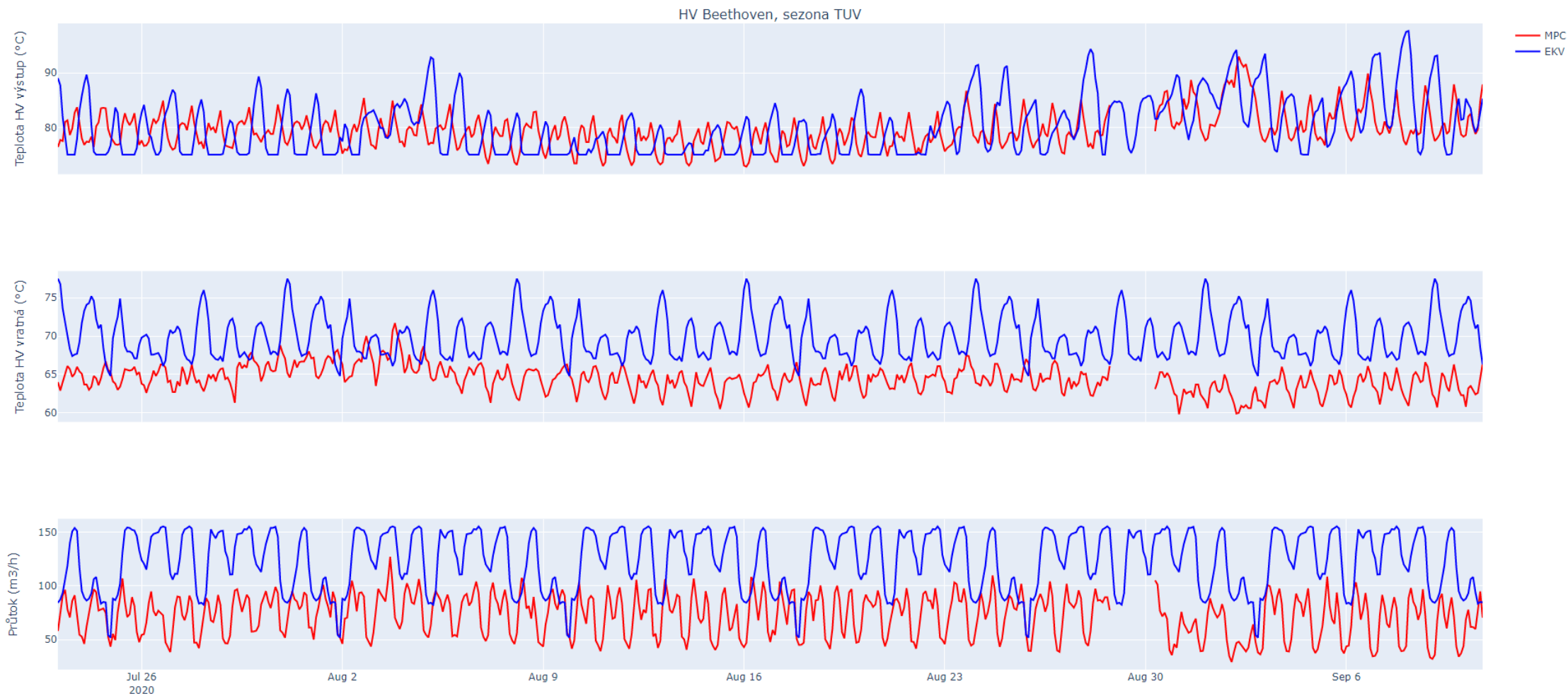
MPC CELOROČNĚ PROVOZUJE HV NA NIŽŠÍCH TEPLOTÁCH KROMĚ NĚKOLIKA MÁLO ÚSEKŮ V ODBĚROVÝCH ŠPIČKÁCH



HV Chlum, sezona TV+TUV



PRO NĚKTERÉ ZAPOJENÍ VS DOCHÁZÍ K VÝRAZNÉMU SNÍŽENÍ PRŮTOKU NA HV SPOJENÉHO S DOCHLAZENÍM ZPÁTEČKY





POZNATKY Z NASAZOVÁNÍ MPC

MPC nepřetržitě řídí cca 400 TJ/rok dodávek na CZT o velikostech 20-120 TJ/rok a projektuje se na dalších cca 1 200 TJ/rok CZT, na kterých proběhla analýza provozních dat s vyhodnocením přínosu

Digitalizace

- Výchozí stav (benchmark) je kvalitnější, pokud dispečink již před instalací MPC měl k dispozici online data ze stanic
 - Obsluha vidí prostor pro úsporu, základní věci zlepšuje
- Teplota vratné vody
 - Častý nešvar, bez průběhových dat obtížné na diagnostiku a odstranění problému
 - Zkratky, anuloidy (THVT) v CZT brání snižování parametrů na zdroji

Obavy obsluhy

- Natápění do špiček má neblahý vliv životnost rozvodů a armatur (změny teplot)
 - Maximální změna obvykle nastavena na 3 K/h (nepřekročitelná hranice), konzultováno s dodavatelem potrubí a armatur
 - Při velké změně venkovní teploty může ekvitermní regulace vést na výrazně větší změny
- Nahraditelnost obsluhy automatem
 - Obsluha má skutečně možnost řešit jiné věci než ladit parametry křivek podle stavu stanic

JAK TO SOUVISÍ S PRŮMYSLOVÝMI TEPELNÝMI ČERPADLY?

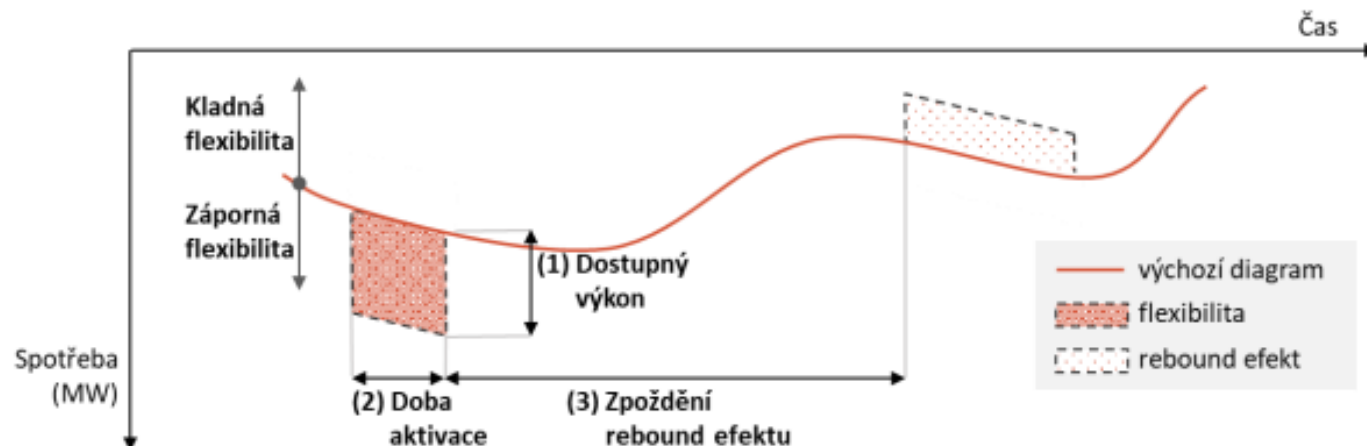


Nižší provozní teploty

- Pro dodání stejného tepelného výkonu na nižších parametrech je potřeba méně elektrické energie TČ
- TČ v závislosti na konkrétním typu má definovaný strop výstupní teploty, který je obvykle podstatně nižší než u klasických horkovodních zdrojů.
- Křivka COP může být použita pro plánování provozu - přirozeně vede na peak-shaving

Silová elektřina & flexibilita

- S fyzikálním modelem a predikcemi diagramu dodávky je možné „tvarovat výchozí diagram“ spotřeby
 - dodávka tepla do CZT převážně v obdobích nízké ceny silové elektřiny
 - kalkulace potenciální možnost zvýšení/snížení výkonu, která neovlivní kvalitu dodávky
 - Kromě intra-day obchodování možnost také SVR





PŘÍKLADY FLEXIBILITY S TČ NEMÁME

Ale přístupy a metody jsou přenositelné s využívání flexibility kogeneračních jednotek

Příklad 1: Agregáční blok s KGJ

- Portfolio KGJ dodává teplo do několika CZT soustav
- U každé KGJ je akumuláční zásobník
- Jednotlivé KGJ jsou zapojené do agregáčního bloku poskytující SVR (mFRR) pro ČEPS
- Benefity provozu CZT na nižších teplotách
 - Při stejném objemu m³ zásobníku větší akumuláční schopnost v MWh
 - Možnost nabízet mFRR i v době (téměř) nabité akumulace díky flexibilitě CZT
 - Kapacita u dvoutrubkových rozvodů vydá obvykle na 1-2h provozu navíc.

Příklad 2: Flexibilita portfolia KGJ

- Jiné portfolio KGJ, které dodává teplo do několika jiných CZT soustav a průmyslových objektů s vlastní spotřebou.
- Cíle řízení:
 - Výkonově řídit KGJ s cílem dosáhnout přetoků portfolia na zobchodovaný objem
 - Aniž by došlo k ovlivnění odchylky v následujících obchodních hodinách
 - Zároveň kalkulovat možnosti flexibility navýšení/snížení výroby aniž by to mělo vliv na odchylku v následujících hodinách.
 - Snížené teplotní parametry soustav zvyšují flexibilitu jednotlivých KGJ i portfolia.



Ing. Jiří Cigler, Ph.D.

technický ředitel

T: +420 776 232 214

cigler@feramat.com

***Spojujeme energetiku
a datovou analytiku***

Feramat Energies s.r.o. / Prokopových 827/3, 158 00 Praha 5 / IČ 276 19 371 / www.feramat.com

VSTUPNÍ DATA PRO NAsAZENÍ PREDIKTIVNÍ REGULACE



Významná odběrná místa

- Průběhové měření z kalorimetrů (teplota přívod, zpátečka, průtok) – max krok 1 hodina
- Technologie VS odběratele provozována:
 - Odběratelem: požadovaná ekviterma na přívodu do VS
 - Provozovatelem CZT: otevření směšovacího ventilu/ventilu výměníku, požadovaná ekviterma na straně odběru

Méně významná odběrná místa

- Roční spotřeba tepla
- Charakter odběru (bytový dům/office/apod.)
- Požadovaná ekviterma na přívodu do VS (smluvně dané parametry/reálné parametry/expertní odhad)

Sekundární/Terciální stanice

- Průběhové měření výměníků na obou stranách (teploty, průtoky)
 - max krok 1 hodina

Oběhová čerpadla

- Spotřeba elektrické energie – může zahrnovat i spotřebu ostatních zařízení, ale oběhová čerpadla musí v odběru dominovat – krok měs/rok

Projektová dokumentace

- Topologie CZT systému s vyznačením jednotlivých VS
- Schémata ze systému MAR pro provozované VS

