
Aplikace pro řízení malých a středních teplárenských soustav

Ing. Jan Švec, ORTEP, s.r.o.

Seminář - Úspory energie a využití OZE v SZTE, Blovice, 15. listopad 2018

Co je předmětem a cílem projektu ?

- Předmětem prací je vývoj inteligentního systému přenosu a distribuce tepla v rámci tzv. smart regionu.
- Jde o propojení technologií na straně spotřeby (chování budov) se zdrojovými technologiemi včetně obnovitelných zdrojů (např. BPS, Solární zařízení, TČ) pomocí lokálních, inteligentně řízených tepelných sítí s využitím akumulace.
- Vývoj **SW REGIOS**, umožňující modelování denní dynamiky menších lokálních soustav CZT, řešení časové synchronizace potřeb tepla a možností jejich výroby pomocí jednotlivých technologií včetně zapojení nejrůznějších akumulačních jevů.
- Cílem je pilotní nasazení takového SW na konkrétních lokalitách a jeho ověření v denní přípravě provozu.

Cluster spolupracujících firem, výzkumných organizací a VŠ

- ORTEP - Koordinace, implementační práce na SW, modelování dynamického chování tepelných sítí a zdrojů tepla
- VUT Brno - Dynamické chování budov + práce v pilotní lokalitě NL
- Vítkovice - Modelování BPS, KGJ
- UCEEB, ENKI - Modelování termosolárních systémů, tepelných čerpadel

1. úroveň - SW MOP - výchozí stav

- Tuto vývojovou úroveň představuje stávající SW MOP. Tento SW je určen pro statické (popř. dynamické) analýzy nejrůznějších tepelných sítí a topologických struktur. Program pracuje s obecně definovanými prvky výroby, transportu a spotřeby tepla, které nelze měnit.

2. úroveň - SW REGIOS off-line

- Tuto vývojovou úroveň představuje nově vyvíjený SW s označením REGIOS off-line, který provádí výpočet dynamického chování zvolené regionální tepelné sítě v rozsahu jednoho dne až týdne po jednotlivých 15 minutovkách, zatím bez přímé vazby na měřené on-line data - bude však možno vytvářet na míru výpočtové simulační modely nejrůznějších tepelných sítí a systémů CZT

3. úroveň - SW REGIOS on-line

- Cílová podoba vyvíjeného SW s označením REGIOS on-line. Půjde o obdobný program jako v předchozí 2. úrovni, s tím rozdílem, že tento SW bude možno napojit přímo na zdroj měřených dat. Pomocí tohoto SW bude možné provádět denní přípravu a optimalizaci provozu lokální tepelné sítě s přímým navázáním na předchozí natopení sítě, nabytí akumulátorů tepla a to vše pro zadanou předpověď počasí.

Časový a věcný rámec projektu



1. Fáze - roky 2014 a 2015

Analýza problematiky, popis a algoritmizace dynamického chování prvků - zpracování projektové dokumentace pro SW implementaci

2. Fáze - roky 2016 a 2017

SW implementace - vývoj SW a zpracování modelů pro konkrétní konfiguraci prvků ve vybraných lokalitách, testování vyvinutého SW v laboratorních podmínkách

3. Fáze - roky 2018 a 2019

Testování vyvinutých SW aplikací v reálném provozních podmínkách - pilotní projekty v lokalitách - úpravy a modifikace SW pro následné komerční využití.

Pilotní lokality pro nasazení SW REGIOS



- Závěrečným výstupem řešeného úkolu je vyvinutí softwaru REGIOS, který bude následně nasazen a vyhodnocen ve dvou pilotních lokalitách Jindřichův Hradec a Nový Lískovec.

Lokalita Jindřichův Hradec (spol. Teplopol, s.r.o.)

- Primární tepelná síť zásobující sídliště Vajgar a Hvězdárna v Jindřichově Hradci je z provozního hlediska poměrně komplikovaná síť s několika zdroji a atypickou noční odstávkou VS. Tato specifika vyvolávají v provozu soustavy řadu dynamických jevů a svou roli zde hrají také časová zpoždění. Z tohoto pohledu se výběr sítě jeví jako vhodná volba pro modelování a pro odzkoušení nového SW REGIOS.

Lokalita Nový Lískovec (Teplárny Brno, a.s.)

- Sídlištní tepelná síť s plynovou kotelnou a KGJ

1. Fáze - vytvoření statického modelu soustavy

Model tepelné sítě Jindřichův Hradec Statický model

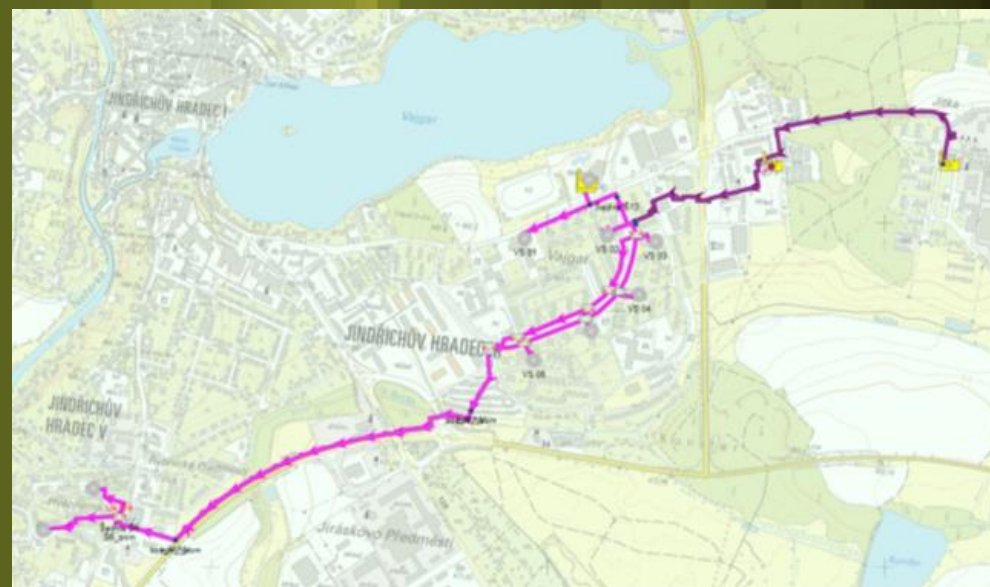
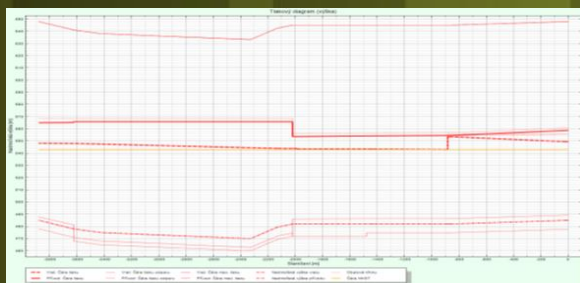
- Zdroj na biomasu
- Plynová kotelna
- Plynové kogenerační jednotky
- HVDT - anuloid
- Akumulátor
- Čerpadla
- 8 VS
- Bazén se solárním systémem
- FV systém a ostrovní provoz



1. Fáze - vytvoření statického modelu soustavy

Práce na modelu sítě

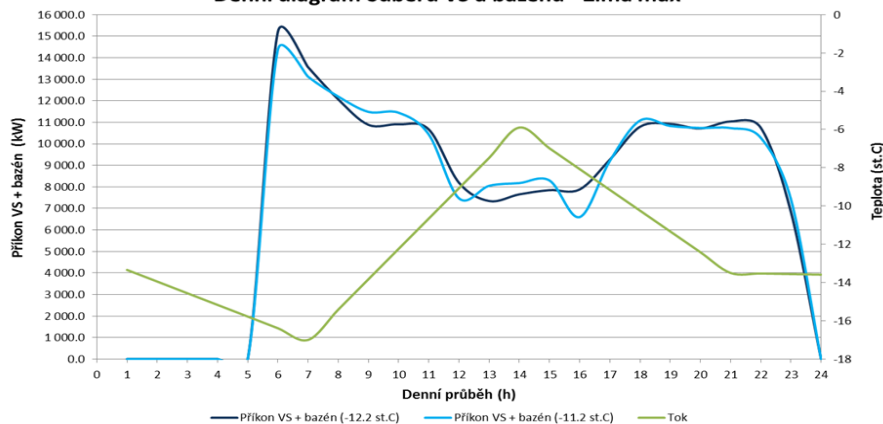
- První část prací v lokalitě Jindřichův Hradec spočívala ve zmapování stávající soustavy z pohledu jejích parametrů a způsobu provozu.
- Zároveň byl sestaven výpočtový model soustavy a na něm byly provedeny základní statické tepelně hydraulické přepočty stávající sítě pro vybrané provozní stavy v průběhu roku.
- Modelování potrubních tras a parametrizace jejich úseků
- Technické parametry jednotlivých prvků sítě (zdroje, spotřebiče, čerpadla, směšování, zkraty...)
- Analýza chování spotřebitelských stanic
- Analýza teplotních a tlakových poměrů v síti
- Hydraulická kalibrace výpočtového modelu
- Analýza provozních stavů v průběhu roku



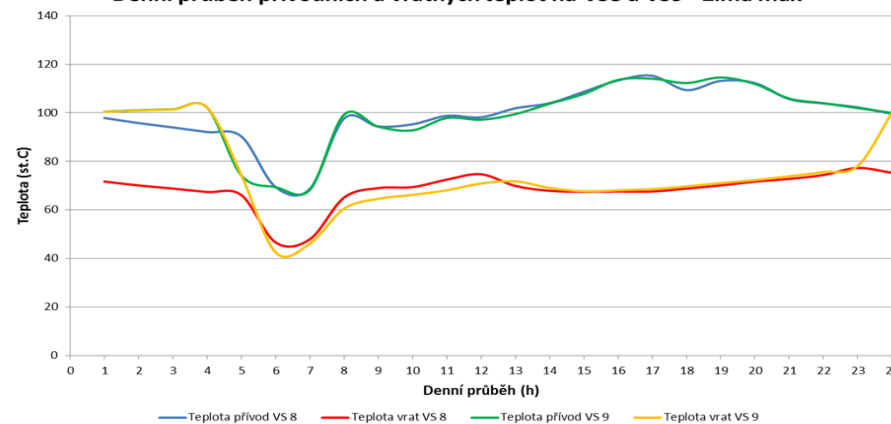
1. Fáze - vytvoření statického modelu soustavy

Analýza provozních stavů v průběhu roku

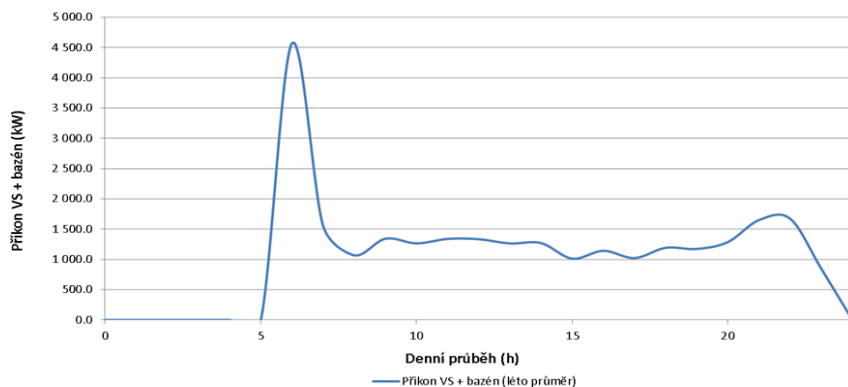
Denní diagram odběrů VS a bazénu - Zima max



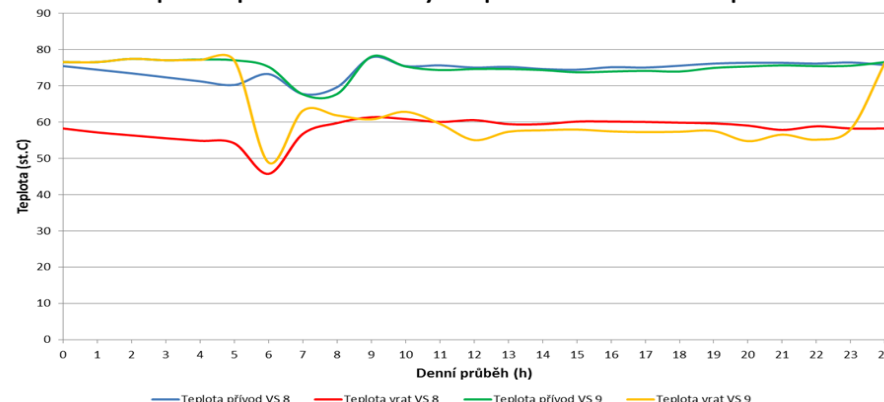
Denní průběh přívodních a vratných teplot na VS8 a VS9 - Zima max



Příkon VS + bazén (léto průměr)

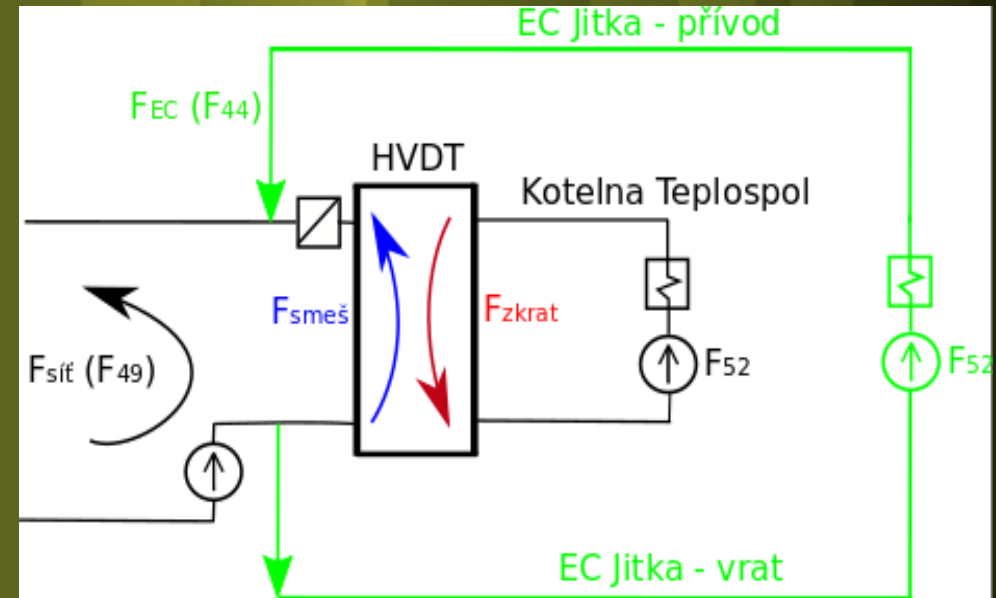


Denní průběh přívodních a vratných teplot na VS8 a VS9 - Léto průměr

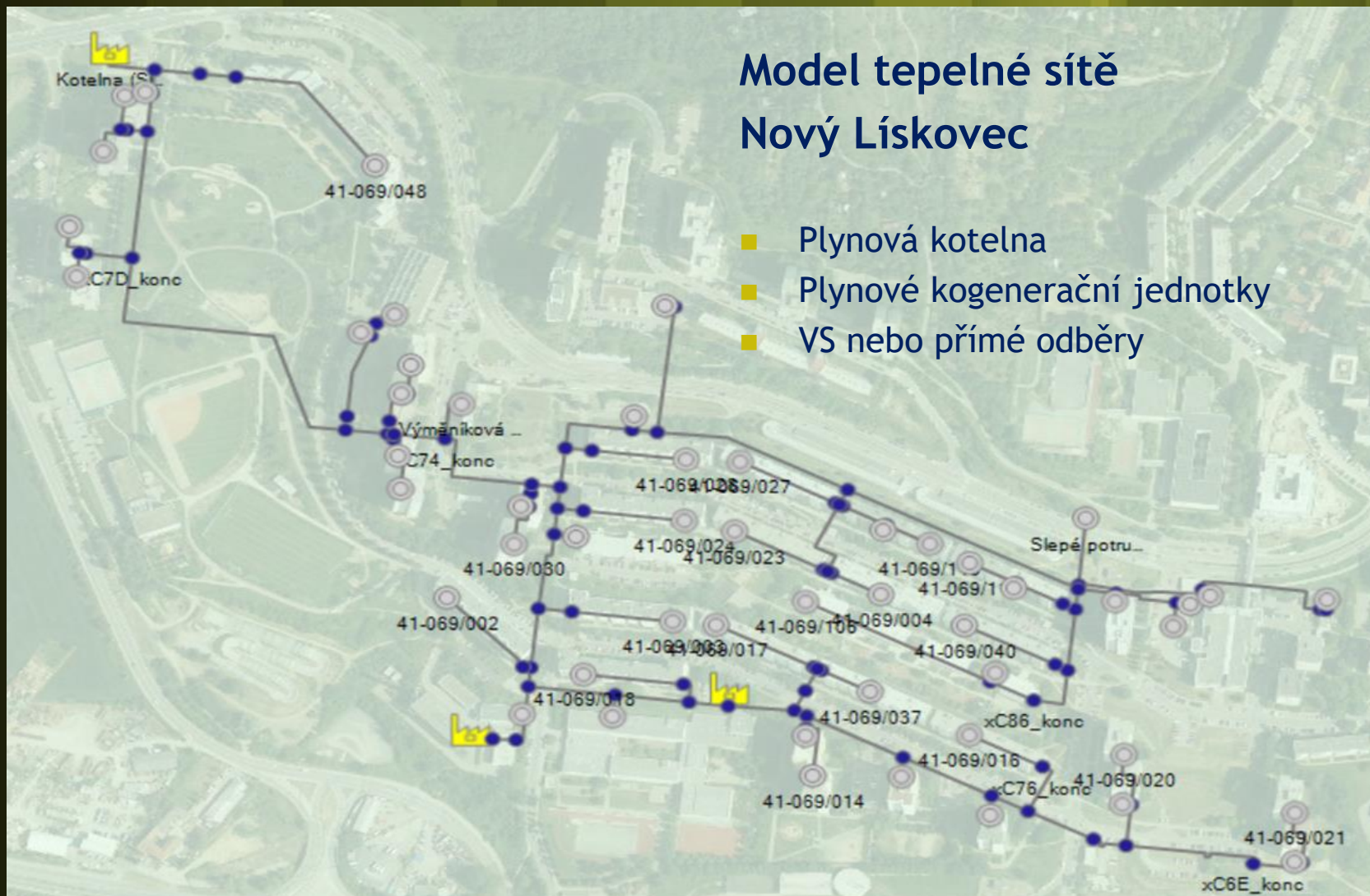


Anuloid

- Pokud je na EC Jitka dostatek výkonu (tzn., že OČ v EC čerpadla umí udržet požadované dP a takto vzniklý průtok umí EC Jitka ohřát na požadovanou teplotu) pak průtok $F_{sít} = F_{EC}$ Jitka a EC Jitka klouže ve výkonu podle spotřeby.
- Ranní špička - Pokud na EC Jitka není požadovaný výkon (ať už dP OČ, teplota nebo tepelný výkon) a EC Jitka neudrží požadované dP, provoz přechází do překřížení přívodu a vratu a anuloid začne směšovat, tj. do sítě pochoduje nižší výstupní teplota.
- Noční provoz - Pokud EC Jitka chce jet na větší výkon (průtok) než odpovídá okamžité spotřebě sítě, byla natržena zpětná klapka, což vede na zkratování v anuloidu a do EC Jitka pochoduje ve vratu teplejší voda



1. Fáze - vytvoření statického modelu soustavy



2. Fáze - Dynamické modelování



Dynamické modelování

Formulování a algoritmizace optimalizačních úloh

Model chování spotřeby

- Založeno na neuronovém modelu
- Průtokový a teplotní model spotřební lokality v závislosti na venkovní teplotě

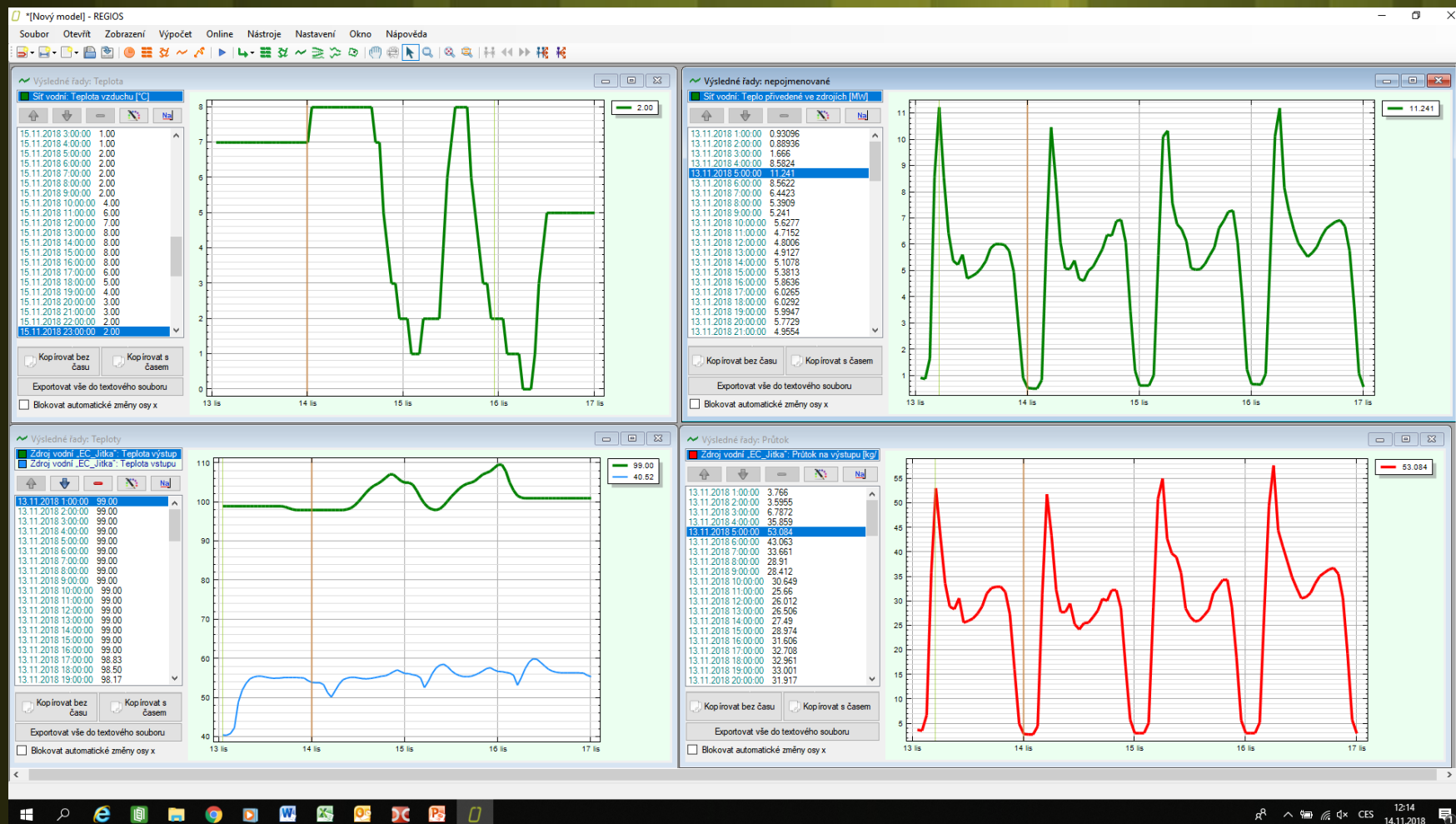
Modelování a ladění prvků sítě

- Model chování anuloidu - směřování nebo zkratování v závislosti na požadovaném průtoku do sítě a průtoku ze zdroje EC
- Model chování Aquacentra (KGJ, solární ohřev + balneoprovoz)
- Model KGJ
- Model statického akumulátoru tepla v EC Jitka

Modelování chodu celé soustavy

- Odladění chodu celé sítě a přiblížení se reálným průběhům z měření v modelových podmínkách

2. Fáze - Dynamické modelování



3. Fáze - Nasazení a ověření funkčnosti



Nasazení SW v pilotních lokalitách

- Komunikace s externími zdroji měřených dat
- Zavedení „online“ měřených veličin
- Transformace veličin (výpočet, filtrace, nahrazení výpadků)
- Režimy práce: simulační, predikční, analytický
- Aktualizace predikce
- Posílání výstupních teplot do spolupracujícího řídicího systému

Odladění SW pro práci v on-line režimu

- Napojení na měření - z databáze měřených hodnot

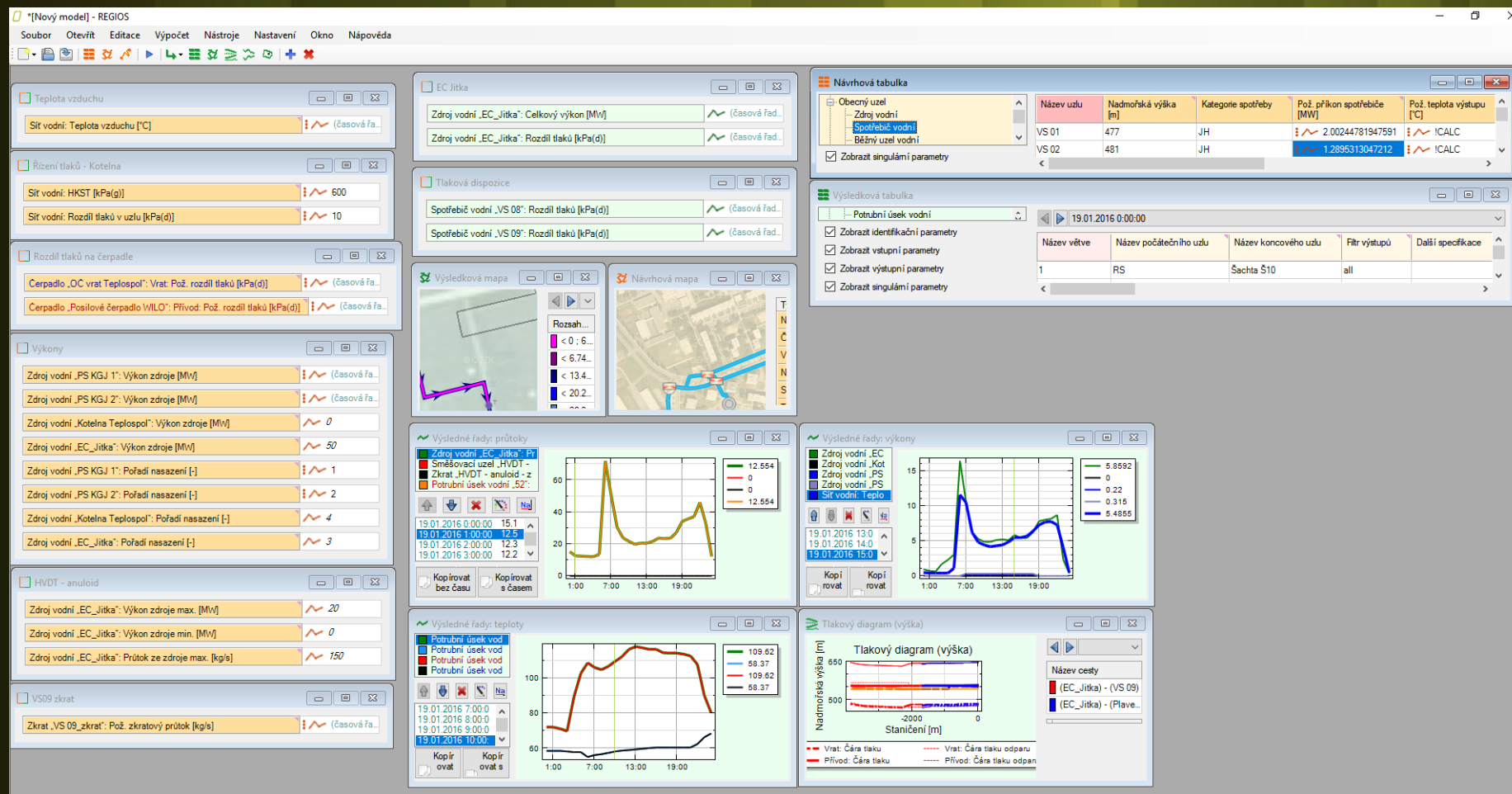
Ověření funkčnosti a vyhodnocení přínosů

- Ověření přesnosti predikčního režimu

3. Fáze - Nasazení a ověření funkčnosti



Uživatelské rozhraní SW Regios JH



3. Fáze - Nasazení a ověření funkčnosti



Pracovní režimy

- Simulační režim

Umožňuje obsluhu modelovat libovolný provozní stav - co se stane, když...

- Analytický režim

Umožňuje analyzovat provoz sítě v libovolném časovém úseku z minulosti a prohlížet i chování sítě v místech, která nejsou měřena (na základě dopočtu z výpočtového modelu).

- Predikční režim

Umožňuje simulovat provoz sítě na následujících 24h - 7dní s ohledem na aktuální stav sítě a na očekávanou předpověď počasí (online stahování předpovědi pro danou lokalitu).

Shrnutí - Očekávané efekty projektu



SW REGIOS – modelování dynamického chování tepelných soustav

SW REGIOS – modelování provozu a vlivu OZE na chod malých a středních SZTE

SW REGIOS – predikce chování sítě v závislosti aktuálním stavu a vývoji počasí

SW REGIOS - denní příprava provozu a sledování aktuálního chování zdrojových a spotřebitelských kapacit

SW REGIOS – řešení optimalizačních úloh (základní algoritmus pro přerozdělení průtoku/výkonu mezi jednotlivými zdroji při respektování provozních mezí zdrojů, přenosových kapacit sítě...)

Děkuji Vám za pozornost