

SISTEM DALJINSKEGA NADZORA IN UPRAVLJANJA TOPLOTNIH POSTAJ EL-TEC MULEJ

SYSTEM OF REMOTE CONTROL AND MANAGING OF DISTRICT HEATING STATIONS EL-TEC MULEJ

Jože Torkar, Marjan Robič*

EL-TEC MULEJ d.o.o., Bled

*JEKO-IN d.o.o., Jesenice

Povzetek:

V prispevku je predstavljen delujoč sodoben sistem daljinskega nadzora in upravljanja toplotnih postaj. Sodoben regulator, rezultat lastnega razvoja, omogoča zajem vseh potrebnih podatkov z naprav v toplotni postaji, vključno s toplotnim števcem in ostalimi senzorji v prostoru toplotne postaje, hkrati pa omogoča upravljanje z vsemi parametri toplotne postaje. Uporaba tehnologije LONWORKS® omogoča enostavno razširitev možnosti nadzora in upravljanja tudi na ostale segmente hišne avtomatizacije. Predstavljene so rešitve za žični in brezžični prenos podatkov ter funkcije nadzornega računalnika.

V sestavku je obravnavana problematika na področju daljinskega nadzora in upravljanja toplotnih postaj. Prikazana je izvedena rešitev in podane so razvojne smernice.

Ključne besede: daljinsko ogrevanje, toplotna postaja, daljinsko upravljanje, regulator, LONWORKS®, M-bus, TCP/IP, ...

Abstract:

The contribution presents a functioning state-of-the-art remote supervision and control system for heat stations. State-of-the-art controls, which are the outcome of our own development, enable the collection of all necessary data from the devices at the heat station, including the heat meter and the other sensors on the premises. At the same time they allow us to control all the parameters of the heat station. Moreover, the use of LONWORKS® technology easily extends supervision and control possibilities to the other segments of house automation. Solutions for wire- and wireless transmission of data as well as the functions of the surveillance computer are presented.

The article discusses problems in the field of remote supervision and control of heat stations, it exposes a practical solution for its accomplishment, it describes the concrete realization of the project and offers guidelines for development.

Key words: remote heating, heat station, remote control, controls, LONWORKS®, M-bus, TCP/IP...

1. UVOD

Učinkovita raba energije ima v današnjem času, ko se srečujemo s problemom varovanja okolja, vedno večji pomen. Ključ do zmanjševanja porabe energije in s tem zmanjševanja stroškov zanjo je v rešitvah, ki omogočajo optimalno vodenje energetskih naprav glede na spremenljive razmere v realnem času. Poleg tega distributerji toplotne energije danes želijo kupcu nuditi najboljše storitve po sprejemljivih cenah. Prodaja udobja in ugodja postajata iz leta v leto pomembnejša segmenta storitev, ki jih nudijo distributerji. Da bi lahko ugodili vedno večjim zahtevam kupcev je potrebno zadostiti mnogim dejavnikom.

Ena izmed možnosti za doseg tega cilja je tudi sistem za **daljinski** nadzor in upravljanje vročevodnega omrežja in **toplotnih postaj**. Sistem za daljinski nadzor in upravljanje mora omogočati izboljšanje in dvig ravni oskrbe strank s toplotno energijo, centralni pregled delovanja sistema ogrevanja, racionalizacijo stroškov obratovanja ter zajem in statistično obdelavo podatkov. Poleg tega mora biti sistem učinkovit, nezahteven za uporabo ter enostaven za vzdrževanje.

2. CILJI DALJINSKEGA NADZORA IN UPRAVLJANJA

Vizija vsakega podjetja in s tem tudi distributerjev toplotne energije je približati se CIM (Computer Integrated Manufacturing - računalniško podprta proizvodnja) modelu, ki omogoča največjo možno učinkovitost podjetja. CIM model se organizacijsko deli na štiri nivoje.

Najnižji nivo zajema **regulatorje** z lastnim mikroprocesorjem in spominom, v katerem s programom preko vhodno-izhodnih enot spremljamo proces in nanj vplivamo. **Regulatorji** so med seboj povezani v industrijsko mrežo. Pri tem ločimo t.i. fizični nivo in nivo protokola. Določene povezave lahko potekajo preko istega medija po enakem električnem standardu (RS232, RS485, RS424, tokovna zanka, ...), vendar po različnem protokolu (**LonWorks**, ProfiBus, ModBus, Ethernet TCP/IP, Device Net, CAN Bus, ...) ali obratno.

SCADA sistemi (Supervisory Control and Data Acquisition) predstavljajo drugi nivo in omogočajo nadzor in vodenje procesa. Različni programski vmesniki omogočajo, da SCADA preko **regulatorjev** komunicira s procesom.

Tretji nivo je MES (Manufacturing Execution System - računalniško podprto planiranje proizvodnje), ki predstavlja povezavo med procesnim in poslovnim delom informacijskega sistema v podjetju. Informacije, katere vsebuje SCADA, ustrezno obdela tako, da so primerna podlaga za planiranje proizvodnje, izdelavo elektronskih poročil, zasedenosti proizvodnih kapacitet, človeških virov, ...

Najvišji nivo, ERP (Enterprise Resource Planning - računalniško podprto poslovanje) vključuje celotno logistično in finančno poslovanje podjetja.

3. RAZVOJ SISTEMA

3.1. DALJINSKI NADZOR IN UPRAVLJANJE TOPLOTNIH POSTAJ

Pri razvoju sistema daljinskega nadzora in upravljanja smo združili znanje in dolgoletne izkušnje podjetja JEKO-IN Jesenice (sistem MAJA) in EL-TEC Mulej (sistem NOPRO) ter razvili nov sistem ELTEC-Mulej. Zahteve, ki so nas vodile pri razvoju sistema so bile:

- sistem naj bo cenovno sprejemljiv in uporabniku prijazen, prilagojen pričakovanjem in zahtevam kupcev,
- sistem naj bo zasnovan in zgrajen na popolnoma odprti zasnovi, ki bo omogočala širitve in hitre ter fleksibilne adaptacije na osnovi sodobnih metod, zahtev in tehnologij,
- omogoča naj odčitavanje in upravljanje vseh elementov v **toplotni postaji**, vključno s toplotnimi števci ter naj bo povezljiv tudi z drugimi deli hišne avtomatizacije (alarmni sistemi, nadzorovana razsvetljava, senzorji prisotnosti v prostoru, požara, ...),
- sistem naj omogoča žično in brezžično komunikacijo,
- omogoča naj faktor istočasnosti v omrežju 1:3,
- omogoča naj enostavno integracijo s poslovnim sistemom podjetja (upravljavca omrežja).

Ena izmed najpomembnejših nalog pri razvoju novega sistema je bila izbira komunikacijskega protokola, ki naj omogoča enostavno povezovanje različnih naprav, ki sodelujejo v procesu avtomatizacije: senzorji, izvršilni členi, **regulatorji**, vhodno-izhodne enote, nadzorni računalniki, ... Na trgu avtomatizacije zgradb je trenutno vodilni standard **LonWorks®**, ki ga je razvilo podjetje Echelon. Omogoča enostavno povezovanje različnih produktov različnih proizvajalcev ter realizacijo inteligentnih distribuiranih sistemov za nadzor in avtomatizacijo. Njegove prednosti so predvsem v enostavni uporabi, velikemu številu proizvajalcev **LonWorks** naprav in sprejemljivi ceni.

Osnova LonWorks tehnologije so štirje osnovni gradniki:

- mikroprocesor imenovan Neuron,
- materialna oprema za povezovanje v mrežo,
- LonTalk-Protokol,
- programska oprema.

Neuron je mikroprocesorsko integrirano vezje in je materialna osnova vsake **LonWorks** naprave. Integrirano vezje vsebuje tri 8-bitne procesorje. En procesor je namenjen izvajanju aplikacije, druga dva pa skrbita za protokol oziroma komunikacijo po mreži. Vsak Neuron ima edinstven, sebi lasten 48 bitni naslov (Neuron ID), ki mu je določen že v proizvodnji (Motorola, Toshiba).

Materialna oprema za povezovanje v mrežo in priključitev na proces zajema naprave kot so:

- oddajniki (transceivers), ki omogočajo priključitev Neurona na komunikacijski medij,
- usmerjevalniki (routerji), ki povezujejo segmente različnih komunikacijskih medijev,
- vmesniki za priključitev ostalih naprav na **LonWorks** mrežo (RS232 vmesnik za osebni računalnik).

LonTalk-Protokol je vgrajen v Neuronu in zajema vseh sedem nivojev OSI modela (Open Systems Interconnection Reference Model), standarda, ki predpisuje modularni koncept mrežne komunikacije. **LonWorks** protokol na fizičnem nivoju podpira različne komunikacijske medije:

- parica (poljubna topologija); različne naprave med seboj povežemo z uporabo navadne žične parice,

*III. Strokovno posvetovanje Slovenskega društva za daljinsko energetiko,
Sočasna proizvodnja električne energije in toplote
Portorož, 16. – 17. marec 2000*

- močnostne linije; za povezovanje naprav lahko uporabimo kar razvod električne napeljave po zgradbi,
- radijski prenos; segmente **LonWorks** mreže med seboj povežemo preko radijskega modema,
- modemski prenos; segmente **LonWorks** mreže med seboj povežemo preko žičnega modema,
- optika; segmente **LonWorks** mreže med seboj povežemo preko optičnega kabla.

En segment istega komunikacijskega medija se imenuje kanal (Channel). Kanali se med seboj povezujejo z routerji. Programske možnosti protokola so številne:

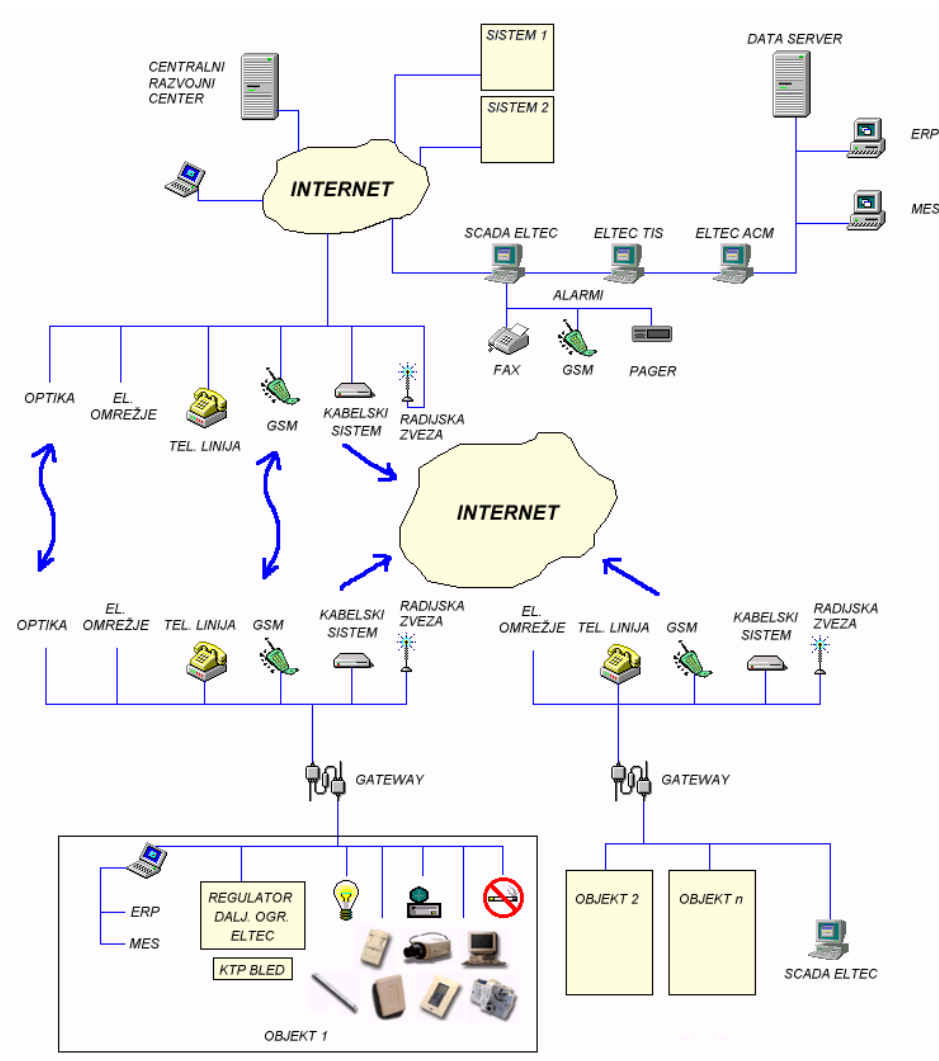
- možnost komunikacije "vsak z vsakim" (peer-to-peer),
- potrjevanje sporočil, ki se pošiljajo po mreži in avtomatično ponavljanje sporočil v primeru napak,
- prioriteta sporočila,
- različne hitrosti prenosa podatkov,
- različne možnosti naslavljanja prejemnikov,
- standardni tipi podatkov in ostalo.

Logično je mreža organizirana v domene (Domain), podmreže (Subnet) in vozlišča (Node). Inteligentni routerji delujejo na nivoju podmrež. Na osnovi podmrežnega naslova router usmerja in posreduje podatke v mrežo. Vozlišča se lahko združujejo tudi v grupe (Groups). Z grupiranjem vozlišč dosežemo optimizacijo prometa po mreži, saj lahko z enim sporočilom pošljemo podatke več vozliščem.

Programsko opremo lahko funkcionalno delimo na:

- razvojna programska orodja (npr. "C" prevajalnik), ki omogoča razvoj aplikacij,
- programska orodja, ki omogočajo instalacijo, konfiguracijo, diagnostiko, vzdrževanje in nadzor nad mrežo (npr. LonMaker).

III. Strokovno posvetovanje Slovenskega društva za daljinsko energetiko,
Sočasna proizvodnja električne energije in toplote
Portorož, 16. – 17. marec 2000



Slika 1: Shema sistema ELTEC Mulej

Sistem ELTEC-Mulej omogoča:

- pridobivanje informacij za vodenje procesa (meritve temperatur, stanja regulacijskih ventilov, obtočnih črpalk, trenutna, maksimalna in minimalna moč, trenutni, maksimalni in minimalni pretok, meritve tlakov, ...),
- omejevanje dobave toplotne energije v okviru zakupljene priključne moči objekta ali zaradi izravnave konic,
- integracijo ločenih sistemov za management obtočnih črpalk (Grundfos,..)
- spremljanje toplotnih izgub na vročevodni trasi,
- sprotno pošiljanje podatkov o okvarah in nepravilnem delovanju elementov v **toplotni postaji** v obliki alarmnih sporočil v center vodenja,
- **daljinsko** programiranje iz centra vodenja,
- možnost tehnične pomoči vsem nadzornim centrom iz razvojnega centra in kratek odzivni čas.
- celovito servisno storitev vseh komponent sistema na eni telefonski številki.

3.2. REGULATOR ELTEC

Regulator daljinskega ogrevanja ELTEC vsebuje najnovejše dosežke mikroprocesorske tehnike in je izdelan za upravljanje **toplotnih postaj** v sistemih **daljinskega** ogrevanja. Lastnosti **regulatorja** ELTEC:

- krmiljenje do treh ogrevalnih krogov in enega kroga priprave sanitarne tople vode,
- uporabniku prijazen prikazovalnik v slovenskem jeziku,
- možnost neposredne priključitve računske enote toplotnega števca (**M-Bus** vhod),
- možna je priključitev na industrijsko mrežo **LonWorks**,
- samostojno obratovanje ali priključitev v sistem **daljinskega** nadzora in upravljanja, ki omogoča optimizacijo sistema **daljinskega** ogrevanja,
- popolno **daljinsko** vzdrževanje: parametriranje in nove verzije programov preko podatkovne linije,
- natančno merjenje temperatur in najboljše regulacijske strategije,
- spominski modul (DataLogger), omogoča nastavljivo frekvenco vzorčenja vseh podatkov v **regulatorju** in arhiviranje na različnih nivojih sistema za kasnejše analize in poročila. Format podatkov je kompatibilen z Microsoft Office orodji.
- RS 232 vmesnik,
- možnost priključitve **LONWORKS** inteligentnih senzorjev,
- možnost zveznega in diskretnega krmiljenja regulacijskih ventilov,
- možnost priključitve Pump Management System,
- 12 relejskih izhodov,
- 8 digitalnih vhodov,
- 8 temperaturnih vhodov, 4 analogni vhodi (4 .. 20 mA, 0..10V),
- kompaktna izvedba.

3.3. PRENOS PODATKOV

Gljučna naloga pri načrtovanju sistema je izbira medija za prenos podatkov. Žični prenos podatkov je najenostavnejša in najcenejša rešitev, vendar je v glavnem mogoča le pri novih projektih, kjer komunikacijska žica teče ob vročevodnih ceveh. V starih vročevodnih sistemih to ni pravilo, zato se takrat uporablja druge načine prenosa podatkov. Sistem ELTEC-Mulej zato omogoča naslednje načine prenosa podatkov:

- direktna kabelska povezava (novogradnje vročevodov), telefonska linija, kabelski sistem,
- brezžični prenos podatkov (GSM mobilno telefonsko omrežje, radijska zveza).

Toplotne postaje so v **daljinski** inteligentni sistem upravljanja povezane na osnovi internet/intranet/infranet tehnologije TCP/IP. Komunikacija med centrom vodenja in lokalnimi **postajami** je tako neodvisna od medija prenosa podatkov.

3.4. NADZORNI CENTER

Temeljno vodilo pri izbiri in razvoju SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistema je bilo omogočiti uporabnikom sistema integracijo procesne informatike z ostalimi segmenti informacijskih sistemov in jim zagotoviti odprte, prilagodljive in multimedijsko podprte vmesnike do merjenja parametrov in upravljanja procesa.

Programski paket v nadzornem centru se imenuje SCADA ELTEC. Prednosti programske opreme so cenenost, enostavno oblikovanje želenega sistema ter upravljanje z njim, izredne možnosti **daljinskega** upravljanja (preko SCADA sistema ali preko telefona s tonskim izbiranjem), prenos podatkov preko modema, interneta ali intraneta, možnosti upravljanja z alarmnimi sporočili, odličen grafičen prikaz ter povezljivost z drugimi programi (npr. Microsoft Excel). Glavna prednost programskega paketa pa je njegova podpora **LONWORKS®** in mrežni tehnologiji. Izdelan je za velike in male sisteme, deluje v operacijskih sistemih Windows™ 95/98 in NT4™. Arhitektura odjemalec/strežnik omogoča vplivanje odjemalca na strežnik od kjerkoli z mreže. Priključek na mrežni strežnik omogoča končnim uporabnikom priključitev na SCADA ELTEC, spremljanje procesov in spreminjanje nastavitvev preko obstoječega spletnega brskalnika (npr. Internet Explorer™). Vsak upravljavec omrežja ima možnost neodvisnega in samostojnega nadgrajevanja sistema z novimi elementi ali celotnimi sklopi, določati limite alarmov in preusmerjati poročila na enega izmed podprtih in dostopnih medijev. Če upravljavec omrežja ne potrebuje tovrstne fleksibilnosti, se lahko odloči za cenovno ugodnejšo kompaktno varianto nadzornega sistema, ki na nivoju parametriranja in upravljanja nudi enake možnosti. In nenazadnje, programski paket je v slovenščini.

3.5. INTEGRACIJA S POSLOVNIM SISTEMOM

Moderni sistem za nadzor in upravljanje vročevodnih omrežij in **toplotnih postaj** mora upravljavcu nuditi vse potrebne informacije za sprotno odločanje, izdelavo planov obratovanja in kasnejšo analizo le-teh. Arhiviranje in obdelava podatkov omogoča sprotno ali kasnejšo izdelavo različnih analiz (dinamika gibanja ključnih parametrov obratovanja, izračuni izkoristkov kotlov, lastne rabe energije, kronologija alarmov in dogodkov, ugotavljanje obsega proizvodnje po strukturi in količini porabe goriv in električne energije, obratovalne ure, obračuni, kalkulacije, plani, ...), ki so lahko podlaga za sprejemanje različnih poslovnih odločitev. Sistem ponuja veliko bazo podatkov, ki so zanimivi vsem udeležencem v poslovno informacijskem sistemu. Predvsem tistim, ki so odgovorni za vodenje in poslovanje podjetja. Vse to nam omogoča enostavna povezava programskega paketa ELTEC z obstoječimi programskimi paketi v podjetju (SQL Server, ...).

3.6. ALARMIRANJE

K načrtovanju alarmnih sporočil je potrebno pristopiti izredno skrbno. Pogoj za učinkovito organiziranje alarmnih sporočil je odlično poznavanje upravljanega sistema. Vsebovati morajo le ključne podatke za ključne nepravilnosti v sistemu. Sporočila morajo biti jasna in priti do pravih prejemnikov v čim krajšem času. Programski paket ELTEC-Mulej omogoča izredne možnosti upravljanja z alarmnimi sporočili: faks, e-mail, pagerji, GSM telefoni, drugi PC-ji s programskim paketom ELTEC - preko mreže ali modema).

3.7. ZAŠČITA OPREME

Komunikacijski vmesnik je načrtovan v skladu z zahtevami EMC (Electro Magnetic Compatibility), kot tudi proti statičnim motnjam ESD (Electro Static Discharge). Upoštevana so navodila proti vibracijskim in mehanskim motnjam. Digitalne izhodne

točke imajo relejsko ločitev. Komunikacijski vmesnik je preizkušen po naslednjih standardih in nivojih.

EN test	Opis	Stopnja odpornosti
EN61000-4-2	ESD	Nivo 4
EN61000-4-3	Občutljivost na radiacije	Nivo 3
EN61000-4-4	Burst	Nivo 4
EN61000-4-5	Surge	Nivo 4
EN61000-4-6	Prevodnost RF imunitete	Nivo 3

4. RAZVOJNE SMERNICE

Internet tehnologija je poleg osebnih računalnikov in poslovnih sistemov povezala v svetovni splet tudi omrežja za procesno vodenje. Uporabnikom je že omogočen stik z napravami, ki jih uporabljamo in srečujemo vsakodnevno. Na podoben način, kot je intranet postal podaljšek interneta na poslovnem področju, so tudi omrežja za nadzor procesov ali infranet omogočila pretok podatkov in ukazov od koderkoli kamorkoli in od kogarkoli komurkoli. V bližnji bodočnosti lahko pričakujemo, da bomo odčitavali podatke in krmilili procese preko inteligentnih toplotnih števecov, črpalk, senzorjev, ventilov, ... direktno preko **LonWorks** omrežja s pomočjo TCP/IP protokola, brez vmesnih krmilnikov. Razvojne možnosti so neomejene, možnih aplikacij je veliko, na nas pa je, da jih koristno uporabimo. Temeljna načela, ki nas vodijo pri nadaljnjem razvoju sistema pa so: človeku prijazen, enostaven, učinkovit in cenovno optimalen sistem.

5. ZAKLJUČEK

Na področju **daljinske** energetike je pridobivanje kupcev vedno bolj podvrženo tržnim zakonitostim. Uspeh distributerjev toplotne energije je v največji meri odvisen od poznavanja, zadovoljevanja in ugotavljanja stopnje zadovoljevanja potreb in želja porabnikov, kar udejanja osnovni koncept marketinga. Le-ta jim zagotavlja uspešno poslovanje, nadaljnji razvoj ter zadovoljitev potreb zaposlenih na višji ravni. Prodajati je potrebno ugodje in udobje. Tu pa ima dobra in pravočasna informacija neprecenljivo vrednost.

Predstavljeni sistem ELTEC-Mulej omogoča celostno optimizacijo sistema, od grelnega telesa do kotla v toplarni ter s tem v veliki meri racionalizira uporabo toplotne energije in izboljša kakovost uslug. Sistem **daljinskega** nadzora in upravljanja ELTEC-Mulej je v celoti rezultat domačega znanja in vsebuje komponente kot so: kompaktne **toplotne postaje** KTP BLED, elektronski **regulator daljinskega** ogrevanja ELTEC ter SCADA ELTEC. Vse komponente sistema so slovenskega porekla, upravljanje z njimi poteka v slovenskem jeziku, servis in tehnična podpora za celoten sistem pa sta združena na enem mestu v podjetju ELTEC MULEJ.

6. LITERATURA

- [1] <http://www.imagecontrol.co.uk>
- [2] <http://www.echelon.com>

*III. Strokovno posvetovanje Slovenskega društva za daljinsko energetiko,
Sočasna proizvodnja električne energije in toplote
Portorož, 16. – 17. marec 2000*

[3] <http://www.LONMARK.org>